

Besiedlung von Hecken unterschiedlicher Struktur durch Vögel und ihre Nutzung als Nistsubstrat

Breeding birds in hedges of different structure with special respect to nest site selection

Von Erich Glück und Helmut Gaßmann

Key words: hedges, breeding bird census, nest site selection, nature conservation

Zusammenfassung

GLÜCK, E., & H. GAßMANN (1988): Besiedlung von Hecken unterschiedlicher Struktur durch Vögel und ihre Nutzung als Nistsubstrat. *Ökol. Vögel* 10: 165-202.

In zwei Heckengebieten in der Nähe Aachens (I. Nütheim: 6° 8' E, 50° 42' N; II. Seffent: 6° 6,5' E, 50° 47' N, Abb. 1) wurde in den Jahren 1984 und 1985 die Siedlungsdichte der Vögel unter Berücksichtigung ihrer nistökologischen Ansprüche untersucht. Von 63 nachgewiesenen Vogelarten brüteten 17 Arten (ca. 27%) in den Hecken beider Standorte (Tab. 1; ca. 20% der für Aachen nachgewiesenen Land-Brutvogelarten).

Artenzahl und Siedlungsdichte der Brutvögel der in beiden Untersuchungsgebieten vertretenen 4 Heckentypen (Kastenhecken, ein- und mehrreihige Strauchhecken, niederwaldähnliche Hecken) unterschieden sich voneinander: Brutvogelarten: Kastenhecken 4, ein- und mehrreihige Strauchhecken 13, Niederwaldhecken 7, davon 4 typische Waldbewohner (Fitis, Zilpzalp, Zaunkönig, Rotkehlchen), die nur in diesem Heckentyp brüteten.

Die höchsten Nesterdichten wurden in den ein- und mehrreihigen Strauchhecken (3,8-4,0 Nester/100m Hecke, Abb. 3), deutlich geringere in Niederwaldhecken (nur Strauchbrüter: 1,8 Nester/100 m; alle Arten: 3,1 Nester/100 m), geringste in Kastenhecken (1,5 Nester/100 m) erreicht.

An den Neststandorten von Amsel, Singdrossel, Heckenbraunelle, Hänfling, Gartengrasmücke, Sumpfrohrsänger wurden jeweils 15 Parameter erfaßt (4.3).

Die Ergebnisse aus Faktoren-, Diskriminanz- und Clusteranalyse machen eine unterschiedliche Nutzung von Strukturen in den verschiedenen Heckentypen wahrscheinlich. Amsel, Singdrossel und Gartengrasmücke brüteten vorwiegend in mittelgroßen bis großen Sträuchern, Heckenbraunelle und Hänfling bevorzugten kleine Gehölze (Abb. 7, 8). Der Sumpfrohrsänger nistete im heckenbegleitenden Krautsaum. Arten, die ähnliche Niststrauchgrößen wählten, unterschieden sich in der Bevorzugung bestimmter Straucharten; dies begünstigte die Koexistenz der verschiedenen Vogelarten im Lebensraum Hecke.

Die Bedeutung bzw. Nutzung der verschiedenen Heckentypen wurde quantifiziert: Die Individuen- bzw. Artendichte korrelierte mit dem Angebot an Nistplatzstrukturen. Kastenhecken (strukturarm durch häufigen Rückschnitt) und Niederwaldhecken (kaum Strauch-, überwiegend Baumwuchs) konnten den Strauchbrüterarten wohl nur suboptimale Nistbedingungen bieten. Die reichhaltig strukturierten Strauchhecken hingegen boten die besten Voraussetzungen für eine hohe Brutvogeldichte.

Anschrift der Verfasser:

Lehrstuhl für Biologie V (Ökologie) der RWTH Aachen
Kopernikusstraße 16
D-5100 Aachen

Summary

GLÜCK, E., & H. GAßMANN (1988): Breeding birds in hedges of different structure with special respect to nest-site selection. *Ecol. Birds* 10: 165-202.

Bird census was carried out in two areas covered by different types of hedges in the vicinity of Aachen (I. Nüttheim: 6° 8' E, 50° 42' N; II. Seffent: 6° 6,5' E, 50° 47' N, Fig. 1) during the breeding season of 1984 and 1985 with respect to the nesting habits of birds. Among 63 species recorded for the regions, 17 species (ca. 27%) were found breeding in the hedges of the two areas (Table 1, nearly 20% of the whole breeding ornith of Aachen were found breeding in the hedges investigated).

The varying number of species and the population densities (nests/100 m) in the 4 different types of hedges are illustrated in Fig. 3: Type 1 — small, yearly trimmed hedges, Type 2 — one-rowed hedges, shrubs dominating, Type 3 — hedges arranged in several rows containing shrubs of different sizes, Type 4 — tree-dominated hedges (shrub-wood like).

In the following, the number of breeding bird species in the different types of hedges is illustrated: Type 1: 4, type 2 and 3: 13, type 4: 7, the latter contained 4 typical woodland species (Willow warbler, Chiffchaff, Wren, Robin), and three typical shrub-breeding species (Blackbird, Songthrush, Garden Warbler).

The highest densities of nests were observed in Type 2 and 3 (3,8-4,0 nests/100 m, Fig. 3). The nest densities were fairly low in Type 4 (shrub-breeding species only: 1,8 nests/100 m, all species: 3,1 nests/100 m). The lowest densities were found in Type 1 (1,5 nest/100 m).

At each nesting place 15 different measurements were carried out. Factor-, discriminant-, and cluster-analysis revealed the following results: corresponding to different hedgerow structures the examined species show different localities of nest sites. The sites of Blackbird, Songthrush, and Garden Warbler were located in middle- to large-sized, those of Dunnock and Linnet in small-sized bushes (Fig. 7, 8). Marsh Warblers preferred the herb edge of hedges. Species preferring the same size classes of bushes differed in the selection of shrub species, thus favouring the coexistence of species in hedgerows.

The importance and utilization of hedge types by the bird species are quantified: the individual and species diversity of birds breeding in hedges corresponds to the natural resource abundance of nest sites. Hedge type 1 (poorly structured by frequent trimming) and type 4 (scarcely bushes, mainly trees), do not provide favourable nest site conditions. Type 2 and 3 are well structured and therefore offer best conditions for breeding birds.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	167
2. Die Untersuchungsgebiete	169
3. Beschreibung der Hecken	170
4. Material und Methoden	171
4.1 Bestandserfassung der Vögel	171
4.2 Ermittlung nistplatzspezifischer Parameter	173
4.2.1 Lichtmessungen	173
4.2.2 Position der Nester in den Heckengehölzen	173
4.2.3 Auswertung	174
4.3 Statistische Bearbeitung	174
4.3.1 Multivariate Berechnungen.....	174
5. Ergebnisse	175
5.1 Die Vogelarten der Untersuchungsgebiete	175
5.2 Brutvögel in den Heckentypen.....	176
5.2.1 Diversität und Artenidentität.....	177
5.2.2 Heckentyp und Nesterdichte.....	177
5.2.3 Brutpaar- und Nesterdichte der Amsel in den verschiedenen Heckentypen	178

5.3	Beleuchtungsverhältnisse in den Hecken und an den Neststandorten.....	180
5.4	Die Position der Nester in den Hecken.....	182
5.4.1	Wahl des Niststrauches.....	182
5.4.2	Nesthöhe.....	186
5.4.3	Maße der Niststräucher.....	186
5.4.4	Einfluß der Strauchhöhe auf die Nesthöhe (Amsel).....	187
5.4.5	Lage der Nester im Niststrauch.....	187
5.4.6	Exposition und Verankerung der Nester.....	188
5.5	Ergebnisse der multivariaten Berechnungen.....	191
5.5.1	Faktorenanalyse (Hauptkomponentenanalyse).....	191
5.5.2	Diskriminanzanalyse.....	192
5.5.3	Clusteranalyse.....	195
6.	Diskussion	196
6.1	Die Vogelarten der Hecken.....	196
6.2	Die Wahl der Nistplätze.....	198
6.3	Schlußfolgerungen.....	200
	Literatur	201

1. Einleitung

Hecken sind linienhafte, aus Sträuchern und Bäumen bestehende Strukturen in der Landschaft (ROTTER & KNEITZ 1977). Sie entstanden in Europa mit Beginn der Landbewirtschaftung des ehemals waldbestandenen Bodens und wurden in weiten Gebieten zu prägenden Elementen der Kulturlandschaft. Ökologisch betrachtet sind Hecken und Feldgehölze den Waldrändern ähnlich und aufgrund ihrer Struktur, ihres hohen Grenzlinienanteils und ihrer mikroklimatischen Verhältnisse artenreiche Lebensräume.

Nachdem Hecken zunächst stärker unter wirtschaftlichen und mikroklimatischen Gesichtspunkten (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION 1964) untersucht wurden, nahmen danach ökologische Aspekte einen breiten Raum ein (TISCHLER 1948). Zahlreiche zoologische Untersuchungen wurden an einzelnen Tiergruppen durchgeführt (Übersicht: ROTTER & KNEITZ 1977). In neuerer Zeit stehen u. a. Analysen des Gesamtsystems Hecke (ZWÖLFER et al. 1984) sowie des Systems Hecke-Umland (GLÜCK & KREISEL 1988) im Vordergrund.

Die Vogelfauna bildete von Beginn an einen Schwerpunkt der naturwissenschaftlichen Studien an Hecken (TISCHLER 1948, TURCEK 1958, RIESS 1973, PUCHSTEIN 1980).

Vögel nutzen Hecken und Gehölze als Brutplätze, Nahrungsräume, Singwarten, Schutz und Deckung. Von besonderer Bedeutung ist ihre Funktion als Brutort (GÖRNER 1978). In Hecken können Vögel eine mehrfach höhere Siedlungsdichte als im Wald erreichen (TURCEK 1958, RIESS 1973, ZWÖLFER et al. 1984). Neben den dominierenden Waldarten besiedeln Arten der offenen Landschaft Heckenbiotope. Vögel wählen ihre Habitate vorwiegend nach Merkmalen der Vegetationsstruktur (ZWYGART 1983, GLÜCK 1984). Daher sind neben Aspekten der Pflanzenassoziation (WIENS & ROTENBERRY 1981) in erster Linie Strukturfaktoren für die Zusammensetzung einer Vogelfauna ausschlaggebend (OSBORNE 1984, PFISTER et al. 1986). Die

Beschaffenheit einer Einzelstruktur (z. B. Wuchsform, Höhe, Dichte eines Brutgehölzes) kann dabei für die Ansiedlung bestimmter Vogelarten von größerer Bedeutung sein als die pflanzensoziologische Zusammensetzung der Umgebung (BEZZEL 1980). Die vorliegende Untersuchung soll die Auswirkungen der Strukturkomponenten verschiedener Heckentypen auf die Arten- und Individuenzusammensetzung der Vögel näher charakterisieren. Eine Analyse der »Feinstrukturen« (Gehölzartenzusammensetzung, Maße und Wuchsform der Brutgehölze, Lichtmessungen zur Bestimmung der Deckungsverhältnisse) sollte inter- und intraspezifische nistökologische Ansprüche der verschiedenen Vogelarten aufzeigen. Hieraus könnten sich dann die für die Ansiedlung von Vögeln erforderlichen Heckentypen beschreiben lassen. Da es erfahrungsgemäß keine für alle möglichen Vogelarten »optimale« Hecke gibt (ARNOLD 1983), galt es, Vorschläge für die Gestaltung von Hecken zu erarbeiten, die eine möglichst hohe Arten- und Individuendichte beherbergen können, nicht zuletzt, um dadurch einen Beitrag zum Biotop-, Artenschutz und zu Aspekten der Hecken als Elemente im Biotopverbundsystem in der Kulturlandschaft zu leisten.

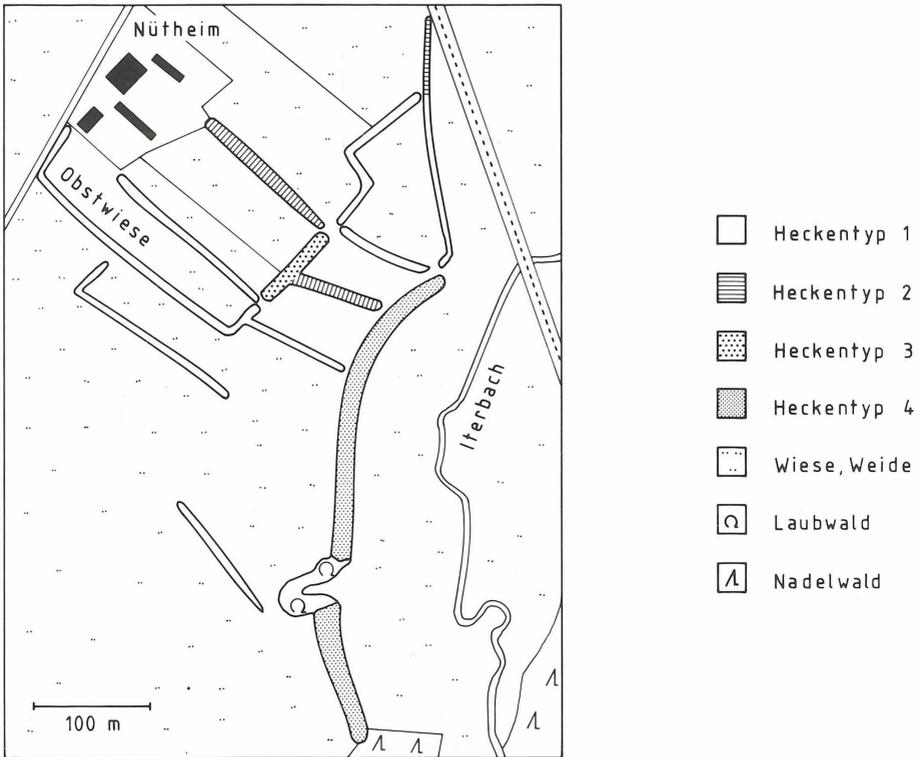


Abb. 1a. Untersuchungsgebiet Nütheim mit den untersuchten Hecken. Übertragen aus top. Karte 1:5.000 Pumpwerk Brandenburg (Nord = oben).

Study area »Nütheim« (6° 8'E, 50° 42'N) containing the hedges investigated (from map 1:5000).

2. Untersuchungsgebiete

Das Untersuchungsgebiet (UG 1) Walheim-Nütheim liegt ca. 8 km SE der Stadt Aachen im »Aachener Hügelland« am NW-Rand der Voreifel (6° 8' E, 50° 42' N, 250 m ü. NN, Abb. 1a) und umfaßt ca. 20 ha. Der Untergrund wird von oberdevonischen Sand- und Tonsteinen und Mergeln gebildet, Ausgangssubstrat für die im Gebiet verbreiteten parabraunerdeähnlichen Böden (Pseudogley). Der Standort ist durch eine hohe Bodenfeuchte (Staunässe) bestimmt und wird ausschließlich als Grünland (Viehweiden, Mähwiesen) genutzt. Die Heckenzüge sind insgesamt 1926 m lang und bedecken ca. 5344 m² (= 0,534 ha), also etwa 2,7% der Untersuchungsfläche. Die Heckendichte beträgt ca. 100 m pro ha. Im W beginnen mit Obstwiesen und Gärten die Außenbezirke des Dorfes Nütheim, NE und SW setzen sich weitere Grünlandbereiche fort, im SE schließen kleine Wäldchen an (Nadel-, Laub- und Mischwald).

Das Untersuchungsgebiet (UG 2) Seffent-Wilkensberg liegt am W-Rand der Stadt Aachen (6° 6,5' E, 50° 47' N; 195-200 m ü. NN, Abb. 1b). Das Gelände erstreckt sich entlang der Fußkante des Wilkensberges (220 m ü. NN) und umfaßt ca. 21,9 ha. Von N strahlen Lößungen in das Gebiet ein, die vorwiegend ackerbaulich (Mais, Getreide,



Abb. 1b: Untersuchungsgebiet Seffent mit den untersuchten Hecken. Übertragen aus top. Karte 1:5000 Melaten (Nord = oben).

Study area »Seffent« (6° 6,5' E, 50° 47' N) containing the hedges investigated (from map 1:5000).

Zuckerrüben) genutzt werden. Ackerflächen bestimmen die Bodennutzung zu etwa 50% und überwiegen vor allem im S und W des Gebietes. Zwischen den Heckenzügen herrscht Grünlandwirtschaft mit Viehweiden und Mähwiesen vor. Die Heckenzüge sind insgesamt 1750 m lang und bedecken 9540 m² (= 0,954 ha). Dies entspricht 4,4% der Gesamtfläche. Die Heckendichte liegt bei etwa 80 m pro ha. Im N und W liegen Waldbezirke (Nadelwald, Laub- und Mischwald) sowie ein Golfplatz, im E und S die bebauten Außenbezirke Aachens.

3. Beschreibung der Hecken

Die Hecken beider Untersuchungsgebiete lassen sich nach ihrer Physiognomie (Höhe, Breite, Wuchsform der Gehölze) in 4 Typen einteilen (Abb. 2). Die Heckenmaße wurden durch Messungen in 20-m-Abständen ermittelt, die Anteile der Heckensträucher werden in % der von ihnen bestanden Fläche angegeben.

3.1 Kastenhecken, einreihig

Den Heckenkern bestimmten in einer Reihe verlaufende Stämme, die bis zu 30 Jahre alt waren und Durchmesser von bis zu 20 cm aufwiesen. Dieser Heckentyp war stark anthropogen beeinflusst. So wurden die in einer Vegetationsperiode ausgewachsenen Zweige alljährlich im Herbst/Winter entfernt (hohe Formkonstanz durch Heckenchnitt). Die Kastenhecken waren im Mittel $1,6 \pm 0,3$ m hoch und $0,9 \pm 0,2$ m breit ($n = 10$ Heckenzüge, Gesamtlänge 1412 m). Dominante Strauchgehölze (vgl. Abb. 2) waren Weißdorn, *Crataegus monogyna* (66,5%) und Schlehe, *Prunus spinosa* (13,3%), eingestreut Holunder, *Sambucus nigra* (5,8%), Stachelbeere, *Ribes uva-crispa* (7,8%) und Rose, *Rosa div. spec.* (5,2%). Die Nutzung des Umlandes als Weide oder Wiese reichte bis direkt an die Heckengehölze heran, ein Krautsaum war daher nicht ausgebildet.

3.2 Strauchhecken, einreihig

Sie unterschieden sich von den Kastenhecken durch eine längere Umtriebszeit. So wurden sie etwa alle 4-6 (z. T. bis 10) Jahre in einer Höhe von 1,3-1,5 m geköpft. Der Heckenchnitt fördert allgemein eine intensive Jungholzbildung im Bereich der Schnittstellen. Die Äste konnten während der mehrjährigen Schnittruhe in alle Richtungen strauchartig auswachsen und so ein dichtes Astwerk ausbilden. Während der Untersuchungen waren die einreihigen Strauchhecken seit mindestens 4-5 Jahren ohne Schnitt. Ihre Höhe betrug im Mittel $3,9 \pm 1,3$ m, die Breite $2,5 \pm 0,9$ m ($n = 6$ Heckenzüge, Gesamtlänge 1009 m). Neben dem dominanten Weißdorn (58,0%) trat Holunder (19,1%) stärker hervor. Strukturbestimmend waren des weiteren Schlehe (8,5%) und Rose (5,5%). Entlang der Heckenflanken war in der Regel ein bis zu 2 m breiter Krautsaum ausgebildet, der im Wesentlichen von der Brennessel, *Urtica dioica* sowie verschiedene Apiaceen-Arten dominiert wurde. Beweidung bzw. Mahd erfolgten bis an diesen Saum heran, erreichten jedoch nicht direkt die Gehölzbereiche.

3.3 Strauchhecken, mehrreihig

Dieser Heckentyp bestand aus 3-5 Reihen, die Umtriebszeit lag bei 5-10 Jahren. Die Heckenkörper waren im Mittel $5,5 \pm 1,1$ m hoch und $7,0 \pm 2,2$ m breit ($n = 4$ Heckenzüge, Gesamtlänge 955 m). Die Zusammensetzung der Strauchgehölze war vielseitig: Weißdorn (20,6%), Schlehe (17,0%), Ahorn, *Acer div. spec.* (13,1%), Esche, *Fraxinus excelsior* (9,9%) und Rose (9,7%) bestimmten das Heckenbild. Hinzu kamen in geringeren Anteilen Haselnuß, *Corylus avellana* (6,5%) und Holunder (6,1%). Heckensäume (Brennnessel, Apiaceen) waren nahezu auf gesamter Heckenlänge ausgebildet. Wildkrautbestände fanden sich auch in solchen Bereichen, in denen durch den Ausfall von Heckengehölzen Lücken entstanden waren.

3.4 Niederwaldhecken, mehrreihig (nur UG Nütheim)

Die Hecken waren in Längsrichtung von einem ca. 3 m breiten befestigten Naturweg (»Hohlweghecke«) durchzogen, über dem es zum Kronenschluß der Gehölze kam. Die Heckenhöhe betrug im Durchschnitt 8 ± 3 m (ohne Überhälter), die Breite 10 ± 2 m ($n = 2$ Heckenzüge, Geamtlänge 300 m). Die Gehölze wiesen nur in sehr geringem Umfang den für die anderen Heckentypen charakteristischen Strauchwuchs auf, horizontal auswachsende Äste fehlten vor allem in einem Bereich von bis zu 4 m über Erdbodenniveau. Einige Abschnitte in den äußeren Heckenbereichen wiesen auf gelegentliche Heckenschnitte hin, doch lag eine durchgehende Pflegemaßnahme der »Gesamthecke« mindestens 20 Jahre zurück. So ließen die überwiegend schlank aufstrebenden Stämme den Übergang in ein Niederwaldstadium erkennen.

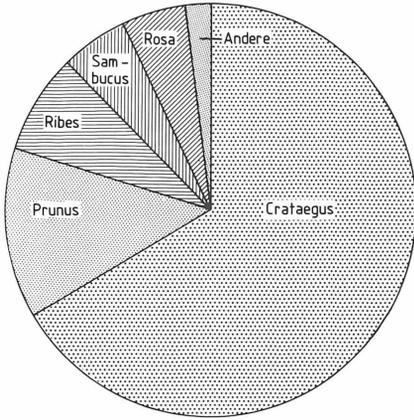
Strukturprägend waren Haselnuß (66,3%), Weißdorn (20,6%), Schlehe (5,1%) und Holunder (2,4%). Das äußere Erscheinungsbild der Hecke bestimmten einige Eichen-, *Quercus robur* – Überhälter (4,2%). Heckensäume bildeten sich aufgrund der bis unmittelbar an die Randgehölze erfolgenden Nutzung als Weide nicht aus.

4. Material und Methoden

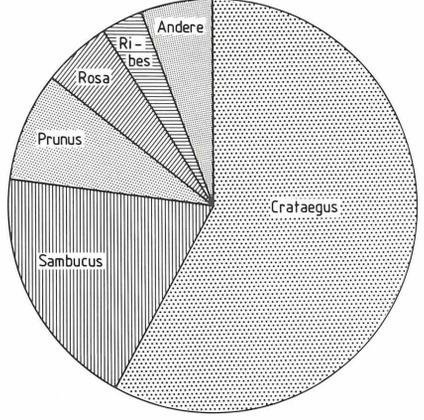
4.1 Bestandserfassung der Vögel

Jedes Untersuchungsgebiet wurde 1984 und 1985 (mindestens 1-2 mal wöchentlich, insgesamt also 15-20 mal) während der Brutzeit (Ende März bis Anfang August) regelmäßig, während der restlichen Zeit des Jahres in unregelmäßigen Abständen (im Mittel 14-tägig) begangen. Die Aktivitätsbeobachtungen der Vögel (1. Kartierung singender ♂, 2. sämtliche weiteren Aktivitäten) wurden dabei in Tageskarten eingetragen (»Situationskartierung«), gegebenenfalls schriftlich oder per Diktiergerät protokolliert bzw. kommentiert. Festgehalten wurden nur solche Beobachtungen, bei denen die Vögel eine tatsächlich Nutzung der Hecken als 1. Bruthabitate, 2. Nahrungssuchgebiete, 3. Singwarten, 4. Schlafplätze, Rastplätze erkennen ließen (vgl. GÖRNER 1978, GASSMANN & GLÜCK 1986, 1988).

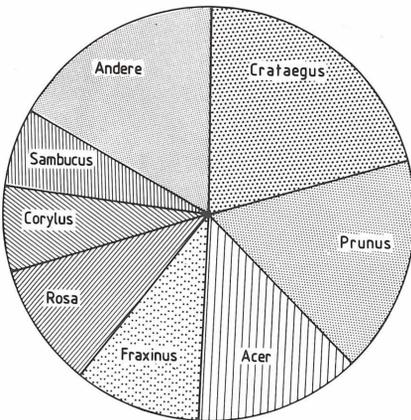
Die Nestersuche erfolgte sukzessive während der gesamten Brutzeit (an 2-3 Tagen in der Woche). Die Suche sowie die weitere Nestbeobachtung wurden mit größtmöglicher Behutsamkeit durchgeführt; bei vorsichtiger Ausführung bleibt die Nestersuche wohl ohne nachweisbaren negativen Einfluß auf Brutverlauf und -erfolg (GOTTFRIED & THOMPSON 1978). Durch die Kombination von Gesangskartierungen, Nestersuche sowie sämtlicher weiterer Beobachtungen konnten »Papierreviere« (vgl. auch ARNOLD 1983) ermittelt werden. Reviere, in denen ein Brutnachweis nicht eindeutig erbracht werden konnte, wurden in die Auswertung nicht miteinbezogen. Die vorliegenden Revierzahlen sind somit als Mindestwerte anzusehen. Für einen direkten Vergleich der Besiedlungsdichten wurden die Nester- und Revier-(Brutpaar-)zahlen auf eine Länge von 100 m Hecke normiert.



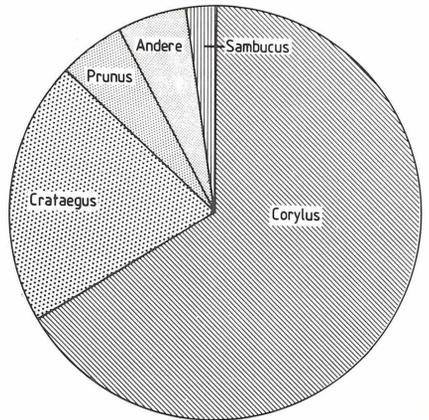
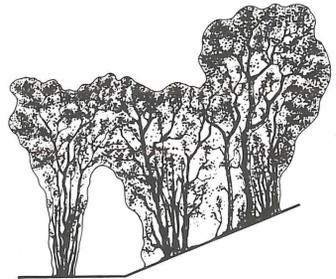
Heckentyp 1



Heckentyp 2



Heckentyp 3



Heckentyp 4

Abb. 2. Querschnittsprofile durch die 4 Heckentypen, Anteile verschiedener Gehölzarten an der Zusammensetzung der 4 Heckentypen.
 Transection profiles of the four hedge types, percentage of different shrub species forming each type.

4.2 Ermittlung nistplatzspezifischer Parameter

4.2.1 Lichtmessung

Die Beleuchtungs- und damit die Deckungsverhältnisse (= Faktoren, die für die Wahl eines Neststandortes von Bedeutung sind), wurden mit der OZALID-Lichtmengenmeßmethode (GLÜCK 1979, 1981) ermittelt. Sie bietet gegenüber punktuellen Luxmetermessungen den Vorteil, daß die während eines längeren Zeitraumes einstrahlende Lichtmenge integrierend erfaßt werden kann (Lux * h). Die Expositionsdauer der Meßpatronen betrug jeweils mindestens 24 Stunden. Als Referenzwerte zu den in den Hecken angebrachten Patronen dienten auf der Höhe der jeweiligen Meßserie an unbeschatteter Stelle im Heckenumland exponierte Meßpatronen. Zu diesen Werten (= 100%) wurden die jeweiligen Meßwerte aus den Hecken in eine prozentuale Relation gesetzt.

Zur Ermittlung der Entwicklung der Lichtverhältnisse während der Vegetationsperiode wurden durch die Hecken der verschiedenen Typen Querschnittsprofile gelegt (Pro Heckentyp 5 Meßtermine zwischen April und August 1985/Typ 1: 3, 2: 5, 3: 3 und 4: 5 Profile, insgesamt ca. 500 Einzelmessungen). Die Meßpunkte (je nach Heckenformat zwischen 4 und 12) waren gleichmäßig über das Heckenprofil verteilt. Die Meßwerte der Querschnittsprofile verschiedener Heckentypen jedes Termins wurden gemittelt, so daß sich für jeden Heckentyp ein mittlerer Helligkeitswert ergab. Zur Messung der Beleuchtungsverhältnisse am Nest wurden die Ozalid-Patronen auf dem oberen Nestrand liegend befestigt. Diese Messungen erfolgten jeweils direkt nach dem »Funktionsverlust« des Nestes (Ausfliegen der Jungen, Prädation, Brutabbruch). Die zu diesen Zeitpunkten ermittelten Nesthelligkeiten entsprachen zwar vermutlich nicht genau denen zur Zeit der Nistplatzwahl, die Abweichungen wurden jedoch durch die Einhaltung identischer Meßintervalle möglichst minimiert.

4.2.2 Position der Nester in den Heckengehölzen

Für jeden Neststandort wurden folgende 15 Parameter beschrieben:

1. Vogelart
2. Strauchart
3. Heckentyp: wie oben beschrieben
4. Schnitt-Typ: a) ohne Heckenschnitt b) frisch geschnitten, gekappt c) vorJahren gekappt
5. Nesthöhe: Distanz zwischen der Oberkante des Nestes (Nestrand) und dem Erdbodenniveau senkrecht unter dem Nest (in cm)
6. Vegetationshöhe über dem Nest: Distanz zwischen der Oberkante des Nestes und der Heckenoberkante senkrecht über dem Nest (in cm)
7. Gesamthöhe des Brutstrauches: Höhe der Hecke am Neststandort (in cm)
8. Entfernung Nest/Strauchmitte: Distanz zwischen der Mitte des Nestes und der Strauchmitte (in cm)
9. Entfernung Nest/Strauchperipherie: Distanz zwischen der Mitte des Nestes und dem äußeren Strauchrand. Liegt das Nest nicht in der Strauchmitte, ergeben sich 2 Meßwerte (1 x kürzere, 1 x längere Distanz (in cm))
10. Entfernung Strauchmitte/-peripherie: Maß für den Brutstrauchdurchmesser (1 x nah, 1 x weit vgl. 9 (in cm))
11. Nestexposition: Ausrichtung des Nestes in eine bestimmte Himmelsrichtung
12. Ausschlußf: Richtung und Entfernung des Ausschlußfes aus dem Strauch in Beziehung zum Nest (nicht immer feststellbar)
13. Nestverankerung: Einbau des Nestes in den Brutstrauch a) in einer Astgabel, b) quer auf einem Ast, c) verwoben oder d) anders
14. Stärke der nesttragenden Äste: Mittlerer Durchmesser der beteiligten Aststärkeklassen
15. Lichtmengenwerte: Ergebnisse der Ozalid-Lichtmengenmessungen

4.2.3 Auswertung

Rauminhalte der Niststräucher: Die Rauminhalte der Brutsträucher wurden mit Hilfe der Formel zur Berechnung eines Zylindervolumens ($\Pi \times r^2 \times h$) bestimmt. Exemplarisch durchgeführte exakte Vermessungen einiger Sträucher ergaben mit den errechneten Werten so gute Übereinstimmungen, daß diese Methode zur Ermittlung der Brutstrauch-Raummaße geeignet erschien.

Aststärke der Nestträger: Zur Berechnung der Aststärkeklassen der an der Befestigung des Nestes beteiligten Äste wurde deren Durchmesser bestimmt. Die gefundenen Aststärken wurden in 5 Klassen eingeteilt (1: $\leq 0,9$ cm, 2: 1,0-1,9 cm, 3: 2,0-2,9 cm, 4: 3,0-3,9 cm, 5: $\geq 4,0$ cm).

4.3 Statistische Bearbeitung

Die Berechnung der Artendiversität verschiedener Heckentypen wurde nach der Formel von SHANNON & WEAVER (MÜHLENBERG 1976) durchgeführt. Für den Vergleich der Artenzusammensetzungen der 4 Heckentypen wurde die Artenidentität gemäß $A = (x, y) / x + y$ Gemeinschaftskoeffizient nach BALOGH (1958) bestimmt. Hierbei wurden die Artenzahlen von 2 Heckentypen jeweils paarweise miteinander verglichen. Je größer der Gemeinschaftskoeffizient, desto ähnlicher ist die Artenzusammensetzung der verglichenen Heckentypen.

Die statistische Auswertung der Daten mehrerer unabhängiger Stichproben erfolgte unter Anwendung des H-Testes nach KRUSKAL und WALLIS (SACHS 1984). Bei Signifikanz auf dem Gesamtniveau folgte ein Test nach DUNN (GIBBONS 1976). Zwei unabhängige Stichproben wurden mit dem U-Test nach WILCOXON, MANN und WHITNEY miteinander verglichen (SACHS 1984). Expositionsunterschiede der Neststandorte wurden mit dem χ^2 -Test (SACHS 1984) geprüft, die mittlere Vorzugsrichtung wurde bestimmt sowie mit dem RAYLEIGH-Test auf Signifikanz überprüft (Schmidt-König 1975).

Zur Korrelations- und Regressionsanalyse wurden folgende einfache Funktionen benutzt: ax , $a+bx$, ae^{bx} , $1/a+bx$, $a+b/x$, $a+b \log x$, ax^b , $x/a+bx$. Die Korrelationskoeffizienten wurden gegen Null geprüft (SACHS 1984).

Im Text und in den Abbildungen und Tabellen bedeuten, wenn nicht anders vermerkt: hoch signifikant: $p < 0,001$ (***), signifikant: $p < 0,01$ (**), noch signifikant: $p < 0,05$ (*), (n. s.): $p > 0,05$ nicht signifikant.

4.3.1 Multivariate Berechnungen

Für die Anwendung der multivariaten Berechnungsmethoden wurde der Variablensatz auf insgesamt 11 Variablen reduziert, da die Parameter Niststrauchart, Heckentyp, Heckenschnitt nicht durch stetige Merkmale (Meßwerte) charakterisiert waren.

Zur Isolierung der für die Nistplatzwahl entscheidenden Komponenten wurde eine Hauptkomponentenanalyse (Faktorenanalyse) nach BMDP-4M (Version 1981) durchgeführt. Hierbei wird die Vielzahl der erfaßten Variablen in mehreren aufeinanderfolgenden Schritten auf Zusammenhänge hin überprüft und zu kooperierenden »Komplexmerkmalen« (Faktoren, Komponenten) zusammengefaßt. Im Optimalfall ergeben sich aus den Kombinationen aller Variablen wenige Faktoren, die die Nistplatzwahl bestimmende Elemente erklären. Die Beziehung der Meßwerte zu den einzelnen Faktoren ergeben sich aus deren Korrelationen (vgl. GLÜCK 1983a).

Mit Hilfe der schrittweisen Diskriminanzanalyse (BMDP-7M, 1981) wurden die Rohdaten (gemessenen Parameter) auf ihre Merkmalszusammenhänge hin getestet. Aus diesen bildet das Rechenverfahren lineare Kombinationen, d. h. neue Variablen, die sogenannten kanonischen Variablen. Hierdurch werden die einzelnen Klassen (Vogelarten) bezüglich ihrer Merkmale (Nistplatzwahl) so weit wie möglich voneinander getrennt. Aus dem ursprünglichen Variablensatz werden Koordinatenachsen gebildet, in denen die Klassen (Vogelarten) einen maximalen Abstand voneinander besitzen. Die Durchführung einer Clusteranalyse (BMDP-2M, 1981) diente der vereinfachten Darstellung der Struktur der Mittelwerte der an den Neststandorten ermittelten Variablen (Mittelwertcluster). Diese werden ihrer relativen Ähnlichkeit entsprechend zu Gruppen (Clustern) so lange zusammengefaßt, bis alle Elemente vereinigt sind. Je kleiner die ermittelten Unterschiede (»euklidische Distanz«) zwischen den Neststandorten verschiedener Vogelarten sind, desto ähnlicher sind die Ansprüche an Nestplatz- bzw. Heckenstrukturen.

Dank

Wir danken dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit für die finanzielle Unterstützung des Projektes »Ökologie der Hecke« (83 HS-028, Gl). Unser Dank gilt weiterhin den Mitarbeitern am oben genannten Projekt; die Zeichnungen fertigten B. LÖDIGE, N. MEYER, H. PLUM und H. PÖTTGENS an.

5. Ergebnisse

5.1 Die Vogelarten der Untersuchungsgebiete

Insgesamt konnten 63 Vogelarten in den beiden Heckengebieten registriert werden (Nütheim: 52 Arten, Seffent: 51 Arten). Die Artenspektren der beiden Standorte waren nicht identisch. Einige typische Waldbewohner (Spechte, Laubsänger) wurden ausschließlich in den Hecken in Nütheim regelmäßig (d. h. bei mehr als der Hälfte der Begehungen) beobachtet. Sie waren Brutvögel der benachbarten Wälder. In Seffent wurden dagegen häufiger Arten offener Landschaften (Feldbewohner: Rebhuhn, Fasan, Grauammer) registriert, die in der näheren Umgebung brüteten (Ausnahme: Wintergäste Rotdrossel und Bergfink) und die Hecken gelegentlich aufsuchten (Nahrungssuche, Deckung). 17 (etwa 27%) der 63 Arten brüteten in den Hecken der beiden Untersuchungsgebiete (Tab. 1). Sumpfrohrsänger und Goldammer (»Feldarten«, vgl. TISCHLER 1980 sowie PFISTER et al. 1986) brüteten nur in Seffent, Fitis, Zilpzalp, Rotkehlchen und Zaunkönig (»Waldarten«) nur in Nütheim.

Tab. 1. Zahl der Brutpaare in den beiden Untersuchungsgebieten.
Number of breeding pairs in both study areas.

Art	Nütheim	Seffent
Ringeltaube (<i>Columba palumbus</i>)	2	1
Zaunkönig (<i>Troglodytes troglodytes</i>)	1	-
Heckenbraunelle (<i>Prunella modularis</i>)	5	4
Sumpfrohrsänger (<i>Acrocephalus palustris</i>)	-	3
Gelbspötter (<i>Hippolais icterina</i>)	-	1
Gartengrasmücke (<i>Sylvia borin</i>)	2	2
Dorngrasmücke (<i>Sylvia communis</i>)	1	-
Klappergrasmücke (<i>Sylvia curruca</i>)	-	1
Fitis (<i>Phylloscopus trochilus</i>)	1	-
Zilpzalp (<i>Phylloscopus collybita</i>)	1	-
Rotkehlchen (<i>Eritacus rubecula</i>)	1	-
Misteldrossel (<i>Turdus viscivorus</i>)	1	-
Singdrossel (<i>Turdus philomelos</i>)	2	6
Amsel (<i>Turdus merula</i>)	9	13
Goldammer (<i>Emberiza citrinella</i>)	-	3
Grünling (<i>Carduelis chloris</i>)	-	1
Hänfling (<i>Acanthis cannabina</i>)	4	6
Summe Arten	12	11
Summe Brutpaare	30	42

5.2 Brutvögel in den Heckentypen

4 Arten brüteten in den einreihigen Kastenhecken: Amsel, Singdrossel, Heckenbraunelle und Hänfling (Tab. 2). Damit wies dieser Heckentyp die niedrigste Artenanzahl aller untersuchten Hecken auf. 9 Vogelarten wählten Nistplätze in den einreihigen Strauchhecken. Neben den 4 in den Kastenhecken vorkommenden Arten brüteten hier Ringeltaube, Klappergrasmücke, Misteldrossel, Grünling und Goldammer. Ringeltaube, Misteldrossel und Grünling brüteten in höheren Gehölzen, die in den Kastenhecken nicht vorhanden waren, so daß die Brutverbreitung dieser Arten in den Strauchhecken auf das Vorhandensein größerer Sträucher zurückzuführen sein dürfte. Die Klappergrasmücke nistete in solchen Heckenabschnitten, in denen ein Heckensaum ausgebildet war, der für das Nest einen seitlichen Sichtschutz bot.

Tab. 2. Brutvogelarten in den 4 verschiedenen Heckentypen.
Breeding species corresponding to the four different hedge types.

Art	Heckentyp			
	1	2	3	4
Ringeltaube (<i>Columba palumbus</i>)	—	*	—	—
Zaunkönig (<i>Troglodytes troglodytes</i>)	—	—	—	*
Heckenbraunelle (<i>Prunella modularis</i>)	*	*	*	—
Sumpfrohrsänger (<i>Acrocephalus palustris</i>)	—	—	*	—
Gelbspötter (<i>Hippolais icterina</i>)	—	—	*	—
Gartengrasmücke (<i>Sylvia borin</i>)	—	—	*	*
Dorngrasmücke (<i>Sylvia communis</i>)	—	—	*	—
Klappergrasmücke (<i>Sylvia curruca</i>)	—	*	*	—
Fitis (<i>Phylloscopus trochilus</i>)	—	—	—	*
Zilpzalp (<i>Phylloscopus collybita</i>)	—	—	—	*
Rotkehlchen (<i>Eritacus rubecula</i>)	—	—	—	*
Misteldrossel (<i>Turdus viscivorus</i>)	—	*	—	—
Singdrossel (<i>Turdus philomelos</i>)	*	*	*	*
Amsel (<i>Turdus merula</i>)	*	*	*	*
Goldammer (<i>Emberiza citrinella</i>)	—	*	*	—
Grünling (<i>Carduelis chloris</i>)	—	*	—	—
Hänfling (<i>Acanthis cannabina</i>)	*	*	*	—
Summe Arten	4	9	10	7

Mit insgesamt 10 Brutvogelarten wiesen die mehrreihigen Strauchhecken die höchste Artenzahl auf. Das Artenspektrum ähnelt dem der einreihigen Strauchhecken. Mit Klappergrasmücke, Dorngrasmücke und Gelbspötter brüteten in den mehrreihigen Strauchhecken vier weitere für Heckenbiotope sehr typische Vogelarten. Auch der Sumpfrohrsänger zeigte eine Bindung an diesen Heckentyp, da die Brennessel als Nestträger nur hier am Heckenrand größere Bestände ausbilden konnte.

In den Niederwaldhecken brüteten insgesamt 7 Vogelarten, von denen Fitis, Zilpzalp, Rotkehlchen und Zaunkönig in keinem der anderen Heckentypen brütend nachgewiesen werden konnten. Alle 4 Arten sind keine typischen Strauch-

brüter, sondern errichteten ihre Nester in Bodennähe oder am Boden. Neben diesen nisteten hier Amsel, Singdrossel und Gartengrasmücke. Charakteristische Heckenbrüter wie Heckenbraunelle, Hänfling oder Klapper- und Dorngrasmücke fehlten.

5.2.1 Diversität und Artenidentität

Die einreihigen Kastenhecken wiesen innerhalb der 4 Heckentypen die niedrigste Vogelarten-Diversität auf ($H_s = 1,33$). Sie lassen sich damit als relativ artenarmen Heckentyp charakterisieren. Die drei anderen Heckentypen zeigten demgegenüber deutliche höhere Diversitätsindices: einreihige Strauchhecken $H_s = 1,97$, mehrreihige Strauchhecken $H_s = 2,06$ und Niederwaldhecken $H_s = 1,83$. In der Übertragung einer von REICHHOLF (1974) vorgenommenen Klassifizierung der Auswirkung menschlicher Einflüsse auf die Vogelartendiversität (menschliche Beeinflussung: schwach = $H_s = 2,05$, mittel = $H_s = 1,65$, stark = $H_s = 1,13$, sehr stark = $H_s = 0,05$) können die Kastenhecken als stark bis mittelmäßig, die 3 anderen Heckentypen als weniger stark anthropogen beeinflusst charakterisiert werden. Bei der Betrachtung der Pflegerhythmik der einzelnen Heckentypen (Typ 1: jährlicher Schnitt, Typ 2, 3, 4: in größeren Abständen) kann diese Einteilung wohl auf die Verhältnisse in den Untersuchungsgebieten übertragen werden.

Diversitätsindizes ermöglichen zwar einige Aussagen über die Arten-Mannigfaltigkeit, sie liefern jedoch keine Interpretation bezüglich der Artenzusammensetzung eines Landschaftsausschnittes. Die Bestimmung des Gemeinschaftskoeffizienten (BALOGH 1958) zeigt, daß die Hecken der Typen 1 bis 3 untereinander eine ähnliche Artenzusammensetzung aufwiesen (Gemeinschaftskoeffizient: 0,29 bis 0,32) als einer dieser 3 Typen mit den Niederwaldhecken (GK: 0,13 bis 0,18). Einreihige und mehrreihige Strauchhecken ließen die einander ähnlichste Brutvogelgemeinschaft erkennen. Die Abtrennung der Niederwaldhecken basierte auf den 4 sogenannten »Waldarten«, die in den anderen Heckentypen fehlten.

5.2.2 Heckentyp und Nesterdichte

In den Kastenhecken wurden $1,52 \pm 1,53$ Nester ($n = 20$) je 100 m errichtet (Abb. 3). Die auffallend starke Streuung basiert auf einer sehr inhomogenen Verteilung der Brutvögel (Streuung: 0 bis 5,13 Nester pro 100 m). Mit $3,97 \pm 2,42$ Nestern je 100 m Hecke ($n = 38$) erreichten die einreihigen Strauchhecken die höchste Nesterdichte. Die mehrreihigen Strauchhecken lagen mit $3,77 \pm 1,52$ Nestern pro 100 m ($n = 42$) knapp darunter. Die geringeren Standardabweichungen weisen auf eine gleichmäßigere Besiedlung hin. Die Niederwaldhecken zeigten mit $3,06 \pm 0,28$ Nestern pro 100 m ($n = 9$) geringere Werte als die Strauchhecken, doch höhere als die Kastenhecken auf. Werden in den Niederwaldhecken nur die Strauchbrüter berücksichtigt (Vergleichbarkeit mit anderen Heckentypen), verringerte sich die Dichte auf $1,80 \pm 0,70$ Nester ($n = 5$).

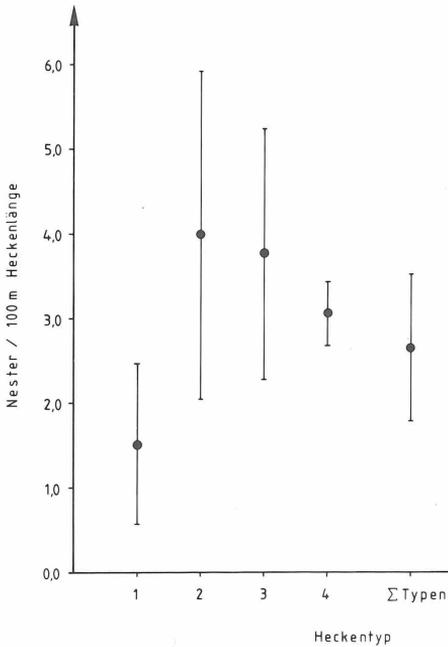


Abb. 3. Nester (aller Vogelarten) pro 100 m Hecke in den 4 Heckentypen (MW und 95% VB).
Number of nests per 100 m of each hedge type (Mean values and 95% confidence interval of the mean)

5.2.3 Brutpaar- und Nesterdichte der Amsel in den verschiedenen Heckentypen

Um Besiedlungsdichten der Heckentypen unabhängig von den Präferenzen bestimmter Vogelarten zu ermitteln, wurden die Daten der Amsel, die in allen Heckentypen brütete, herangezogen. Die Amseln suchten während der Brutzeit in der Regel nicht in den Hecken, sondern auf entfernteren Plätzen (Wiesen, Äcker, Golfplatz) nach Nahrung. So kann die Wahl einer bestimmten Hecke als Brutplatz mit großer Wahrscheinlichkeit auf Strukturmerkmale der Hecke zurückgeführt werden, und wird weniger durch Einflüsse, die vom unmittelbaren direkten Heckenumland ausgingen, bestimmt.

In den Kastenhecken siedelten pro 100 m die wenigsten Paare (0,33 Brutpaare/100 m, $n = 5$, Abb. 4). Die höchste Dichte wurde in den mehrreihigen (0,84 BP/100 m, $n = 8$) die zweithöchste in den einreihigen Strauchhecken erreicht (0,69 BP/100 m, $n = 7$). In den Niederwaldhecken wurde eine den einreihigen Strauchhecken vergleichbare Brutpaardichte ermittelt (0,67 BP/100 m, $n = 2$).

Die Nesterdichte war in den Kastenhecken sehr niedrig (0,65 Nester/100 m, $n = 9$, Abb. 4). In den einreihigen (2,18 N/100 m, $n = 22$), vor allem aber in den mehrreihigen Strauchhecken (2,72 N/100 m, $n = 26$) wurden erheblich höhere Dichten erreicht, in den Niederwaldhecken relativ niedrige (1,0 N/100 m, $n = 3$, vgl. Brutpaarzahl). Die mehrreihigen Strauchhecken wurden also von den Amseln am dichtesten besiedelt.

Aus den Brutpaar- und Nesterdichten läßt sich eine mittlere Zahl der von jedem Paar gebauten Nester errechnen. Im Mittel hat ein Amselbrutpaar in den Kastenhecken

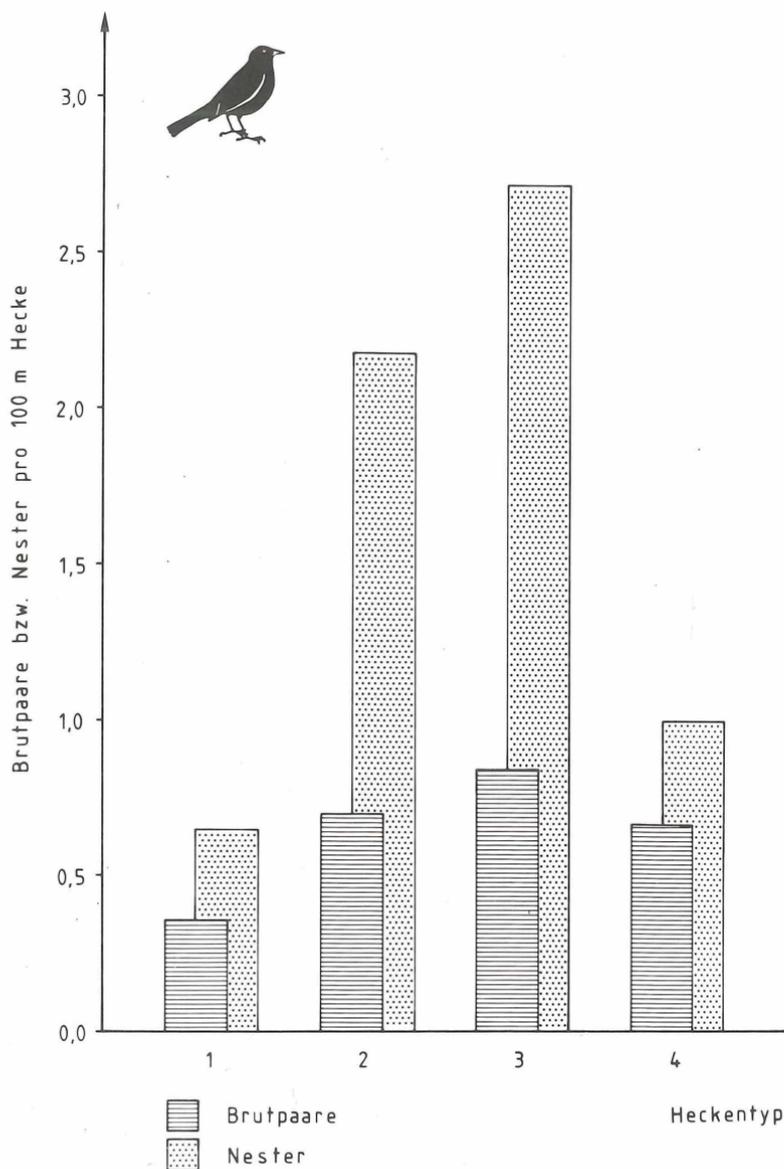


Abb. 4. Brutpaare bzw. Nester der Amsel (*Turdus merula*) pro 100 m Hecke in den 4 Heckentypen (MW und 95% VB).

Pairs/nests of Blackbirds per 100 m of each hedge type (Mean values and 95% confidence interval of the mean).

(1,83 Nester/Brutpaar) sowie in den Niederwaldhecken (1,5 N/BP) deutlich weniger Nester errichtet als in einreihigen (3,14 N/BP) oder mehrreihigen Stauchhecken (3,24 N/BP).

5.3 Beleuchtungsverhältnisse in den Hecken und an den Neststandorten

Zu Beginn der Vegetationsperiode (Mitte April) wiesen alle 4 Heckentypen mittlere Helligkeiten von 40-50% der im unbeschatteten Freiland gemessenen Lichtmengen auf. Mit der Blattentwicklung der Gehölze nahm die Helligkeit in allen Hecken stark ab. Die weitere Entwicklung der Lichtverhältnisse zeigte trotz eines in den verschiedenen Hecken ähnlichen Grundmusters Unterschiede zwischen den Heckentypen. Innerhalb von 2 Wochen sank die durchschnittliche relative Helligkeit bei steigender absoluter Lichtmenge (zunehmende Globalstrahlung) in allen Heckentypen bis um die Hälfte. Die Lichtreduktion verlief in den einzelnen Heckentypen mit unterschiedlicher Intensität. In den Hecken der Typen 1 bis 3 wurden um den 20. Mai relative Lichtwerte von unter 20%, in den Niederwaldhecken ca. 30% relativer Helligkeit erreicht. Dies bedeutet, daß die Deckungsverhältnisse in den Niederwaldhecken zu Beginn der Hauptbrutperiode (Mitte Mai) insgesamt erheblich ungünstiger waren als in den anderen Heckentypen. Die niedrigsten mittleren Lichtmengen von 13,5% wurden in den einreihigen Strauchhecken gemessen. Dort war es um den Faktor 2,2 dunkler als in den Niederwaldhecken. Dies erklärt, warum zu dieser Zeit in den Niederwaldhecken noch kein Nest gebaut wurde, während die Vögel in den anderen Heckentypen bereits brüteten. Die starken Unterschiede in den Beleuchtungsverhältnissen der verschiedenen Heckentypen wurden im Laufe des Mai nahezu vollständig ausgeglichen. Am 7. Juni 1985 (Messung v. 6.-8. Juni) lagen die Lichtwerte aller 4 Heckentypen bei Werten zwischen 10 und 14,5% relativer Helligkeit recht eng zusammen. In den ein- und mehrreihigen Strauchhecken wurden wiederum die niedrigsten Werte erreicht (10,5 bzw. 12,5%). Die Niederwaldhecken wiesen jetzt ähnliche Verhältnisse auf, zeigten jedoch immer noch die höchsten Lichtwerte (14,5%). Ab Mitte bis Ende Juni wurden in Kasten- und Strauchhecken wieder erhöhte Lichtmengenwerte gemessen. Die Niederwaldhecken verzeichneten hingegen noch eine leichte Helligkeitsabnahme. Die Zunahme der Lichtwerte in den erstgenannten Hecken könnte auf einer Reduktion der Blattbiomasse durch den Blattfraß phytophager Insekten beruhen (LANGE 1982). Insbesondere der in diesen Hecken dominierende Weißdorn war hiervon teilweise stark betroffen. Da Weißdorn in den Niederwaldhecken nur in geringer Menge vorkam, fehlte dieser (mögliche) Effekt hier.

Im Herbst stiegen die Lichtwerte mit dem Laubfall stark an und erreichten im November wiederum Werte von 40-50% relativer Helligkeit (Luxmetermessungen).

Die Nester aller 6 näher untersuchten Vogelarten lagen an relativ dunklen Standorten (Abb. 5). Kaum einer der Fixmeßpunkte erreichte derart niedrige Lichtmengenwerte wie die von den Vögeln gewählten Neststandorte. Die mittlere Lichtmenge aller Nester betrug $6,3 \pm 4,2\%$ der an unbeschatteter Stelle gemessenen Werte ($= 100\%$) ($n = 83$).

Die dunkelsten Standorte wählte der Hänfling aus (1,1–9,4%, $\bar{x}=4,2\pm 2,3\%$, $n=15$). Amselnester erhielten im Mittel das meiste Licht (1,3–33,4%, $\bar{x}=7,2\pm 5,8\%$, $n=45$). Die Lichtmengen an den Nestern dieser beiden Arten unterschieden sich noch signifikant voneinander (M-W-U-Test, $p<0,05$).

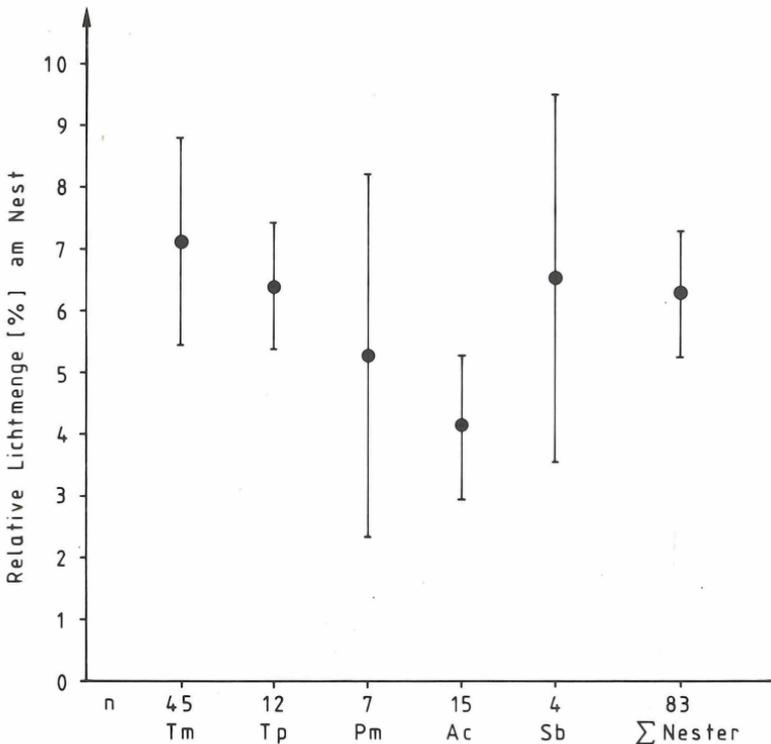


Abb. 5. Relative Lichtmenge (in % der unbeschatteten Exposition) an den Nestern der Brutvogelarten (MW und 95% VB, Abkürzungen siehe Abb. 7).

Mean light influx (in % of full sunlight value) at nest sites of the species (Mean values and 95% confidence interval of the mean, abbreviations see Fig. 7).

Die Lichtmengen an den Nestern der Singdrossel (3,3–8,8%, $\bar{x}=6,4\pm 1,8\%$, $n=12$), Heckenbraunelle (1,1–11,6%, $\bar{x}=5,3\pm 4,0\%$, $n=7$) und Gartengrasmücke (3,8–11,6%, $\bar{x}=6,5\pm 3,0\%$, $n=4$) lagen dazwischen. Die Nesthelligkeiten von Singdrossel und Hänfling unterschieden sich noch signifikant voneinander ($p<0,05$). Sumpfrohrsängernester wiesen im Mittel geringfügig höhere Lichtmengenwerte auf (1,1–17,8%, $n=2$). Sie sind jedoch mit denen der Heckenbrüter nicht direkt vergleichbar, da der Sumpfrohrsänger sein Nest nur an Heckensträucher (Rose) anlehnte, nicht aber in den Heckengehölzen selbst brütete.

Unterschiede in den Beleuchtungsverhältnissen in den verschiedenen Heckentypen ließen vermuten, daß auch die Nester in Abhängigkeit vom gewählten Heckentyp

unterschiedliche Lichtmengen erhielten. Dies war jedoch nicht der Fall. Die Amselnester wiesen zwar in den 4 verschiedenen Heckentypen unterschiedliche Lichtmengenwerte auf (Tab. 3), doch lagen diese so eng beisammen und zeigten so starke Streuungen, daß sie als identisch angesehen werden müssen ($p > 0,05$).

Tab.3. Relative Lichtmenge (in %) an Nestern der Amsel (*Turdus merula*) in verschiedenen Heckentypen und Straucharten im Vergleich zur unbeschatteten Exposition (=100%).

(MW und Standardabweichung).

Mean light influx (in %) at Blackbird nests in different hedge types (above) and shrub species (below) in relation to overall light influx (=100%)

(Mean and standard deviation).

Heckentyp	Lichtmenge ($\bar{x} \pm s$)	Anzahl
1	5,5 \pm 3,4	7
2	6,7 \pm 6,7	22
3	9,1 \pm 4,5	6
4	6,2 \pm 0	1
Strauchart	Lichtmenge ($\bar{x} \pm s$)	Anzahl
Crataegus	8,2 \pm 6,8	23
Prunus	6,4 \pm 5,0	3
Sambucus	4,3 \pm 2,6	9
Corylus	9,4 \pm 5,9	2

Zwischen der Helligkeit am Nestort und der Niststrauchart bestand ebenfalls keine signifikante Beziehung ($p > 0,05$, Tab. 3). Somit zeigten alle 4 Heckentypen sowie die verschiedenen Niststraucharten bezüglich des Faktors Nesthelligkeit qualitativ ähnliche Verhältnisse. Die beobachtete stärkere Besiedlung (= Bevorzugung) der Strauchhecken wies jedoch auf eine bessere Eignung dieser Hecken als Bruthabitate hin. Sie kann demnach wohl nur auf die dort vorhandene größere Zahl an geeigneten Nistorten zurückzuführen sein, nicht auf eine bessere »Qualität« des einzelnen Neststandortes.

5.4 Die Position der Nester in den Hecken

5.4.1 Wahl des Niststrauches

Die Amsel errichtete 27 (61%) Nester in Weißdorn (Tab. 4). In Holunder wurden 10 (23%), in Schlehe 3 (7%), in Rose und Stachelbeere je 1 (2%) Amselnest(er) gebaut. Die Singdrossel brütete ebenfalls vorrangig in Weißdorn (5, 50,0%) und Holunder (4; 40,0%). Auch die Heckenbraunelle nistete häufig in Weißdorn (6; 85,7%). Der Hänfling brütete vorwiegend in Stachelbeer-Büschen (8; 50,0%). Neben diesen besiedelte er Weißdorn (3; 19%), Rose (2; 12,5%) und einige andere kleinere Sträucher (je 1 mal Clematis, Liguster, Schlehe). Die 4 Gartengräsmücken-Nester befanden sich in Schlehe, Rose, Stachelbeere und Clematis. Der Sumpfrohrsänger brütete in den Brennessel-bestandenen Saumbereichen der Strauchhecken. 2 der 3 Nester waren außer an Brennessel-Stengeln noch an Rosen-Sträuchern befestigt.

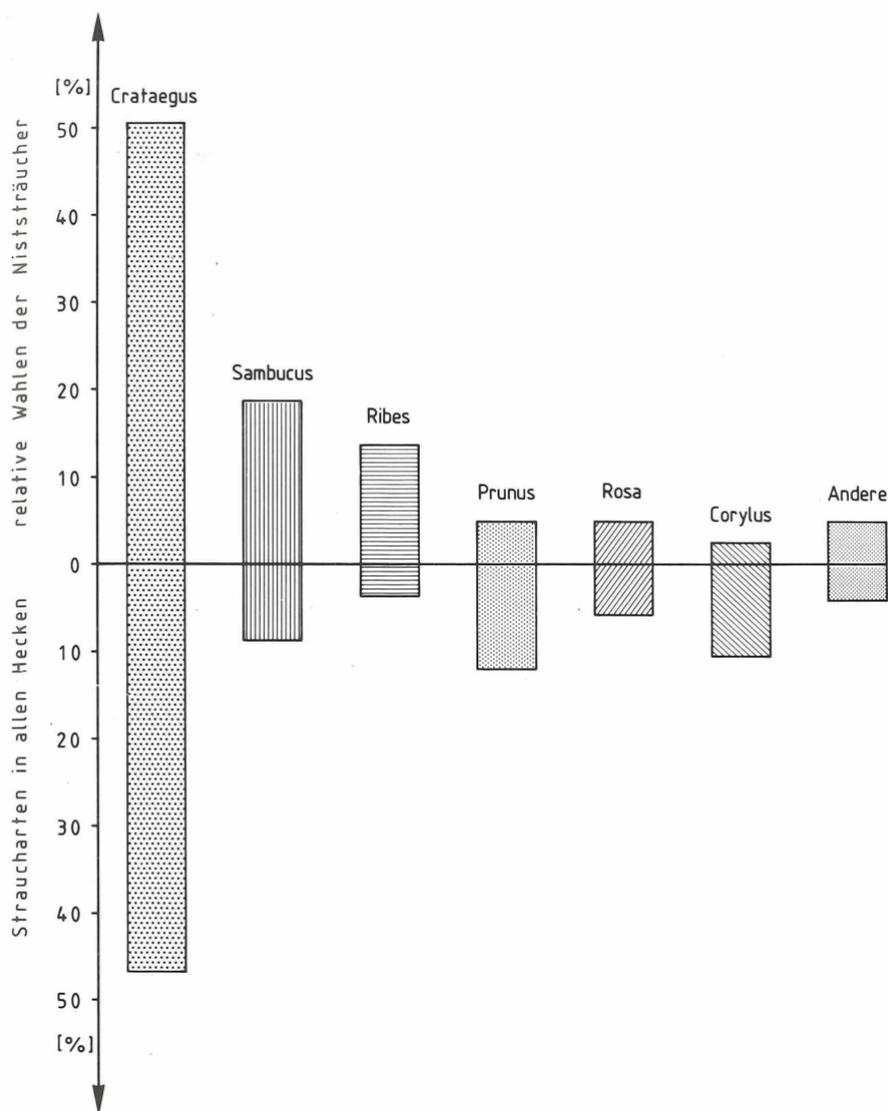


Abb. 6. Strauchartenanteile in allen Hecken (in %, unten) und relative Wahlen der Niststräucher durch die Brutvogelarten (Amsel, Singdrossel, Heckenbraunelle, Hänfling, Gartengrasmücke, Sumpfrohrsänger, in %, oben).

Percentage of shrub species combined in all hedges (in %, below), and choices of shrub species as nesting shrubs by the birds (i. e. Blackbird, Songthrush, Dunnock, Linnet, Garden Warbler, Marsh Warbler, in %, above).

Die Beurteilung der Wahl bestimmter Straucharten sollte jedoch nicht absolut, sondern nur in Relation zu deren Häufigkeit in den Untersuchungsgebieten (Abb. 6) durchgeführt werden. So zeigt der Gesamtüberblick, daß Weißdorn, Rose und die in der Spalte »andere« zusammengefaßten Straucharten (Liguster, Clematis) in etwa in dem Maß als Nistsubstrat gewählt wurden, wie es der Häufigkeit dieser Sträucher in den Gebieten entsprach (Abb. 6). Haselnuß und Schlehe wurden relativ betrachtet seltener, Holunder und Stachelbeere hingegen häufiger als erwartet als Niststrauch gewählt (im Ggs. hierzu vgl. PUCHSTEIN 1980, ZWÖLFER et al. 1984).

Tab. 4. Verteilung der Nester auf die verschiedenen Straucharten.
Distribution of nests in number (n) and %

Art		<i>Corylus</i>	<i>Prunus</i>	<i>Crataegus</i>	<i>Sambucus</i>	<i>Rosa</i>	<i>Ribes</i>	Andere
Amsel	(n)	2	3	27	10	1	1	—
	(%)	4,5	6,8	61,4	22,7	2,3	2,3	—
Singdrossel	(n)	—	—	5	4	—	1	—
	(%)	—	—	50,0	40,0	—	10	—
Heckenbraunelle	(n)	—	—	6	1	—	—	—
	(%)	—	—	85,7	14,3	—	—	—
Hänfling	(n)	—	—	3	—	2	8	3
	(%)	—	—	18,75	—	12,5	50,0	18,75
Gartengrasmücke	(n)	—	1	—	—	1	1	1
	(%)	—	25,0	—	—	25,0	25,0	25,0
Sumpfrohrsänger	(n)	—	—	—	—	—	—	3
	(%)	—	—	—	—	—	—	100,0
Gesamt		2	4	41	15	4	11	7
		2,4	4,8	48,8	17,9	4,8	13,1	8,3

Eine im Verhältnis zu ihrer Häufigkeit über- bzw. unterproportionale Nutzung bestimmter Straucharten dürfte in erster Linie auf deren Eignung als Nistsubstrat zurückzuführen sein. So bot die Haselnuß mit einer geringen Verzweigungsintensität im unteren Gehölzabschnitt nur wenig Möglichkeiten, Nester zu verankern. Die starke Frequentierung der Stachelbeer-Büsche ist vor allem auf die Besiedlung durch den Hänfling zurückzuführen. Stachelbeeren waren vorwiegend in den Kasten- und einreihigen Strauchhecken verbreitet, die beide vom Hänfling verstärkt besiedelt wurden.

Holunder wurde vor allem von den beiden Drosselarten gewählt, vermutlich, weil die Nester in den zentralen starken Ästen relativ stabil eingebaut werden konnten. Weißdorn und Rose wurden entsprechend ihrer Häufigkeit als Nistsubstrat gewählt, doch weisen andere Untersuchungen (PUCHSTEIN 1980, JAKOBER & STAUBER 1981) auf eine Bevorzugung dornentragender Sträucher durch bestimmte Heckenbrüter hin.

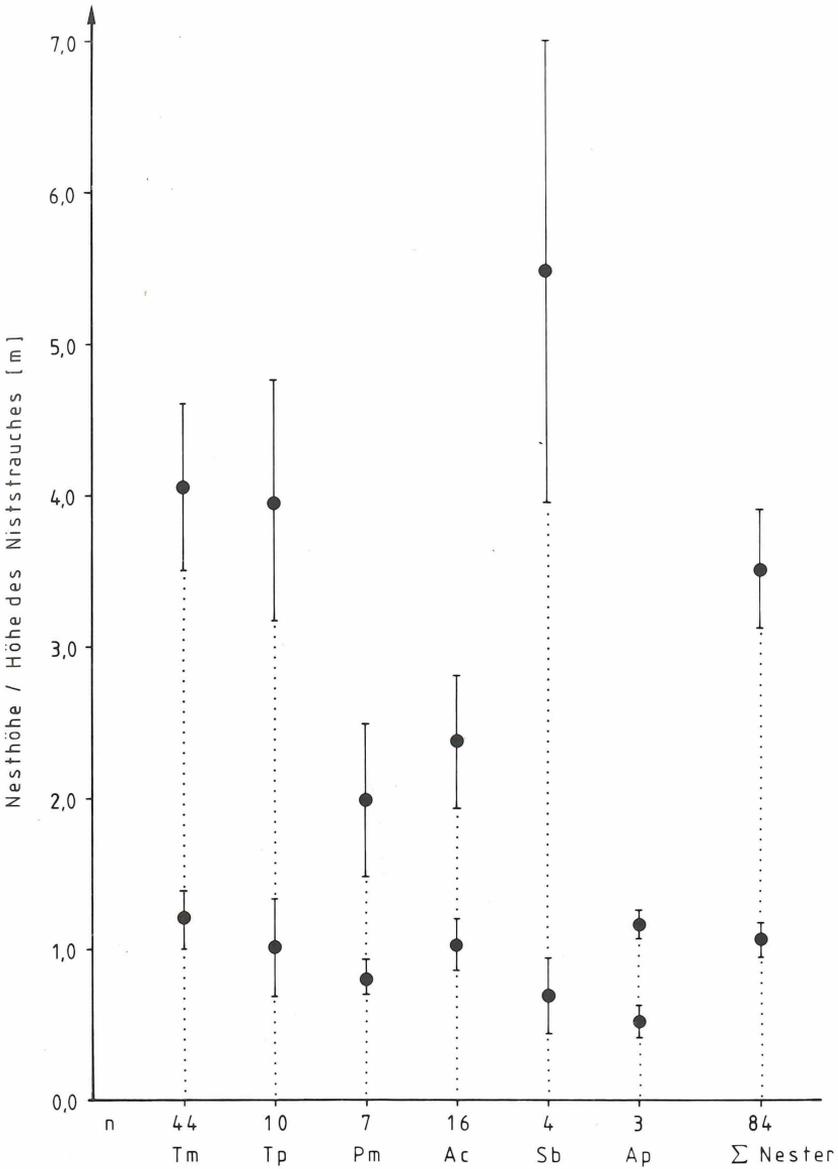


Abb. 7. Nesthöhe und (darüber) Höhe des Niststrauches (MW und 95 % VB).

Tm = Amsel

Ac = Hänfling

Tp = Singdrossel

Sb = Gartengrasmücke

Pm = Heckenbraunelle

Ap = Sumpfrohrsänger

Height of the nests above ground (below) and (above) height of the nesting shrubs (Mean values and 95% confidence interval of the mean)

Tm = Blackbird

Ac = Linnet

Tp = Songthrush

Sb = Garden Warbler

Pm = Duncock

Ap = Marsh Warbler

5.4.2 Nesthöhe

Die Amsel errichtete ihre Nester an den höchsten Standorten (50 – 420 cm, $\bar{x} = 120 \pm 61$ cm, $n = 44$, Abb. 7), sie ließ eine starke Streuung erkennen. Sie errichtete ihre Nester signifikant höher als Heckenbraunelle ($p < 0,05$), Gartengrasmücke ($p < 0,05$) und Sumpfrohrsänger ($p < 0,001$).

Die Neststandorte von Singdrossel (55 – 160 cm, $\bar{x} = 102 \pm 33$ cm, $n = 10$) und Hänfling (55 – 200 cm, $\bar{x} = 103 \pm 35$ cm, $n = 16$) wiesen beide etwa die gleiche mittlere Nesthöhe auf, auch in der Streuung ähnelten sie sich. Die Höhe der Singdrosselnester unterschied sich nur von den Nestern des Sumpfrohrsängers signifikant ($p < 0,01$).

Heckenbraunelle (65 – 111 cm, $\bar{x} = 82 \pm 16$ cm, $n = 7$) und Gartengrasmücke (50 – 114 cm, $\bar{x} = 75 \pm 25$ cm, $n = 4$) errichteten ihre Nester in niedriger Höhe. Beide Arten zeigten eine relativ geringe Streuung um ihre mittlere Nesthöhe. Die Nester der Heckenbraunelle lagen an (noch) signifikant höheren Standorten als die des Sumpfrohrsängers ($p < 0,05$), unterschieden sich in der Nesthöhe nicht signifikant von denen des Hänflings. Der Hänfling brütete signifikant höher als der Sumpfrohrsänger ($p < 0,01$), nicht signifikant höher als die Gartengrasmücke. Der Sumpfrohrsänger nistete an den niedrigsten Standorten (40 – 63 cm, $\bar{x} = 52 \pm 10$ cm, $n = 3$), die Streuung um den Mittelwert war relativ gering.

5.4.3 Maße der Niststräucher

Die beiden Drosselarten brüteten in Niststräuchern von durchschnittlich 4 m Höhe (Abb. 7). Die Amsel (140 – 800 cm, $\bar{x} = 405 \pm 188$ cm, $n = 44$) zeigte bei der Wahl der Niststrauchhöhe eine höhere Variabilität als die Singdrossel (140 – 540 cm, $\bar{x} = 397 \pm 129$ cm, $n = 10$). Deutlicher unterschieden sich die beiden Arten jedoch hinsichtlich der Rauminhalte der von ihnen als Niststrauch genutzten Gehölze (Abb. 8). Während die Amsel in Sträuchern aller vorhandenen Formate brütete (0,5 – 249,5 m³, $\bar{x} = 47,9 \pm 65,4$ m³, $n = 44$), besiedelte die Singdrossel im Mittel voluminösere Niststräucher (0,4 – 177,8 m³, $\bar{x} = 74,6 \pm 62,6$ m³, $n = 10$). Die Heckenbraunelle (Höhe: 120 – 330 cm, $\bar{x} = 199 \pm 68$ cm/Volumen: 0,4 – 12,5 m³, $\bar{x} = 3,5 \pm 4,1$ m³, $n = 7$) und der Hänfling (Höhe: 140 – 420 cm, $\bar{x} = 238 \pm 90$ cm/Volumen: 0,3 – 49,0 m³, $\bar{x} = 6,6 \pm 12,5$ m³, $n = 16$) nisteten überwiegend in kleinen und geringvolumigen Sträuchern. Die Gartengrasmücke brütete in den höchsten (410 – 780 cm, $\bar{x} = 548 \pm 156$ cm, $n = 4$) und voluminösesten (44,7 – 123,8 m³, $\bar{x} = 85,2 \pm 39,6$ m³, $n = 4$) Gehölzen. Der Sumpfrohrsänger errichtete seine Nester in sehr niedriger Vegetation (105 – 125 cm, $\bar{x} = 85,2 \pm 39,6$ m³, $n = 3$). Ein Strauchvolumen (Nester zwischen Brennessel und Rose verwoben) ließ sich nicht korrekt ermitteln.

Amsel, Singdrossel und Gartengrasmücke wählten somit signifikant ($p < 0,001$ bzw. 0,01) höhere und größervolumige Niststräucher als Heckenbraunelle und Hänfling. Der Sumpfrohrsänger unterschied sich durch die Wahl einer geringen Niststrauchhöhe (Brennessel-Rose) signifikant von den anderen 5 Arten. Singdrossel und Gartengrasmücke wählten voluminösere Sträucher als die Amsel ($p < 0,1$).

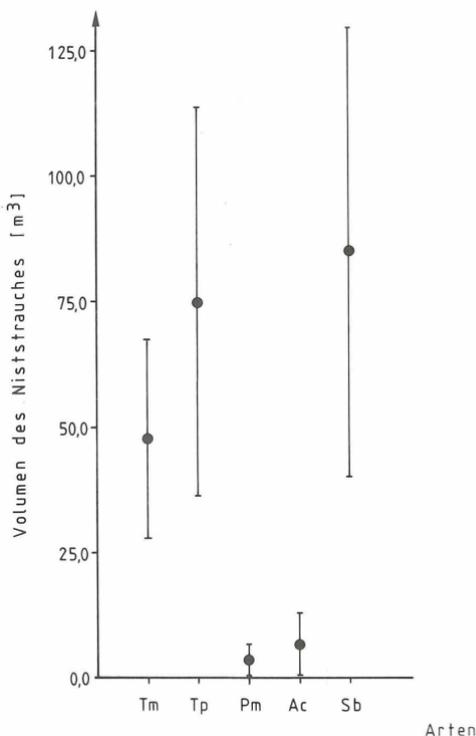


Abb. 8. Volumen des Niststrauches (MW und 95% VB, Abkürzungen siehe Abb. 7).

Volume of the nesting shrub (Mean values and 95% confidence interval of the mean, abbreviations see Fig. 7).

5.4.4 Einfluß der Strauchhöhe auf die Nesthöhe (Amsel)

Die Höhe der Amselnester stieg mit zunehmender Vegetationshöhe an (Abb. 9: Funktion der Beziehung: $y = a \cdot e^{b \cdot x}$, $r = 0,89$, $p < 0,001$). Je höher der gewählte Niststrauch war, desto höher im Strauch lag das Nest. Bei den übrigen Arten konnte eine Beziehung zwischen Strauch- und Nesthöhe, vermutlich aufgrund des (pro Art) geringen Datenumfanges, nicht ermittelt werden ($r < 0,15$, $p > 0,05$).

5.4.5 Lage der Nester im Niststrauch

Amsel und Singdrossel errichteten ihre großen und schweren Nester überwiegend (Amsel/77%, $n = 34$, Abb. 10) oder ausschließlich (Singdrossel, $n = 10$) im Zentrum (am Stamm) der Sträucher. In aller Regel waren sie an den zentralen Stamm/die zentralen Stämme direkt angelehnt bzw. in eine zentrale Astgabel eingebaut. Heckenbraunellennester ($n = 7$) befanden sich zu 43% im Strauchzentrum, zu 57% waren sie gegen die Strauchperipherie verschoben. Hänflinge errichteten ihre Nester ($n = 16$) zu etwa 50% im Zentrum, zu 50% außerhalb. Die Nester der Gartengras-

mücke ($n = 4$) lagen alle im Bereich der Strauchperipherie. Die mittlere prozentuale Entfernung der Nester vom Strauchzentrum (Strauchzentrum = 0%, Peripherie = 100%) betrug für die Amsel $7 \pm 13\%$ ($n = 44$), für die Singdrossel 0% ($n = 10$). Nach außen hin folgten Heckenbraunelle ($25 \pm 27\%$, $n = 7$), Hänfling ($32 \pm 33\%$, $n = 16$) und Gartengräsmücke ($41 \pm 18\%$, $n = 4$). Die großen Standardabweichungen bei allen Arten (Ausnahme Singdrossel) verdeutlichen die bezüglich der vertikalen Lage des Nestes beträchtliche Variabilität.

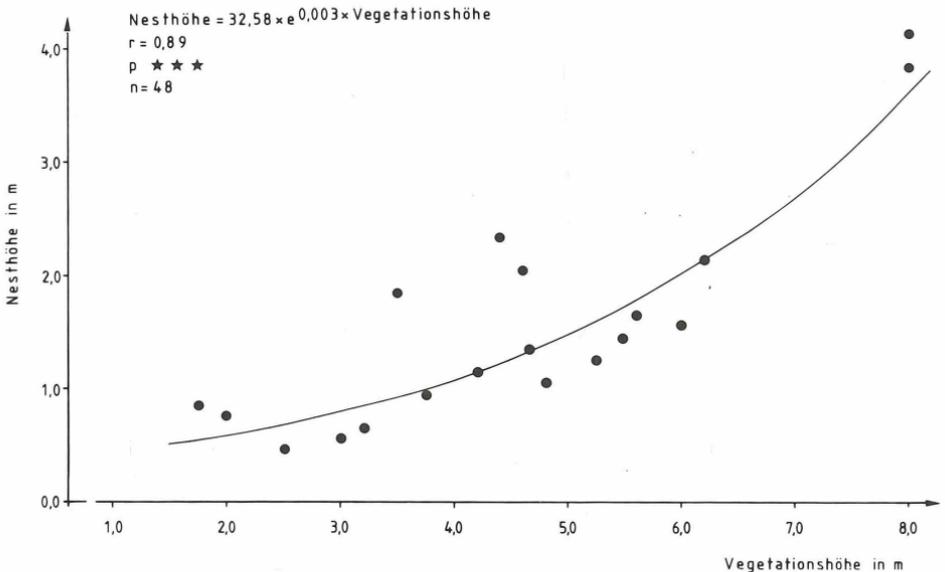


Abb. 9. Nesthöhe der Amsel in Abhängigkeit von der Höhe des Niststrauches.
 Height of Blackbird nests above ground in relation to shrub height.

5.4.6 Exposition und Verankerung der Nester

32 (= 39,5%) der insgesamt 81 untersuchten Nester (ohne Sumpfrohrsänger) lagen direkt im Strauchzentrum und ließen somit eine Exposition in eine bestimmte Himmelsrichtung nicht erkennen. 49 Nestern (= 60,5%) konnte eine Orientierung zugeordnet werden. 33 (= 67,4%) dieser 49 Nester waren in östlicher Richtung (Nordosten, Osten, Südosten) orientiert, nur 16 (= 32,6%) lagen in anders orientierten Strauchbereichen (Abb. 11). Die Verteilung der Nester unterschied sich hoch signifikant von einer Gleichverteilung (χ^2 -Test, $p < 0,001$). Die Vögel legten ihre Nester somit nicht zufällig auf irgendeiner Seite des Strauches an, sondern bevorzugten die Nordostseite der Gehölze (Mittlere Vorzugsrichtung: $44,6 \pm 65,8^\circ$, $r = 0,341$, $p < 0,01$, RAYLEIGH-Test).

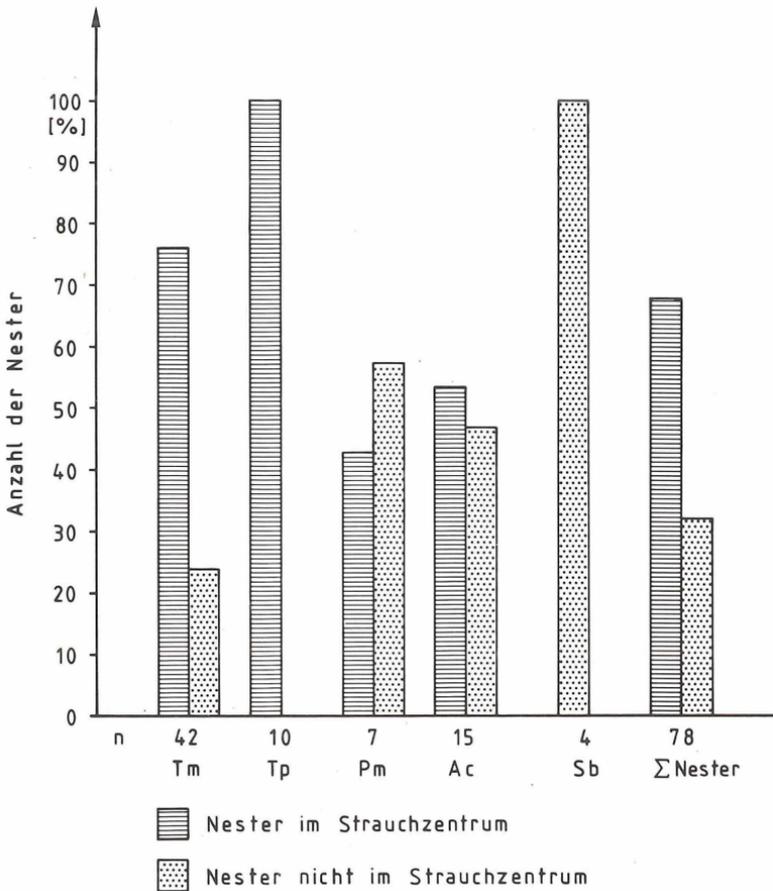


Abb. 10. Anzahl der im Strauchzentrum (= am Stamm) und zentrumsfern gelegenen Nester (in %, Abkürzungen siehe Abb. 7).

Distribution of nests in the shrub centre and peripheral regions (%; abbreviations see Fig. 7).

Je schwerer und größer ein Nest ist, desto kräftiger sollte die Nestunterlage sein. Die Stärke der Nestunterlage stieg mit dem Gewicht der Nester an (Funktion: $y = ax^b$, $r = 0,98$, $p = < 0,001$, $n = 84$, Abb. 12). Die Tragfähigkeit der Nestunterlage wird dabei im Wesentlichen von Anzahl und Stärke der an der Nestverankerung beteiligten Äste bestimmt. Die Nester von Amsel (Aststärkeklasse $3,9 \pm 1,2$, $n = 44$) und Singdrossel (ASK $3,68 \pm 0,7$, $n = 10$) wurden auf den stärksten Nestunterlagen errichtet. Diese Aststärken waren vorrangig im Bereich der Strauchmitte zu finden, was die Bevorzugung der Strauchzentren erklärt.

Heckenbraunellen-Nester waren an deutlich dünneren Unterlagen (ASK $1,9 \pm 0,8$, $n = 7$) befestigt. Sie unterschieden sich noch signifikant von denen der Amsel ($p < 0,05$), nicht signifikant jedoch von denen der Singdrossel ($p > 0,05$). Die dünnsten

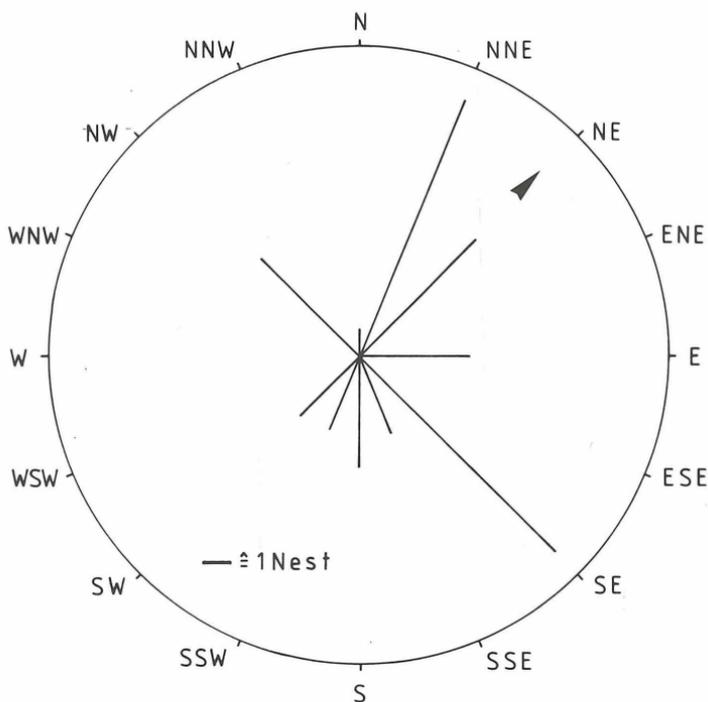


Abb. 11. Exposition der Nester im Strauch (Mittelpunkt = Strauchzentrum). Der Pfeil markiert die errechnete Vorzugsrichtung, Vektor $r = 0,341$, $p < 0,01$ (RAYLEIGH-Test).

Compass direction of nests in the shrubs (centre = middle of shrubs). Arrow indicates the calculated mean direction, vector $r = 0,341$, $p < 0,01$ (RAYLEIGH-Test).

Nestunterlagen wiesen die Nester von Hänfling (ASK $1,4 \pm 0,7$, $n = 16$), Gartengrasmücke (ASK $1,25 \pm 0,3$, $n = 4$) und Sumpfrohrsänger auf (ASK $1,0 \pm 0$, $n = 3$). Die Nestträger des Hänflings unterschieden sich noch signifikant von denen der beiden Drosselarten ($p < 0,05$). Hänfling, Heckenbraunelle und Gartengrasmücke zeigten durch ihre Wahl geringer Aststärken eine gewisse Bindung an Jungholzstrukturen. Zu einer intensiven Jungholzbindung kam es im Wesentlichen im Bereich der Schnitthecken. Während Heckenbraunelle und Hänfling in Jungholzstrukturen stammnah im Bereich der Schnittstellen brüteten, nistete die Gartengrasmücke in dünnen Aststrukturen in den äußeren Strauchbereichen.

5.5 Ergebnisse der multivariaten Berechnungen

5.5.1 Faktorenanalyse (Hauptkomponentenanalyse)

Die an den Nestern gemessenen Parameter (Variablen) wurden 3 Faktoren zugeordnet. Diese 3 Faktoren reproduzieren insgesamt 76,7% der Gesamtvarianz (Kommunalität) der Variablen innerhalb der 5 untersuchten Arten (Amsel, Singdrossel, Heckenbraunelle, Hänfling, Gartengrasmücke; Korrelation der Faktoren zu den Variablen vgl. Tab. 5).

Tab. 5. Faktorenanalyse: Korrelationskoeffizienten zwischen Nest- und Niststrauchparametern (Variablen) und den Faktoren (nur Korr. koeff. > 0,45)
(kum. Var. = kumulative Varianz, % Var./Faktor = % der vom einzelnen Faktor erklärten Varianz.).

Factor analysis: Correlation of components to the extracted factors (only correl. > 0,45).

Variable	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3
HH	0,69	—	—
NH	0,45	0,82	—
SHRUN	—	0,90	—
DNZ	—	—	-0,82
DNPO	0,87	—	—
DNPW	0,84	—	—
DNSW	0,86	—	—
DNSB	0,85	—	—
MAD	—	—	0,75
LUX	—	—	0,49
VOLN	0,85	—	—
Eigenvalue	5,92	1,47	1,05
% kum. Var.	53,8	67,1	76,7
% Var./Faktor	53,8	13,3	9,6

- HH = Höhe des Niststrauches (height of nesting shrub)
 NH = Nesthöhe (nest height)
 SRHUN = Vegetationshöhe über dem Nest (height of vegetation above nest)
 DNZ = Distanz Nest – Strauchzentrum (distance nest – shrub centre)
 DNPO = Distanz Nest – Strauchperipherie (nah) (near distance nest – shrub periphery)
 DNPW = Distanz Nest – Strauchperipherie (weit) (far distance nest – shrub periphery)
 DNSW = Distanz Strauchzentrum – Strauchperipherie (weit) (far distance shrub centre – shrub periphery)
 DNSB = Distanz Strauchzentrum – Strauchperipherie (nah) (near distance shrub centre – shrub periphery)
 MAD = Mittlere Astdicke der Nestunterlage (mean diameter of nest-carrying branches)
 LUX = Relative Lichtmenge am Nest (mean light influx in % at nest site)
 VOLN = Volumen des Brutstrauches (volume of nesting shrub)

Faktor 1 repräsentiert im Wesentlichen Niststrauchmaße (alle Korrelationen positiv). Er erklärt 58,3% der Gesamtvarianz. Mit zunehmender Strauchhöhe (HH) nahm das Volumen der Sträucher (VOLN) sowie der Abstand zwischen Strauchzentrum bzw. Neststandort und der Strauchperipherie (DNPO, DNPW, DNSW, DNSB) zu. Je größer und voluminöser der Strauch war, desto höher lag das Nest im Strauch (NH).

Faktor 2 ist positiv korreliert mit Nesthöhe und Höhe des Vegetationskörpers über dem Nest (SRHUN), d. h. er bezieht sich auf vertikale Nestparameter. Dies bedeutet, daß mit der Nesthöhe auch die Höhe des Vegetationskörpers über dem Nest anstieg (Deckung von oben!).

Faktor 3 zeigt eine positive Korrelation zur mittleren Aststärke der Nestträger (MAD) und (eine schwächere) zur Lichtmenge am Neststandort (LUX), eine negative Korrelation zur Entfernung des Nestes vom Strauchzentrum (DNZ). Mit zunehmender Distanz zwischen Nest und Strauchzentrum nahm somit die Aststärke der Nestträger und die Lichtmenge am Neststandort ab. Also, je dünner die Nesttrageäste, desto dunkler war es am Nest. Im Strauchzentrum war es im Allgemeinen heller als gegen die Strauchperipherie hin. Dies kann auf die im Bereich der frischen Triebe (= dünne Nestunterlagen) stärkere Belaubung zurückzuführen sein. Im Strauchzentrum waren die meisten Gehölze relativ laubarm. Dies könnte die Unterschiede in den Lichtmengen an Hänflings- (= dünne Nestunterlage, außerhalb des Zentrums, 4,2% relative Helligkeit) und Amselnestern (= starke Nestunterlage, \pm im Zentrum, 7,2% relative Helligkeit) erklären.

5.5.2 Diskriminanzanalyse

Durch die schrittweise Diskriminanzanalyse lassen sich die 5 Arten entsprechend der hierzu vom Rechenverfahren verwendeten Parameter in 3 Gruppen einteilen (Abb.13). Die Variable 1 (von - nach + zunehmende Astdicke, zunehmende Zentrumsnähe) übernimmt dabei den Hauptanteil der Trennung, d. h. die Neststandorte der 5 Arten unterschieden sich am deutlichsten durch die Stärke der Nestunterlage sowie durch die relative Lage zum Strauchzentrum. Variable 2 (ebenfalls von - nach + zunehmende Aststärke, Zentrumsnähe, zusätzlich abnehmende Höhe des Vegetationskörpers über dem Nest) trägt im Wesentlichen nur noch zur Trennung der Gartengrasmücke von den anderen Arten bei.

Die Zentroide der Nester der Arten verdeutlichen, daß Amsel und Singdrossel hinsichtlich der hier verwendeten Parameter ähnliche Ansprüche zeigten, die Überlappungen sind beträchtlich. Ebenso lassen sich Heckenbraunelle und Hänfling zu einer Gruppe zusammenfassen. Die Ansprüche der beiden Arten waren einander recht ähnlich, unterschieden sich jedoch deutlich von denen der beiden Drosseln. Die Gartengrasmücke setzt sich von beiden Artengruppen deutlich ab, sie weist eine extrem niedrige relative Nesthöhe und dadurch einen hohen Vegetationskörper über dem Nest auf. Die beiden Drosselarten sowie Heckenbraunelle und Hänfling zeigten untereinander so geringe Differenzen, daß es innerhalb des Artenpaarvergleiches der Diskriminanzanalyse zu einer vollständigen Überlappung der Bereiche kam (vgl. Abb. 14).

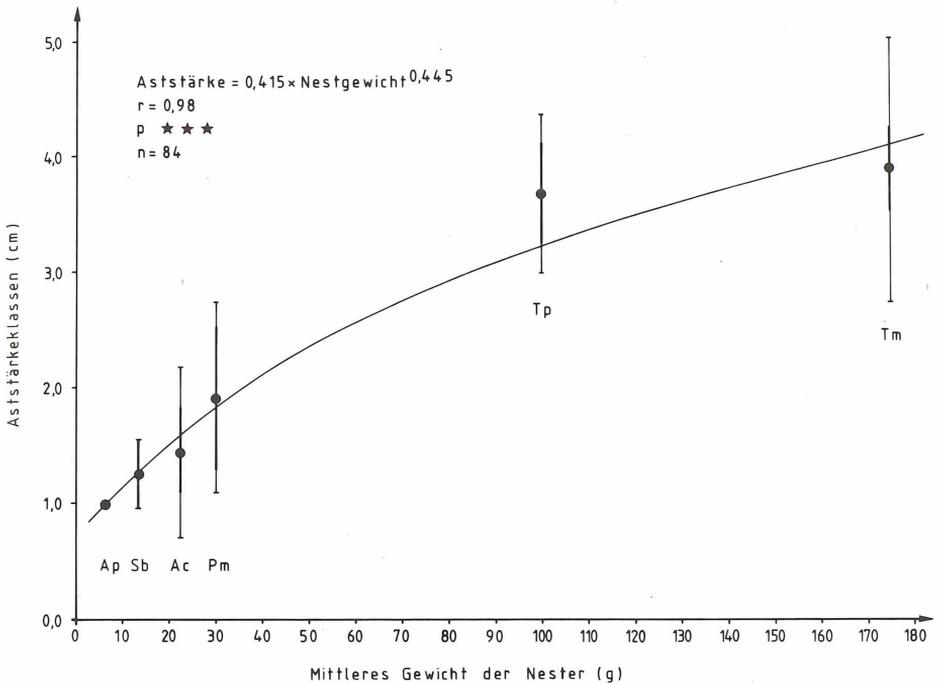


Abb. 12. Beziehung zwischen dem mittleren Gewicht der Nester (in g) und der Aststärkeklasse der Nestunterlage (in cm) (MW und 95% VB, Abkürzungen siehe Abb. 7).

Relation between mean nest weight (in g) and the diameter of branches (in cm) (Mean values and 95% confidence interval of the mean, abbreviations see Fig. 7).

5.5.2.1 Artenpaarvergleiche (Abb. 14)

Amsel (*Turdus merula*) – Heckenbraunelle (*Prunella modularis*)

Beide Arten zeigen eine relativ starke Überlappung (Abb. 14), die im Wesentlichen auf der starken Variabilität der Amsel beruht. Zur Trennung tragen die Distanz zwischen Nest und Strauchperipherie (T. m. > P. m.) sowie die mittlere Astdicke der Nestunterlage bei (T. m. > P. m.) (vgl. Tab. 6).

Amsel (T. m.) – Hänfling (*Acanthis cannabina*)

Auch hier ist der Überlappungsbereich relativ groß. Zur Trennung tragen ebenfalls die Distanz Nest-Strauchmitte (T. m. > A. c.) und die Aststärke der Nestunterlage bei (T. m. > A. c.).

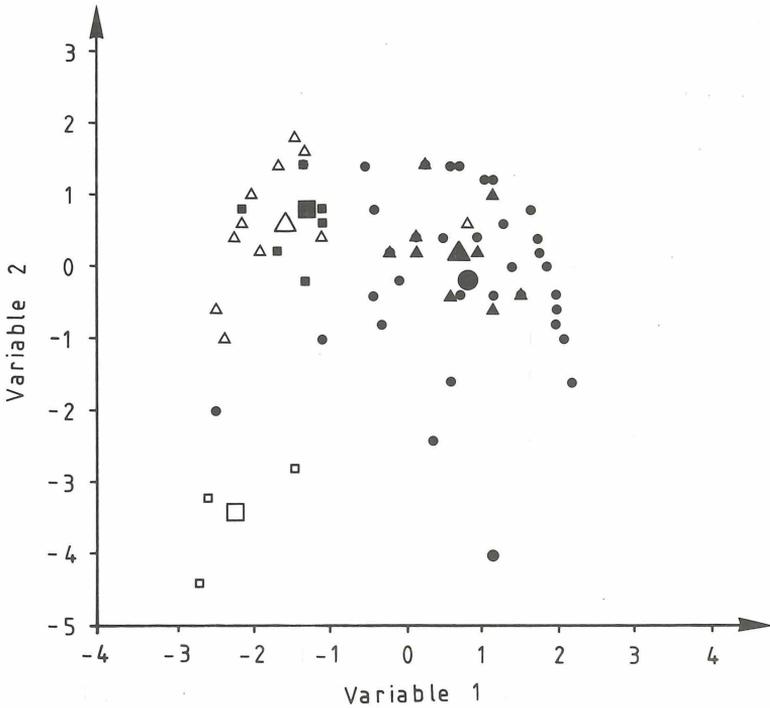


Abb. 13. Schrittweise Diskriminanzanalyse: Verteilung der Nester nach den an den Neststandorten gemessenen Variablen

- = Amsel (*Turdus merula*)
- ▲ = Singdrossel (*Turdus philomelos*)
- = Heckenbraunelle (*Prunella modularis*)
- △ = Hänfling (*Acanthis cannabina*)
- = Gartengrasmücke (*Sylvia borin*)

Distribution of nests shown by discriminant analysis

- = Blackbird (*Turdus merula*)
- ▲ = Songthrush (*Turdus philomelos*)
- = Dunnock (*Prunella modularis*)
- △ = Linnet (*Acanthis cannabina*)
- = Garden Warbler (*Sylvia borin*)

Amsel (*T. m.*) – Gartengrasmücke (*Sylvia borin*)

Die Überlappung ist deutlich schwächer als in den Vergleichen *T. m.* und *P. m.* sowie *T. m.* und *A. c.*. Beide Arten unterschieden sich am stärksten in der mittleren Aststärke der Nestunterlagen (*T. m.* > *S. b.*) sowie in der Distanz zwischen Nest und Strauchzentrum (*T. m.* > *S. b.*).

Singdrossel (*Turdus philomelos*) – Heckenbraunelle (*P. m.*)

Die Diskriminanzanalyse bewirkt eine vollständige Trennung der beiden Arten. Die trennenden Variablen sind die Distanz zwischen dem Nest und der Strauchperipherie ($T. p. > P. m.$) und die Aststärke der Nestträger ($T. p. > P. m.$).

Singdrossel (*T. p.*) – Hänfling (*A. c.*)

Beide Arten konnten weitgehend getrennt werden. Zur Trennung tragen die Distanz zwischen dem Nest und der Strauchperipherie ($T. p. > A. c.$) sowie die Aststärke der Nestunterlage bei ($T. p. > A. c.$).

Singdrossel (*T. p.*) – Gartengrasmücke (*S. b.*)

Diese beiden Arten konnten vollständig getrennt werden. Die Trennung basiert auf den Unterschieden in der Vegetationshöhe über dem Nest ($S. b. > T. p.$), in der Distanz zwischen Nest und Strauchzentrum ($S. b. > T. p.$) sowie der Strauchbreite ($S. b. > T. p.$).

Heckenbraunelle (*P. m.*) – Gartengrasmücke (*S. b.*)

Die beiden Arten zeigen durch ihre vollständige Trennung ihre völlig unterschiedlichen Ansprüche an die Struktur der Heckengehölze. Die Trennung basiert auf Unterschieden in der Höhe des Niststrauches ($S. b. > P. m.$), der Distanz zwischen Nest und Strauchmitte ($S. b. > P. m.$) und dem Volumen der Niststräucher ($S. b. > P. m.$).

Hänfling (*A. c.*) – Gartengrasmücke (*S. b.*)

Auch diese beiden Arten wurden vollständig getrennt. Sie unterschieden sich in der Höhe der Vegetation über dem Nest ($S. b. > A. c.$), der Strauchbreite ($S. b. > A. c.$) und im Strauchvolumen ($S. b. > A. c.$).

5.5.3 Clusteranalyse

Die Ergebnisse der Clusteranalyse reproduzieren in vereinfachter Form die durch die Faktoren und Diskriminanzanalyse dargestellten Verhältnisse. Heckenbraunelle und Hänfling bilden eine Gruppe, die ähnliche Nistplatzansprüche stellen (geringste euklidische Distanz, Abb. 15). Amsel und Singdrossel bilden die nächste Gruppe. Die beiden Drosselarten wurden mit der Gartengrasmücke zusammengefaßt, d. h. die Nistplatzparameter der Gartengrasmücke waren denen der Drosseln ähnlicher als denen von Heckenbraunelle und Hänfling. Die beträchtliche euklidische Distanz zwischen der »Drosselgruppe« (Amsel, Singdrossel, Gartengrasmücke: große Nistgehölze) und Heckenbraunelle und Hänfling (kleine Nistgehölze) reproduziert noch einmal die starken Unterschiede in den Nistplatzansprüchen dieser beiden Artengruppen. Die Gartengrasmücke zeigte zwar eine den Drosseln bezüglich der Nistgehölzgröße ähnliche Wahl, unterschied sich jedoch durch dünnere Nestunterlagen sowie der größeren Distanz zwischen Nest- und Strauchzentrum.

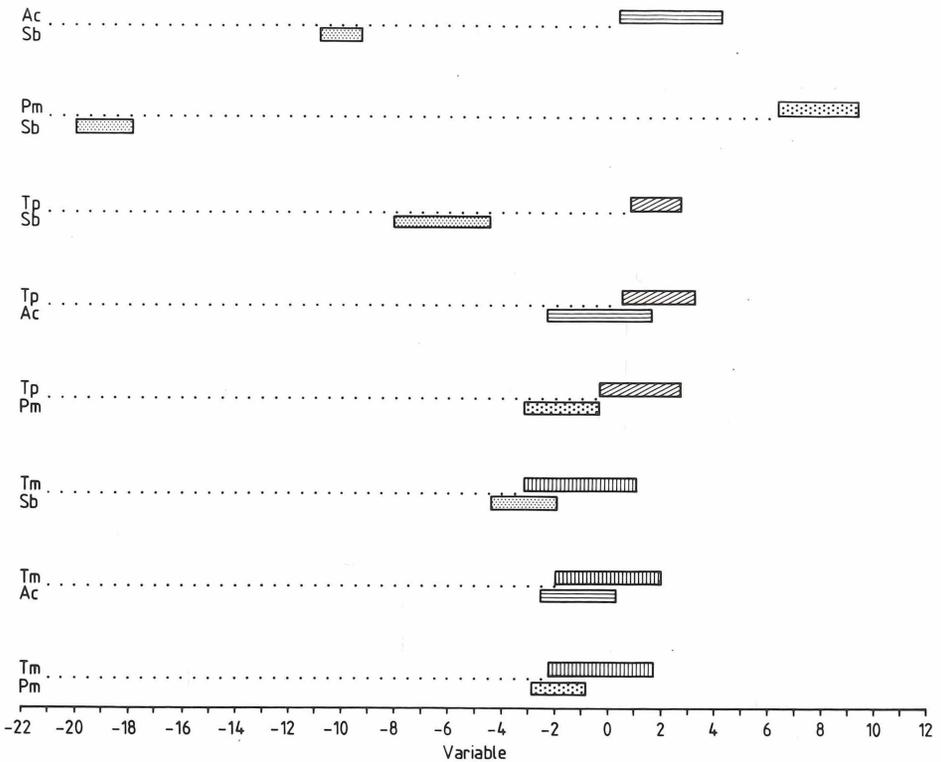


Abb. 14. Schrittweise Diskriminanzanalyse der Artpaare (Abkürzungen siehe Abb. 7).
Stepwise discriminant analysis for single species pairs (abbreviations see Fig. 7).

6. Diskussion

6.1 Die Vogelarten der Hecken

Die Besiedlung verschiedener Lebensräume durch Vögel wird vor allem durch die Vielfalt an vorhandenen Ressourcen bedingt (WILLSON 1974, JAMES & WAMER 1982, ZWYGART 1983). Der für die Vögel neben dem Nahrungsangebot wesentlichste Faktor ist das Vorhandensein oder das Fehlen von Nistgelegenheiten (ZWYGART 1983).

Die Bedeutung von Hecken und Gehölzen nimmt in einer zunehmend von Ausräumung und Monotonisierung betroffenen Landschaft stetig zu (BAUER 1986). Gegenüber baum- und strauchfreien Flächen, die von durchschnittlich 5 Vogelarten bewohnt werden können (PEITZMEIER 1969), sind die untersuchten Hecken Bereiche hoher als auch konstanter Arten- und Individuendichten. An den Heckenrändern kommt es durch die Vermischung der Vogelarten des Waldes (»Waldarten«)

und des offenen Umlandes (»Feldarten« wie Fasan, Rebhuhn, Sumpfrohrsänger, Gold- und Grauammer) zu einer relativ hohen Zahl an Brutvogelarten. Von den insgesamt 63 registrierten Vogelarten brüteten 17 Arten (ca. 27%) in den Hecken der beiden Untersuchungsgebiete. Damit konnte die Nutzung von Hecken als Brutplatz für mehr als 20% der in Aachen nachgewiesenen etwa 80 Brutvogelarten (Land) (RESKE 1969) belegt werden.

Die zu Beginn der Untersuchungen nach ihrer Physiognomie in 4 Heckentypen eingeteilten Hecken (vgl. 3.) ließen in der Zusammensetzung ihrer Brutvogelfauna deutliche qualitative und quantitative Unterschiede erkennen (vgl. ARNOLD 1983, OSBORNE 1984, PFISTER et al. 1986). Die unterschiedliche Arten- und Individuendichte der verschiedenen Heckentypen kann in erster Linie auf die Ausprägung typischer Strukturen zurückgeführt werden. Je vielfältiger das Nistplatzangebot war, desto mehr Vogelarten fanden geeignete Bedingungen für die Anlage eines Nestes vor, dementsprechend höher war die Nesterdichte. Gegenüber allen anderen Heckentypen waren die Kastenhecken durch ihre artenarme Brutvogelfauna sowie eine geringe Besiedlungsdichte gekennzeichnet (vgl. LACK 1987). Die hohe Artenzahl und Nesterdichte in den Strauchhecken, insbesondere in den mehrreihigen Strauchhecken, charakterisiert das große Angebot an Nistmöglichkeiten für die verschiedenen Vogelarten. Dies kann vor allem auf die Heterogenität der Strauchgehölze (verschiedene Wuchshöhen, Strauchbreiten, Wuchsformen) und die Ausbildung von Krautsäumen zurückgeführt werden. Regelmäßige Pflegemaßnahmen, d. h. ein Zurückschneiden der Hecken im Abstand von 7-10 Jahren führt zur Ausbildung eines dichten, stark verzweigten und reich besteten Strauchkörpers.

Flächengrößere Hecken beherbergen im Allgemeinen mehr Vogelarten als kleine (ARNOLD 1983, ZWÖLFER et al. 1984). In den Niederwaldhecken, dem größten in den Beobachtungsgebieten vertretenen Heckentyp, brüteten jedoch weniger Arten und diese auch in einer geringeren Dichte als in den Strauchhecken. Zudem zeigten sie ein gegenüber den Kasten- und Strauchhecken verändertes Artenspektrum der Brutvögel (vgl. ROTTER & KNEITZ 1977, TISCHLER 1980). Die Artenzahl der in den anderen Heckentypen dominierenden Strauchbrüter sank auf 3 ab (Amsel, Singdrossel, Gartengrasmücke). Neben diesen brüteten in den Niederwaldhecken 4 weitere Arten, die vorwiegend Waldlebensräume bewohnen und in den anderen 3 Heckentypen als Brutvögel völlig fehlten (Fitis, Zilpzalp, Rotkehlchen, Zaunkönig).

Die Besiedlung eines Lebensraumes wird jedoch nicht allein durch seine Größe bestimmt, sondern ganz wesentlich durch die Struktur der Gehölze (vgl. ZWYGART 1983). Die Niederwaldhecken boten durch den vorwiegend baumartigen, im unteren Bereich verzweigungsarmen Wuchstyp ihrer Gehölze (v. a. Haselnuß) für Strauchbrüter wohl nur wenige günstige Nistgelegenheiten. Überalterte Hecken beherbergen wohl im Allgemeinen nur mehr suboptimale Nestplätze (ARNOLD 1983: »completely untrimmed hedges seem to be undesirable«, ZWÖLFER et al. 1984: »Rückgang des Nutzeffektes« für Heckenbrüter).

Tab. 6. Diskriminanzanalyse: Korrelationskoeffizienten der Artpaar-Vergleiche.
Discriminant analysis: correlation coefficients of single species pairs.

Variable	Artenpaare									
	Tm:Tp	Tm:Pm	Tm:Ac	TM:Sb	Tp:Pm	Tp:Ac	Tp:Sb	Pm:Ac	Pm:Sb	Ac:Sb
HH	—	—	—	—	—	—	—	—	0,99	—
NH	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SRHUN	—	—	—	—	—	—	0,97	—	—	0,98
DNZ	—	—	—	0,72	—	—	0,97	—	0,99	—
DNPO	—	—	—	—	0,86	0,87	—	—	—	—
DNPW	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
DNSW	—	0,64	0,75	—	—	—	—	—	—	—
DNSB	—	—	—	—	—	—	0,97	—	0,99	0,98
MAD	—	0,64	0,75	0,72	0,86	0,87	—	—	—	—
LUX	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VOLN	—	—	—	—	—	—	—	—	0,99	0,98

(Bedeutung der Variablen-Kürzel vgl. Tab. 5) (for abbreviations see Tab. 5)

6.2 Die Wahl der Nistplätze

Die Koexistenz verschiedener Arten in einem gemeinsamen Lebensraum wird im Wesentlichen durch artspezifisch unterschiedliche Ansprüche an die vorhandenen Ressourcen ermöglicht (Konkurrenz-Anschluß-Prinzip) (CODY 1985). Ein Konkurrenzfaktor kann das Angebot an geeigneten Nistplätzen sein, insbesondere bei Höhlenbrütern (LÖHRL 1970). Jedoch auch bei Freibrütern kommen solchen Strukturen, die ein Nest beherbergen können, zentrale Bedeutung zu (vgl. GLÜCK 1983 a, b, ZWYGART 1983).

Die in den Hecken brütenden Vogelarten ließen in der Nutzung der vorhandenen Niststrukturen neben einigen Gemeinsamkeiten bezüglich der Brutstrauchwahl auch sehr deutliche Unterschiede erkennen. Heckenbraunelle und Hänfling brüteten in kleinen bis sehr kleinen Sträuchern ($\bar{x} = 4 - 12 \text{ m}^3$, Abb. 7, 8). Sie besiedelten vorwiegend Kastenhecken und einreihige Strauchhecken, fehlten völlig in den Niederwaldhecken. Beide Arten bevorzugten zwar ähnliche Strauchgrößen, wählten jedoch weitgehend verschiedene Gehölzarten. 6 der 7 Nester der Heckenbraunelle befanden sich in Weißdorn, während der Hänfling diese Strauchart nur in 3 Fällen nutzte, 10 der 16 Nester in Stachelbeere (8) und Rose (2) errichtete.

Amsel, Singdrossel und Gartengrasmücke nisteten in sehr viel größeren Heckengehölzen ($\bar{x} = 48 - 85 \text{ m}^3$). Alle 3 Arten besiedelten insbesondere die ein- und mehrreihigen Strauchhecken. Die Gartengrasmücke brütete in Straucharten (Schlehe, Rose, Stachelbeere, Haselnuß), die für die beiden Drosseln quantitativ keine Rolle spielten. Über 85% (46 von 54) der Nester von Amsel und Singdrossel lagen in Weißdorn und Schlehe, die beide von der Gartengrasmücke nicht genutzt wurden. Amsel und Singdrossel zeigten eine große Überlappung ihrer Ansprüche an den Nistplatz. Dies wurde vor allem durch die hohe Variabilität der Amsel bewirkt (SIMMS 1978).

Vögel wählen ihre Nistplätze zum Einen nach artspezifisch unterschiedlichen Merkmalen aus. Die Wahl eines bestimmten Strauchbereiches kann dabei von verschiedenen Faktoren mitbestimmt werden. Amsel und Singdrossel sind aufgrund der Größe und des Gewichtes ihrer Nester an die stärkeren Äste im Strauchzentrum

gebunden (vgl. Abb. 10), auch wenn die Deckung dort geringer sein sollte als in der Strauchperipherie. Arten wie Hänfling oder Gartengrasmücke finden zur Nestverankerung auch im äußeren Strauchbereich geeignete Strukturen vor.

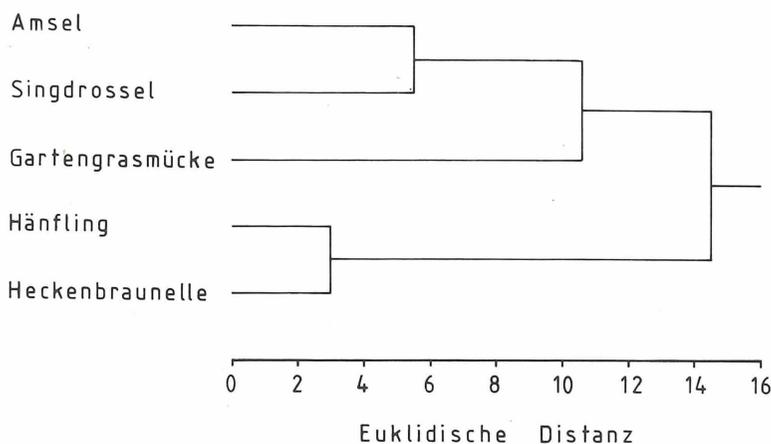


Abb. 15. Clusteranalyse: Dendrogramm der 5 untersuchten Arten, euklidische Distanzen nach der Nistplatzwahl.

Cluster analysis dendrogram for investigated species according to nest sites.

Zum Anderen sollten alle Vogelarten ihre Nestplätze möglichst an solchen Stellen errichten, die die Wahrscheinlichkeit für einen Bruterfolg maximieren. Die Nistplatzwahl eines Vogels stellt immer einen Kompromiß zwischen abiotischen und biotischen Faktoren dar. Vögel berücksichtigen beim Nestbau auch mikroklimatische Verhältnisse (WALSBERG 1985). So können Vogelarten deren Nester eine schlechte Wärmeisolierung aufweisen, die sonnenbeschienene Südseite von Bäumen wählen (GLÜCK 1983a). Die Heckenvögel wählten Neststandorte vorwiegend im Strauchzentrum und auf der Ostseite der Sträucher (65 von 81 Nestern, Abb. 11). Diese Orientierung kann als Anpassung an die vorherrschenden Windverhältnisse (Hauptwindrichtung West-Südwest) gewertet werden. Nester im Zentrum und auf der Ostseite dürften vor den Winden besser geschützt sein als Nester in anderen Strauchbereichen (vgl. COLLIAS & COLLIAS 1964). Grünfinken (*Carduelis chloris*) zeigten eine Tendenz zur bimodalen Verteilung der Nester im Baum, einmal genau in Windrichtung, einmal genau von dieser weggerichtet (GLÜCK 1983a). Dies könnte auf einer unterschiedlichen Windstabilität verschieden ausgerichteter Äste zurückzuführen sein. Äste, die ungefähr achsenparallel zur vorherrschenden Windrichtung wachsen, werden vom Wind im Allgemeinen weniger stark bewegt als solche, auf die der Wind seitlich auftrifft. So erbrachten Nester, die in Richtung auf die vorherrschenden Winde orientiert waren (d. h. auf windachsenparallelen Ästen lagen), höhere Bruterfolge als Nester, die diese Exposition nicht aufwiesen (AUSTIN 1976).

Vögel sollten ihre Neststandorte nach einem möglichst variablen Nistplatzschema auswählen. Wären die Nistplatzansprüche verschiedener Vogelarten sehr ähnlich oder identisch, würde es einem Nestprädatoren genügen, sich ein bestimmtes »Nestsuchschema« anzueignen, um die Nester zu finden (GLÜCK 1983a). Da Prädatoren sich u. a. an gewissen Leitlinien in der Landschaft orientieren, unterliegen die Nester der Heckenvögel durch die linienhafte Anordnung der Gehölze ohnehin einem stärkeren Prädationsdruck als Nester in Flächenhabitaten. Eine hohe Variabilität in der Nistplatzwahl zwischen verschiedenen Arten, aber auch innerhalb einer Art kann somit insbesondere in Heckenbiotopen einen Selektionsvorteil erbringen.

Die Zahl möglicher Nistplätze nimmt im Allgemeinen mit steigender Strukturdiversität des Lebensraumes zu. Günstige Bedingungen für die Wahl der Neststandorte: 1. nach artspezifisch unterschiedlichen Nistplatzschemata und 2. in Anpassung an die jeweiligen Deckungsverhältnisse, boten vor allem die mehrreihigen Strauchhecken. Statt der relativ homogenen Gehölzstrukturen in Kastenhecken (kurze gestutzte Sträucher) und Niederwaldhecken (verzweigungsarmer Wuchs) wiesen die Strauchhecken auf relativ engem Raum einen starken Wechsel ihrer Strauchstrukturen auf. Der durch Heckenschnitte bedingte Wuchstypus der Gehölze bewirkte zum Einen eine im frühen Stadium der Brutzeit einsetzende Zunahme der Deckung durch starke Lichtreduktion, zum Anderen die Ausbildung zahlreicher Nistmöglichkeiten. Diese beiden Faktoren führten zu einer frühen und intensiven Besiedlung der Strauchhecken durch die Brutvögel.

Natürlich können Hecken nicht den Lebensraum Wald ersetzen. Selten sind auch umfangreiche Heckennetze in der agrarischen Landschaft ausgebildet. Es ist weiterhin fraglich, ob Hecken dazu in der Lage sind, die Ansprüche eigenständiger Populationen über längere Zeit zu decken. Bislang ist von Neuntöttern (*Lanius collurio*) nachgewiesen, daß sie über Jahre hinweg stabile Populationen in einer Heckenlandschaft halten konnten (JAKOBER & STAUBER 1981, 1986). Für die meisten Arten dürften Hecken mehr die Funktion eines Arealverbundes (»Biotopverbundsystem«) haben.

In künftigen Arbeiten wäre an weiteren einzelnen ausgesuchten Arten über längere Zeiträume hinweg die Populationsdynamik und der Reproduktionserfolg in unterschiedlichen Heckensystemen zu messen und die Austauschraten (Genfluß) zu untersuchen.

6.3 Schlußfolgerungen

1. Durch die Anlage und Pflege von Hecken kann die Zahl der in einem Gebiet lebenden Vogelarten gefördert werden. Insbesondere mehrreihige Anpflanzungen wirken sich auf die Arten- und Individuendichte bestandserhöhend aus.
2. Die in Hecken brütenden Vogelarten stellen an ihren Lebensraum differenzierte artspezifische Ansprüche. Neben der Größe einer Hecke besitzt ihre Strukturdiversität eine große Bedeutung. Je heterogener die Heckengehölze ausgeprägt sind, desto größer und vielfältiger ist das Nistplatzangebot für die verschiedenen Arten.

3. Einen entscheidenden Einfluß auf die Funktion der Hecken üben Pflegemaßnahmen («Auf-den-Stock-Setzen») aus. Mehrreihige Strauchhecken, die einem 7 bis 10-jährigen Pflegerhythmus unterliegen, bieten einer großen Zahl von Vogelarten günstige Lebensbedingungen. Der Heckenschnitt bewirkt einen für Freibrüter günstigen dichten Gehölzwuchs und die Ausbildung zahlreicher Strukturen, die der Nestverankerung dienen können. Alljährliche starke Rückschnitte (Kastenhecken) führen jedoch zu einer Reduktion der Strukturdiversität und damit zu einer Verarmung der Brutvogelfauna.

Die gleichzeitige Präsenz verschiedener Strauchgrößen und -wuchstypen kann durch eine abschnittsweise durchgeführte Heckenpflege erreicht werden. Pflegeschnitte sollten nicht die gesamte Hecke komplett, sondern in aufeinanderfolgenden Jahren verschiedene Abschnitte erfassen.

Auf die Verbreitung typischer Waldarten wirken sich solche Heckenbereiche positiv aus, die einen Übergang zum Niederwaldstadium zeigen. Den Heckenkörper überragende Bäume (Überhälter) können die Attraktivität der Hecken für baumbrütende Arten (z. B. Höhlenbrüter) erhöhen.

5. Totholzgebiete bieten Nistgelegenheiten für in Bodennähe brütende Vogelarten (Rotkehlchen, Zaunkönig, Laubsänger). Abgestorbene Baumstubben und umgefallene Sträucher sollten deshalb so lange in den Hecken verbleiben, wie sie den Wuchs der Hecken nicht zu stark beeinträchtigen.

6. Einen entscheidenden Einfluß auf die Erweiterung des Vogelartenspektrums übt die Existenz eines (mindestens 2-3 m breiten) die Hecken beidseitig flankierenden Krautsaumes aus (vgl. PFISTER et al. 1986, GLÜCK & KREISEL 1988). Dieser bietet neben der Bereitstellung zusätzlicher Nistgelegenheiten (z. B. Sumpfrohrsänger, Goldammer) eine Nahrungsbasis für Insekten, die wiederum insektenfressenden Vogelarten als Nahrung dienen können.

Literatur

- ARNOLD, G. W. (1983): The influence of ditch and hedgerow structure, length of hedgerows, and area of woodland and garden on bird numbers in farmland. *J. Appl. Ecol.* 20: 731-750. — AUSTIN, G. T. (1976): Behavioral adaptations of the Verdin to the desert. *Auk* 93: 245-262. — BALOGH, J. (1958): Lebensgemeinschaften der Landtiere. Berlin-Budapest. — BART, J. (1977): Impact of human visitations on avian nesting success. *Living Bird* 16: 187-192. — BAUER, G. (1986): Tierwelt der Hecken und Feldgehölze. *Akad. Natursch. u. Landsch.pflege Laufen* 1986: 38-42. — BEZZEL, E. (1980): Beobachtungen zur Nutzung von Kleinstrukturen durch Vögel. *Berichte ANL* 4, 80: 5-11. — CODY, M. L. Ed. (1985): *Habitat selection in Birds*. Academic press. 558 S. — COLLIAS, N. E. & COLLIAS, E. C. (1964): Evolution of nest-building in waeverbirds (Ploceidae). *Univ. California Publ. Zool.* 73: 1-162. — GASSMANN, H. & GLÜCK, E. (1986): Heckennutzung durch Vögel. *Poster 97. Jahresvers. DOG, Osnabrück. J. Orn.* 127: 388. — GASSMANN, H. & GLÜCK, E. (1988): Avicoenosen zweier Heckenlandschaften im Raum Aachen. *Charadrius* 24: 133-147. — GIBBONS, J. D. (1976): Non-parametric methods for quantitative analysis. *Holt, Rinehard & Winston.* 463 S. — GLÜCK, E. (1979): Abhängigkeit des Bruterfolges von der Lichtmenge am Neststandort. *J. Orn.* 120, 1979: 215-220. — GLÜCK, E. (1981): Beleuchtungsstärke der Neststandorte bei einigen Finken (Fringillidae) und beim Grauschnäpper (*Muscicapa striata*). *Anz. orn. Ges. Bayern* 20: 35-44. — GLÜCK, E. (1983a): Nistökologische Sonderung mitteleuropäischer Fringillidenarten im Biotop Streuobstwiese. *J. Orn.* 124: 369-392. — GLÜCK, E. (1983b): Nistplatzwahl von Finken (Aves: Fringillidae) in einem Streuobstwiesenbiotop. *Verh. Ges. f. Ökologie, Band X, 1983:* 611-618. — GLÜCK, E. (1984): Habitat selection in birds and the role of early experience. *Z. Tierpsychol.* 66:

- 45-54. — GLÜCK, E. & KREISEL, A. (1988): Die Hecke als Lebensraum, Refugium und Vernetzungsstruktur und ihre Bedeutung für die Dispersion von Waldcarabidenarten. Veröff. Akad. Natursch. u. Landschaftspflege Laufen (im Druck). — GÖRNER, M. (1978): Flurgehölze und Vogelwelt. Falke 25: 156-161. — GOTTFRIED, B. M. & THOMPSON, C. F. (1978): Experimental analysis of nest predation in an old-field habitat. Auk 95: 304-312. — JAKOBER, H. & STAUBER, W. (1981): Habitatsansprüche des Neuntöters (*Lanius collurio*). Ein Beitrag zum Schutz einer gefährdeten Art. Ökol. Vogel 3, 1981: 223-247. — JAKOBER, H. & STAUBER, W. (1986): Populationsdynamik eines Neuntöterbestandes im Kreis Göppingen. Laufener Seminarbeiträge 5, 1986: 16-25. — JAMES, F. C. & WAMER, N. D. (1982): Relationships between temperate forest bird communities and vegetation structure. Ecology 63: 159-171. — LACK, P. C. (1987): The effects of severe hedge cutting on a breeding bird population. Bird Study 34: 139-146. — LANGE, N. (1982): Blattkonsum in Heckenökosystemen. Laufener Seminarbeiträge 5/82. — LÖHRL, H. (1970): Unterschiedliche Bruthöhlenansprüche von Meisenarten und Kleibern als Beitrag zum Nischenproblem. Verh. Deutsch. Zool. Ges. 314-317. — MÜHLENBERG, M. (1976): Freilandökologie. Quelle und Meyer, 214 S. — OSBORNE, P. (1984): Bird numbers and habitat characteristics in farmland hedgerows. J. Applied Ecol. 21, 1984: 63-82. — PEITZMEIER, J. (1969): Die Vogelwelt der westfälischen Getreidelandschaften. Bonner Zoolog. Beitr. 20: 151-163. — PFISTER, H. P., NAEF-DAENZER, B. & BLUM, H. (1986): Qualitative und quantitative Beziehungen zwischen Heckenvorkommen im Kanton Thurgau und ausgewählten Heckenbrütern: Neuntöter, Goldammer, Dorngrasmücke, Mönchsgasmücke und Gartengrasmücke. Orn. Beob. 83, 7-34. — PUCHSTEIN, K. (1980): Zur Vogelwelt der schleswig-holsteinischen Knicklandschaft mit einer ornitho-ökologischen Bewertung der Knickstrukturen. Corax 8: 62-106. — REICHOLF, J. (1974): Artenreichtum, Häufigkeit und Diversität der Greifvögel in einigen Gebieten in Südamerika. J. Orn. 115: 381-397. — RESKE, E. (1969): Die Aachener Vogelwelt. Charadrius 5: 77-130. — RRESS, W. (1973): Untersuchungen an Vogelpopulationen zweier Heckengebiete im Naturpark Hoher Vogelsberg. I. Biotopanalyse und Neststudien. Luscinia 42: 1-21. — ROTTER, M. & KNEITZ, G. (1977): Die Fauna der Hecken und Feldgehölze und ihre Beziehung zur umgebenden Agrarlandschaft. Waldhygiene 12, Heft 1-3: 10-82. — SACHS, L. (1984): Angewandte Statistik. 6. Auflage. Springer, 552 S. — SCHMIDT-KÖNIG, K. (1975): Migration and homing in animals. Springer, 99 S. — SIMMS, E. (1978): British Thrushes. Collins, London, 304 S. — TISCHLER, W. (1948): Bioökologische Untersuchungen an Wallhecken. Zool. Jahrb. Syst. 77: 283-399. — TISCHLER, W. (1980): Biologie der Kulturlandschaft. Springer, 253 S. — TURCEK, F. (1958): Gehölze, Vögel und Säugetiere in einigen Strauch- und Buschwerksteifen in Feldern. Biol. Prace. (Bratislava) 4: 45-67. — WALSBURG, G. E. (1985): Physiological consequences of microhabitat selection. In: Cody, M. L. (Hg., 1985): Habitat selection in birds: 389-413. — WIENS, J. A. & ROTENBERRY, J. T. (1981): Habitat associations and community structure of birds in shrub-steppe environments. Ecol. Monographs 51: 21-41. — WILLSON, M. F. (1974): Avian community organization and habitat structure. Ecology 55: 1017-1029. — WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (1964): Windbreaks and Shelterbelts. Technical Note No. 59, Genf 1964, 188 S. — ZWÖLFER, H., BAUER, G., HEUSINGER, G. & STRECHMANN, D. (1984): Die Tierökologische Bedeutung und Bewertung von Hecken. Beiheft 3 zu Ber. Akad. Natursch. u. Landschaftspf. Laufen (ANL): 1-155. — ZWYGART, D. (1983): Die Vogelwelt von Nieder- und Hochstammobstkulturen. Orn. Beob. 80: 89-104.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Ökologie der Vögel. Verhalten Konstitution Umwelt](#)

Jahr/Year: 1988

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Glück Erich, Gaßmann Helmut

Artikel/Article: [Besiedlung von Hecken unterschiedlicher Struktur durch Vögel und ihre Nutzung als Nistsubstrat 165-202](#)