

Vogelwelt und Waldstruktur: Die Vogelgemeinschaften badischer Rheinauenwälder und ihre Beeinflussung durch die Forstwirtschaft

Von
Volker Späth
in Zusammenarbeit mit
Bernd Gerken

Inhalt

	Seite
1. Einleitung	8
2. Material und Methoden	9
2.1 Aufnahme des Brutvogelbestandes	9
2.1.1 Auswahl der Probeflächen	9
2.1.2 Erfassung des Vogelbestandes	11
2.1.3 Auswertung der Bestandsaufnahmen	12
2.2 Aufnahme der Waldvegetation	14
2.3 Statistische Methoden	15
2.4 Fehlerquellen	16
3. Beschreibung des Untersuchungsgebietes	17
3.1 Allgemeines	17
3.2 Klima	17
3.3 Böden	18
3.4 Wasserhaushalt	18
3.5 Vegetation	20
3.5.1 Allgemeines zur Vegetation	20
3.5.2 Weichholzaunenwälder	21
3.5.3 Hartholzaunenwälder	22
3.5.4 Eichen-Hainbuchen-Wälder	24
3.5.5 Hybridpappelwälder	25
3.6 Forstbetrieb	25
4. Ergebnisse	26
4.1 Ergebnisse der Brutvogelbestandsaufnahme auf den Probeflächen	26
4.2 Vergleich der Probeflächenbesiedlung	27
4.2.1 Artenzahl	27
4.2.2 Abundanz	31
4.2.3 Diversität und Dominanzindex	32
4.3 Ergebnisse der Brutvogelbestandsaufnahme im gesamten Untersuchungsgebiet	32
4.4 Ergebnisse der Waldstrukturaufnahmen	33
5. Diskussion der Ergebnisse	36
5.1 Vergleich mit anderen Siedlungsdichteuntersuchungen	36
5.2 Die ökologischen Ansprüche der Vogelarten	38
5.3 Vogelwelt und Waldstruktur	
Korrelationen zwischen Vogeldichte und Waldstrukturparametern	40
5.4 Waldbau und Vogelwelt	43
Zusammenfassung	53
Literatur	54
Anhang (Tab. 17)	56

Anschrift des Verfassers:

Dipl. Forstwirt Volker Späth, Rastatter Str. 46, 7556 Ötigheim

1. Einleitung

Die Auenwälder des Oberrheingebiets gehören zu den am stärksten bedrohten Ökosystemen der Bundesrepublik Deutschland. Seit der TULLA'schen Rheinkorrektion wurde die Auenlandschaft fortwährend verändert. Neben dem bis zum heutigen Tage noch nicht abgeschlossenen Oberrheinausbau drängen hier stärker als anderswo Industrie, Siedlung, Verkehr und Erholung in die letzten Freiräume. Zusammenhängende Auenwälder, Altwasser und Röhrichte verlieren mehr und mehr an Fläche.

Auch die Forstwirtschaft ist an der Umgestaltung der Auenlandschaft beteiligt. Seit der Jahrhundertwende wurde mit der Umwandlung der ehemals mittelwaldartig bewirtschafteten Auenwälder in intensiv bewirtschaftete Hochwälder eine Entwicklung eingeleitet, die heute den größten Teil der Waldflächen erfasst hat (HUBER 1977). Obwohl die Oberrheinaue schon seit langer Zeit als reichhaltiger und vielfältiger Lebensraum für Tier und Pflanzen (LAUTERBORN 1938), insbesondere auch von Vögeln (v. KETTNER 1949) bekannt ist, wurden die ökologischen Auswirkungen der Umgestaltung dieser Auenwälder bisher nur wenig untersucht.

Um zur Ausfüllung dieser Lücke beizutragen, soll in dieser Arbeit eine qualitative und quantitative Bestandsaufnahme der Vogelwelt in Rheinauwäldern erstellt werden. Weiterhin soll versucht werden, die Beziehungen zwischen Vogelwelt und Waldvegetation darzustellen, um damit die Auswirkungen der forstlichen Umgestaltung der Rheinauwälder im Hinblick auf die Vogelwelt zu prüfen. Als Untersuchungsgebiet wurde die Rheinniederung zwischen Iffezheim und Au am Rhein, Landkreis Rastatt, gewählt.

In diesem Zusammenhang sei allen, die zu dieser Arbeit beigetragen haben, recht herzlich gedankt. Insbesondere danke ich Herrn Prof. Dr. D. EISFELD für wichtige Ratschläge und Anregungen, die mir bei der Durchführung der Untersuchungen und der Erarbeitung der Ergebnisse geholfen haben. Meinem Freund und Auenkollegen Herrn Prof. Dr. BERND GERKEN verdanke ich wertvolle Anregungen zur Durchführung der Vegetationsaufnahmen und Auswahl der Probeflächen. Dank seines persönlichen Engagements und seiner Mitarbeit bei Geländeaufnahmen und Auswertungen war es möglich, die Arbeit, aufgrund ausführlicher Studien am gesamten Oberrhein, auf eine solide Grundlage an Daten und Erfahrungen zu stellen.

Mein Dank gilt auch Herrn A. GEIGES, der mir bei der praktischen Durchführung der Geländeuntersuchungen sehr geholfen hat.

Für die Unterstützung bei den Statistikauswertungen gilt mein Dank Herrn CHRISTOPH KLEINN. Die Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie stellte mir Unterlagen zur Pflanzenwelt der Rheinaue südlich Karlsruhe zur Verfügung, die zur vegetationskundlichen Charakterisierung der Auenwälder beigetragen haben.

Dem Staatlichen Forstamt Rastatt danke ich für die Bereitstellung forstlichen Kartenmaterials. Herrn K. WESTERMANN sei für seine großzügige Bereitstellung noch unveröffentlichten Materials zur Vogelwelt des südlichen Oberrheingebietes ebenfalls gedankt.

2. Material und Methoden

2.1 Aufnahme des Brutvogelbestandes

Bis Ende des vorigen Jahrhunderts verwendete man bei Bestandsuntersuchungen der Vogelwelt nur Dichteangaben wie *gemein*, *reichlich* oder *selten*. Erst ab 1900 wurden in verschiedenen Arbeiten auch Zahlenwerte angegeben (LACK 1937, KENDEIGH 1944). In der Zwischenzeit dürften in der Bundesrepublik mehr als 2000 Siedlungsdichteuntersuchungen erfolgt sein, die alle auf dem Prinzip der »Kartierung« beruhen (OELKE 1974).

Mit Hilfe der »Kartiermethode« werden alle revieranzeigenden Vogelarten erfaßt. Unter dem Revier versteht man hierbei ein abgegrenztes Gebiet, in dem sich ein Vogel bzw. ein Vogelpaar während der Brutzeit aufhält und das von ihm gegen Artgenossen verteidigt wird (KLOMP 1972). Revierverteidigende Vogelarten sind die meisten Singvögel, aber auch eine Reihe anderer Vogelarten mit vergleichbarem Verhalten. Für alle Vogelarten, die kein Brutrevier besitzen, in Kolonien brüten oder außer dem Brutrevier noch ein Nahrungsrevier haben, müssen alternative Nachweismethoden entwickelt werden (ZENKER 1980).

Die Kartierungsmethode wird eingehend beschrieben von WILLIAMSON et al. 1976: Während einer Anzahl von Kontrollen auf einer bestimmten Probefläche werden sämtliche revieranzeigenden Merkmale von Vögeln wie Revierkämpfe, Gesang und Tragen von Nistmaterial auf sogenannten Feldkarten festgehalten. Diese Einzel- oder Feldeintragungen überträgt man dann getrennt für jede Art auf sogenannte Artkarten. Nach einer genügend großen Anzahl von Kontrollen zeichnen sich darauf dann »Papierreviere« (Flächen, auf denen ein Vogel regelmäßig angetroffen wurde) ab, die gekennzeichnet werden. Nach der Zahl der Kontrollen richtet sich die Zahl der Mindestregistrierungen, die für die Wertung als Brutpaar vorhanden sein müssen.

Aus verschiedenen siedlungsökologischen Untersuchungsmethoden für Brutvögel habe ich zur Aufnahme des Brutvogelbestandes die standardisierte Kartierungs-(Probeflächen)-Methode ausgewählt (ERZ et al. 1968, OELKE 1974, WILLIAMSON et al. 1968, 1976). Im folgenden wird das Verfahren nach OELKE (1974, 1980) beschrieben, da nach dieser Methode die Feldaufnahmen und die Auswertung erfolgten. Abweichungen von diesen Empfehlungen werden bei der nachfolgenden Beschreibung der angewendeten Untersuchungsmethodik jeweils angeführt.

2.1.1 Auswahl der Probeflächen

Im Untersuchungsgebiet wurden insgesamt 13 Probeflächen ausgeschieden (Abb. 1). Der Forderung nach einer Mindestgröße von 10 ha konnte in insgesamt 4 Fällen nicht entsprochen werden. Die Probeflächen wurden nach Kriterien der Vegetation und Waldstruktur ausgewählt. Aufgrund der angetroffenen Vegetationsverhältnisse war es unvermeidlich, daß in einigen Fällen die Flächengrenze mit der Bestandsgrenze übereinstimmt.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die ausgewählten Probeflächen. Aufgeführt sind Größe, mittleres Alter sowie die pflanzensoziologische Charakterisierung der vorhandenen Vegetation.

Als Grundlage für die Feldkarten diente die Deutsche Grundkarte 1:5000. Sie wurde auf den Maßstab 1:2500 umgezeichnet. Topographie, Abgrenzungen der Vegetationszonen sowie Geländemarken (Pfade, Gräben, auffällige Bäume) habe ich zusätzlich zur Orientierung vermerkt (siehe Abb. A 1 in Anhang).



Abb. 1. Das Untersuchungsgebiet und die Lage der Probeflächen.

Tab. 1. Übersicht über die untersuchten Probeflächen

Aufgeführt sind: die Nummer der Probefläche; die Flächengröße in Hektar; das mittlere Alter der Bestockung; die pflanzensoziologische Bezeichnung sowie die in den Tabellen verwendete Abkürzung der jeweiligen Bestockung.

Nr.	Größe	Alter	Waldgesellschaft	Abk.
1	10,0	60	Salicetum albae (Weichholzaue)	S
2	15,0	40	Salicetum albae mit Kopfweidenanteil (Weichholzaue)	Sk
3	11,5	40	Querco-Ulmetum minoris (Tiefe Hartholzaue)	U1
4	12,2	100	Querco-Ulmetum minoris (Hohe Hartholzaue)	U2
5	10,5	100	Querco-Ulmetum minoris (Hohe Hartholzaue)	U2
6	9,0	80	Querco-Ulmetum minoris mit Hybridpappelanteil	UP
7	9,6	30	Hybridpappelwald mit Unterstand	Pu
8	15,0	40	Hybridpappelwald mit Unterstand	Pu
9	13,0	60	Hybridpappelwald	P
10	10,0	90	Querco-Carpinetum mit Ausbildungen des Pruno-Fraxinetum (Eichen-Hainbuchen-Wald)	C
11	9,0	90	Querco-Carpinetum (Eichen-Hainbuchen-Wald)	C
12	10,0	100	Querco-Carpinetum (Eichen-Hainbuchen-Wald)	C
13	4,5	40	Hybridpappelwald mit Unterstand	Pu

2.1.2 Erfassung des Vogelbestandes

Im Erfassungszeitraum von Ende März bis Ende Juni 1980 wurden insgesamt 10 Kontrollgänge pro Fläche durchgeführt (siehe Tab. 2). Je 8 Kontrollen fanden in den Morgenstunden zwischen Sonnenaufgang und 10 bis 11 Uhr statt, je 2 Kontrollen wurden abends durchgeführt, um den Bestand an Eulen (Strigidae) zu erfassen. Die Probeflächen 3, 5, 6 und 9 wurden von Dr. B. GERKEN, die Probeflächen 11, 12 und 13 von A. GEIGES kontrolliert. Als Kontrollrouten wurden in Anlehnung an OELKE 1974 wechselnde Wegstrecken mit verschiedenen Start- und Endpunkten benutzt. Kein Teil der Probefläche lag mehr als 50 m von der Route entfernt.

Die Aufenthaltszeit pro Hektar Probefläche betrug mindestens 10-15 Minuten. Kartiert wurde nur bei schönem Wetter, da bei Regen die Gesangsaktivität zu gering ist.

Die Kartierung der Brutvögel auf den Probeflächen wurde somit gemäß den oben genannten Empfehlungen zu Siedlungsdichteuntersuchungen nach OELKE 1974/80 durchgeführt. Zusätzliche Erfassungsmethoden für bestimmte Arten werden nachfolgend aufgeführt (vgl. ZENKER 1980):

Tab. 2. Durchgeführte Beobachtungsgänge in den einzelnen Probeflächen (+ = Nachtexkursionen)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
29.3.	30.3.	25.3.	28.3.	3.4.	25.3.	28.3.	3.4.	26.3.	26.3.	3.4.	30.3.	26.3.
9.4.	13.4.	11.4.	14.4.	17.4.	11.4.	14.4.	14.4.	17.4.	12.4.	12.4.	13.4.	12.4.
+24.4.	+23.4.	+21.4.	+22.4.	+22.4.	+21.4.	+23.4.	+22.4.	+20.4.	+20.4.	+21.4.	+20.4.	+21.4.
30.4.	30.4.	2.5.	1.5.	28.4.	2.5.	1.5.	1.5.	28.4.	27.4.	29.4.	30.4.	29.4.
12.5.	4.5.	21.5.	3.5.	8.5.	21.5.	2.5.	3.5.	8.5.	2.5.	10.5.	4.5.	17.5.
16.5.	10.5.	23.5.	12.5.	20.5.	23.5.	16.5.	10.5.	21.5.	10.5.	16.5.	10.5.	12.5.
+16.5.	+10.5.	+23.5.	+12.5.	+20.5.	+23.5.	+16.5.	+10.5.	+21.5.	+10.5.	+16.5.	+10.5.	+12.5.
24.5.	17.5.	6.6.	16.5.	23.5.	6.6.	6.6.	17.5.	23.5.	16.5.	26.5.	1.6.	30.5.
8.6.	7.6.	12.6.	5.6.	13.6.	12.6.	7.6.	7.6.	6.6.	3.6.	11.6.	3.6.	3.6.
28.6.	20.6.	22.6.	21.6.	21.6.	25.6.	25.6.	21.6.	19.6.	25.6.	24.6.	23.6.	24.6.

Greifvögel (*Falconidae*)

Im Untersuchungsgebiet wurden im Frühjahr 1979 und 1980 vor der Belaubung alle Horste kartiert. Während der darauffolgenden Brutzeit wurde dann an diesen Horsten nach Anwesenheitsmerkmalen (Balzflüge, Balzrufe, Horstbau, Kotflecken, Fütterungen, Mauserfedern und Rufe der Jungen) gesucht. Hierdurch konnte der Greifvogelbestand den Jahren 1979 und 1980 im gesamten Untersuchungsgebiet erfaßt und kartiert werden.

Eulen (*Strigidae*)

Im April und im Mai wurden im gesamten Untersuchungsgebiet rufende Jungvögel kartiert. Die Brutverbreitung von Waldkauz (*Strix aluco*) und Waldohreule (*Asio otus*) habe ich innerhalb der Probestflächen durch zwei Nachtexkursionen im April und Mai ermittelt. Besonders die Brutverbreitung der Waldohreule ließ sich wegen der sehr lauten Bettelrufe der Jungen auf weite Entfernungen kartieren.

Tauben (*Columbidae*)

Zur Erfassung der Reviere der Ringeltaube (*Columba palumbus*) und der Turteltaube (*Streptopelia turtur*) wurden vornehmlich Balzflüge und Balzrufe gewertet. Eine Erfassung habe ich in den Jahren 1978 und 1980 auf der Fläche des gesamten Untersuchungsgebiets aufgrund rufender Tauber durchgeführt.

Star (*Sturnus vulgaris*) und Feldsperling (*Passer montanus*)

An Hand der Bettelrufe der Jungen wurden besetzte Höhlen ermittelt.

Spechte (*Picidae*) und Weidenmeise (*Parus montanus*)

Neben den üblichen revieranzeigenden Merkmalen (Trommeln, Rufe, Höhlenbau) wurden bei den Arten Schwarzspecht (*Dryocopus martius*), Großer Buntspecht (*Dendrocopus major*) und Grauspecht (*Picus canus* L.) zusätzlich die bewohnten Bruthöhlen mittels der Bettelrufe der Jungen registriert.

Mittelspecht (*Dendrocopus medius*), Kleinspecht (*Dendrocopus minor*) und Weidenmeise (*Parus montanus*) konnten mit Hilfe von Klangattrappen angelockt werden. Diese Methode hat sich vor allem bei der Erfassung des Mittelspechts bewährt (JENNI 1977, WESTERMANN in Vober.). An den Lautäußerungen der angelockten Mittelspechte läßt sich zudem unterscheiden, ob es sich um verpaarte Tiere handelt (beide Vögel kommen kicksend angefliegen) oder ob das Männchen noch unverpaart ist (das Männchen quäkt). Unverpaarte Tiere konnten noch im Mai und Juni zum Quäken gereizt werden. Bei Anwendung der Klangattrappen konnte festgestellt werden, daß die Reaktion des Mittelspechts in der Regel sehr rasch und über weite Strecken (ca. 200 m im geschlossenen Wald) erfolgt.

Als Revier wurden verpaarte wie auch unverpaarte Tiere gewertet.

Stockente (*Anas platyrhynchos*), Blässhuhn (*Fulica atra*) und Fasan (*Phasianus colchicus*)

Die oben genannten Arten wurden anhand von Nestfunden oder nicht-flügenden Jungvögeln erfaßt.

Kernbeißer (*Coccothraustes coccothraustes*), Grauschnäpper (*Muscicapa striata*) und Schwanzmeise (*Aegithalos caudatus*)

Die oben genannten Arten sind nur sehr schwer durch Kartierung der Lautäußerungen zu erfassen. Bei der Auszählung der Reviere wurden zusätzlich Sichtbeobachtungen, Nestfunde und Beobachtungen von ausgeflogenen Jungvögeln mit herangezogen.

In Tabelle 3 sind die angewandten Erfassungsmethoden für alle nachgewiesenen Brutvogelarten zusammengestellt.

2.1.3 Auswertung der Bestandsaufnahmen

Beim Abgrenzen und Auswerten der Reviere wurden die internationalen Regeln (OELKE 1974, PIKOWSKI & WILLIAMSON 1974) verwendet. Bei 8 durchgeführten Kontrollen waren mindestens 3 Registrierungen für die Wertung als Brutpaar erforderlich. Randsiedler wurden mitgezählt, wenn mehr als die Hälfte der Registrierungen in der Probestfläche lag.

Die Vogelgemeinschaften der einzelnen Probestflächen werden in dieser Arbeit durch folgende Angaben charakterisiert:

Tab. 3. Erfassungsmethodik

++ = Kriterium, nach dem die Mehrzahl der Paare gewertet wurde bzw. besondere Schwierigkeiten der Erfassung.

+ = Kriterium, das teilweise zutrifft.

Art	Beobachtungen, die für die Auszählung der Paare verwendet wurden:						Die Erfassung war schwierig, weil			Erfassungszeitraum
	singende Männchen	Bazillige und Bazirufe	Sicht- und Rufbeobachtungen	Nest- oder Horstfunde	Futter- oder Nistmaterial tragende Altvogel	Flügge Jungvögel	die Art selten wahrgenommen wird	die Art auch während der Brutzeit in Trupps auftritt	Durchzügler längere Zeit stationär sind	
Stockente				++		+				1.4.-30.6.
Mäusebussard		+		++		+				1.3.-30.6.
Habicht		+	+	++		+				15.2.-30.6.
Fasan				++						1.4.-30.6.
Bläßralle				++		+				1.4.-30.6.
Ringeltaube		++	+	+						1.4.-30.6.
Turteltaube		++		+			+			15.5.-30.6.
Kuckuck		++								1.5.-30.6.
Waldkauz		+		+		++				10.2.-10.5.
Waldohreule		+		+		++				15.4.-10.6.
Grauspecht		++	+							10.3.-30.5.
Schwarzspecht		++	+	+						1.3.-30.5.
Buntspecht		++	+	+		+				1.3.-30.5.
Mittelspecht		+					++	+		1.3.-30.5.
Kleinspecht		+	+				++	+		1.4.-30.6.
Bachstelze			++	+		+				1.5.-30.6.
Baumpieper	++	++								15.3.-30.6.
Zaunkönig	++									15.3.-30.6.
Heckenbraunelle	++									1.5.-30.6.
Sumpfrohsänger	++									1.5.-30.6.
Teichrohsänger	++									15.5.-30.6.
Gartengrasmücke	++									15.4.-30.6.
Mönchgrasmücke	++									1.5.-30.6.
Fitis	++								++	1.4.-30.6.
Zilpzalp	++									1.5.-30.6.
Waldlaubsänger	++									15.4.-30.6.
Sommergoldhähnchen	++									1.5.-30.6.
Grauschnäpper			++			+		+		15.5.-30.6.
Nachtigall	++									1.4.-30.6.
Rotkehlchen	++									1.4.-30.6.
Wacholderdrossel			++	+	+			++		15.3.-30.6.
Singdrossel	++		+	+	+	+				15.3.-30.6.
Amsel	++		++	+	+	+				15.3.-30.6.
Schwanzmeise			++	+	+			++		15.3.-15.6.
Sumpfmeise	++		+							1.4.-30.6.
Weidenmeise	++		+				+	++		1.4.-30.6.
Blaumeise	++		+	+		+				1.4.-30.6.
Kohlmeise	++		+	+	+					15.3.-30.6.
Kleiber		++	+							15.3.-30.6.
Gartenbaumläufer	++		+	+						15.3.-30.6.
Waldbaumläufer	++		+	+						15.3.-30.6.
Goldammer	++		+							1.4.-30.6.
Buchfink	++									1.4.-30.6.
Grünfink	++		+							1.5.-30.6.
Stieglitz	++									1.4.-30.6.
Kernbeißer			++	+				++		1.4.-30.6.
Feldsperling			++	+	+	+				15.3.-30.6.
Star	+		+	++	+	+		+		1.5.-30.6.
Pirol	++	+						++		15.3.-30.6.
Eichelhäher			++							15.3.-30.6.
Rabenkrähe			+	++						??

- Die Zahl der Vogelpaare, die auf der Probefläche festgestellt wurden.
- Die absolute Abundanz gibt die Vogeldichte in Brutpaaren pro Hektar an. Sie berücksichtigt auch Brutgäste, Vögel, die ihre Nahrung ganz außerhalb der Probefläche suchen und Teilsiedler, Vögel die ihre Nahrung teilweise außerhalb der Probefläche suchen.
- Die bereinigte Abundanz berücksichtigt Brutgäste nicht und wertet die Teilsiedler nur als halbe Paare.
- Die Dominanz gibt den Anteil einer einzelnen Vogelart am Gesamtbestand in Prozent an.
- Die Artenzahl gibt die Anzahl der auf der Probefläche angetroffenen Arten wieder.
- Die Diversität ist ein Maß für die Artenvielfalt und die Gleichverteilung der Individuen auf die Arten (vgl. BEZZEL 1974, BEZZEL & REICHHOLF 1974, MULSOW 1977, CYR 1977 und THIELE 1978). Zur Berechnung der Vogeldiversität wurde die SHANNON-WEAVER-Formel verwendet:

$$H = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i \quad \text{mit } s: \text{Artenzahl und} \\ p_i : \text{Anteil der einzelnen Art am Gesamtbestand}$$

- Der Dominanzindex ist die Summe der Dominanzen der beiden häufigsten Arten. Diversität und Dominanzindex sind miteinander sehr hoch negativ korreliert (MULSOW 1977).

2.2 Aufnahme der Waldvegetation

Zur Beschreibung der Vegetation der Probeflächen diente die standardisierte Methode nach CYR & OELKE (1976), die sich bei siedlungsökologischen Fragestellungen in Nordamerika bewährt hat. Sie besteht darin, daß eine gewisse Anzahl von Kreisflächen zu je 0,04 ha auf der Probefläche ausgewählt werden. Je nach Flächengröße werden 5 bis 7 Kreisflächen weitgehend zufällig über jede Probefläche verteilt. Innerhalb dieser Flächen werden Bäume und Sträucher gezählt und vermessen sowie die Deckungsgrade der einzelnen Schichten bestimmt.

Innerhalb der Waldbestände wurden bei der Aufnahme insgesamt 4 Schichten ausgeschieden:

- die erste Baumschicht (dominierende Bäume)
- die zweite Baumschicht (Unterstand)
- die Strauchschicht
- die Krautschicht

Weiterhin werden nachfolgende Daten erfaßt:

- die Abundanz der Bäume je Hektar
- die relative Dichte der Holzgewächse (Bäume und Sträucher)
- die Bestandeskreisfläche (Summe der Stammquerschnittsfläche in Brusthöhe in m²/ha)
- die Bestandesmittelhöhe und der mittlere Brusthöhendurchmesser (BHD)
- die Länge des Schaftes bis zum Kronenansatz sowie die Kronenbreite
- die Deckungsgrade der Baum-, Strauch- und Krautschicht.
- Als Maß für die vorhandene Totholzmenge wurde die Zahl aller abgestorbenen Äste mit einem größeren Basisdurchmesser als 5 cm innerhalb der Kreisfläche bestimmt. Abgestorbene Bäume wurden entsprechend ihrer Größe als 5, 10, 15 oder 20 Totäste mitgezählt. Die in Tabelle 10 (Seite 51) angegebene Zahl bezeichnet somit die mittlere Zahl an toten Ästen auf einer Kreisfläche von 0,04 ha.
- Die Borkentiefe wurde in Brusthöhe an jedem Baum gemessen, wobei unter einem Baum ein mehr als 10 m hohes Holzgewächs zu verstehen ist.

Tabelle 10 gibt die mittlere Borkentiefe aller gemessenen Bäume an.

- Sichtweiten in den einzelnen Beständen wurden mittels Schnittbildentfernungsmessung (600 mm Teleobjektiv) aufgenommen, wobei pro Probefläche 10 mal an verschiedenen zufällig gewählten Punkten gemessen wurde. Unter der mittleren Sichtweite wird diejenige Entfernung angegeben, bei der ein Baumstamm in Augenhöhe gerade noch zu erkennen ist.

Um die verschiedenen Probeflächen weiter in ihrer Struktur zu charakterisieren, wurden aus den in Tabelle 10 aufgeführten Strukturdaten und den Ergebnissen der Vegetationsaufnahmen weiter Waldstrukturparameter entwickelt und berechnet. Tabelle 11 (Seite 53) zeigt die ermittelten Werte.

Im Einzelnen wurden folgende Parameter bestimmt:

- Die Anzahl der ausgeschiedenen Schichten (Straten)
- Die Baumartendiversität berechnet sich nach der SHANNON-WEAVER-Formel durch Einsetzen der relativen Häufigkeiten der einzelnen Baumarten.
- Der Gesamtdeckungsgrad wurde aus dem arithmetischen Mittel der Deckungsgrade der einzelnen Schichten gebildet.
- Der Vegetationsraum, d.h. das von der Vegetation eingenommene Volumen stellt sich als Summe der Volumina der einzelnen Schichten dar, die über das Produkt Fläche x Höhe x Deckungsgrad bestimmt wurden.
- Die Heterogenität und Formenmannigfaltigkeit der Waldbestände soll neben den Maßzahlen für Deckung, Vegetationsraum und Baumartendiversität als Maßzahl für das Vorhandensein bestimmter Strukturelemente auf der Fläche stehen.

Ziel dieser Maßzahl ist es, besonders heterogene und vielgestaltige Vegetationsstrukturen hervorzuheben. Hierzu wurden in Kronenschicht, Strauchschicht und Bodenraum besonders dicht und besonders geringdeckende Flächen bepunktet. Als Basis verwendete ich die in den Probeflächen ausgeschiedenen Probekreise. Die in der Tabelle 11 aufgeführten Zahlen geben die Zahl der Probekreise an, in denen das jeweilige Kriterium, z.B. ein Deckungsgrad größer als 80% erfüllt wurde. In den Flächen, in denen nur 5 Probekreise ausgeschieden waren, wurden für diese Erfassung zwei weitere Kreise gewählt und auf das jeweilige Kriterium überprüft. Eine höhere Punktzahl wird also als Folge möglichst heterogen gestalteter Kronen-, Strauch- und Krautschichten erreicht. Für den Stammraum konnte der Deckungsgrad nicht als Maßstab dienen. Hierzu wurde die Bestandeskreisfläche und der Totholzanteil des Waldes bewertet. Eine möglichst hohe Bestandeskreisfläche und ein hoher Totholzanteil implizieren eine große Vielfalt an vorhandenen Pflanzenteilen und damit an verschiedenartigen Strukturen (Koch 1975). Als Bepunktungsgrundlage verwendete ich die auf eine Stelle gerundeten Zahlen für Bestandeskreisfläche und Totholz aus Tabelle 10.

- Zur Dokumentation der Waldstruktur des jeweiligen Bestockungstyps wurde ein Streifen von 10 m Breite und 250 m Länge als Strukturprofil aufgenommen, wobei sämtliche Holzgewächse auf diesem Streifen vermessen und im Maßstab 1:1000 an Ort und Stelle auf Millimeterpapier gezeichnet wurden.

Als Hilfsmittel bei der Datenermittlung dienten:

- eine Kluppe
- 250 mm Teleobjektiv als Höhenmesser
- ein Maßband zur Ermittlung der horizontalen Entfernungen.

Alle gemessenen Strukturdaten sind in Tabelle 10 Seite 51 zusammengefaßt. Alle weiterhin berechneten Strukturwerte zeigt Tabelle 11 auf Seite 53.

2.3 Statistische Methoden

Zum Vergleich der in den einzelnen Probeflächen festgestellten Abundanzen wurde der Chi²-Test nach NIEMEYER (1974) benützt. Mit diesem Test läßt sich beantworten, ob die untersuchten Flächen unterschiedlich dicht besiedelt sind und mit welcher Irrtumswahrscheinlichkeit dies zutrifft. Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Flächengrößen gilt die Formel:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_i - \bar{f}_i)^2}{\bar{f}_i} \quad \text{warin } f_i \text{ die beobachtete und } \bar{f}_i \text{ die erwartete Häufigkeit der } i\text{-Klasse ist}$$

und k die Anzahl der Klassen.

Bei ungleicher Größe zweier Probeflächen berechnen sich die erwarteten Häufigkeiten (f_1 und f_2) nach den Formeln:

$$f_1 = \frac{(f_1 + f_2) \cdot F_1}{f_{\bar{1,2}}} \text{ und } f_2 = \frac{(f_1 + f_2) \cdot F_2}{f_{\bar{1,2}}}$$

worin f_1 und f_2 die in den Probeflächen beobachteten Häufigkeiten und $f_{\bar{1,2}}$ das arithmetische Mittel

aus beiden Werten. F_1 und F_2 sind die jeweiligen Flächengrößen in Hektar.

Der χ^2 -Test hat den Vorteil, daß er auch für beliebig kleine Grundgesamtheiten (z.B. 2 Zahlenwerte) angewendet werden kann. Er wird ausführlich beschrieben in BERTHOLD et al. (1980).

Um die Abhängigkeiten von Strukturparametern und Parametern der Vogelgemeinschaften auszudrücken, wurde der »Pearsonsche Korrelationskoeffizient« (Rechenzentrum der Universität Freiburg 1979) berechnet. Er stellt ein Maß für die lineare Abhängigkeit von zwei Variablen dar. Mit Hilfe des SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) wurden weiterhin die Signifikanz des Korrelationskoeffizienten berechnet.

2.4 Fehlerquellen

Neben den durch die Methode bedingten Fehlern können weitere Ungenauigkeiten bei der Brutvogelaufnahme insbesondere durch folgende Faktoren verursacht werden:

– Ungleicher Zeitaufwand:

Pro Hektar wurde in allen Flächen 10-15 min. kartiert, der Fehler durch eine unterschiedliche Beobachtungszeit dürfte somit sehr gering sein.

– Witterung:

Tab. 4. Länge der Grenzlinien in Metern und ihre prozentuale Verteilung auf verschiedene Landschaftsstrukturen in den einzelnen Probeflächen. Die jeweilige Maßeinheit befindet sich am Anfang jeder Zeile.

Probefläche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Waldgesellschaft		S	Sk	U1	U2	U2	UP	Pu	Pu	P	C	C	C	Pu
Feld	m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	675	—	—	700
	%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45	—	—	58
Wiese	m	—	150	—	—	—	—	—	500	—	150	—	—	—
	%	—	10	—	—	—	—	—	28	—	10	—	—	—
Wasser	m	1200	200	450	275	500	600	425	650	910	—	—	—	—
	%	85	13	31	15	38	55	40	36	58	—	—	—	—
Jungwald (kleiner 10m)	m	—	—	50	375	350	430	—	—	—	500	1000	575	250
	%	—	—	4	21	27	39	—	—	—	30	77	40	21
Wald	m	200	1150	940	1125	450	60	650	650	650	175	300	875	250
	%	15	77	66	64	35	6	60	36	42	15	23	60	21
Gesamtlänge	m	1400	1500	1440	1775	1300	1090	1075	1800	1566	1500	1300	1450	1200
davon nicht Wald	m	1200	350	500	650	850	1030	465	1150	910	1325	1000	575	950
Flächengröße	ha	10,0	15,0	11,5	12,2	10,5	9,0	9,6	15,0	13,0	10,0	9,0	10,0	4,5
Länge/Fläche	m/ha	140	100	125	145	124	121	111	120	120	150	144	145	266
davon nicht Wald	m/ha	120	23	43	53	81	114	48	76	70	133	111	57	211

Kartiert wurde nur bei schönem Wetter. Ungenauigkeiten durch Wettereinflüsse scheiden somit weitgehend aus.

– **Unterschiedliche Längen der Grenzlinien:**

Tabelle 4 zeigt die Länge der Grenzlinien und ihre Verteilung auf verschiedene Strukturräume bei den einzelnen Probeflächen. Hierbei zeigt sich, daß die Probefläche 13 im Verhältnis zu ihrer Größe eine ungewöhnlich lange Grenzlinie aufweist. Die Ungenauigkeit bei der Abgrenzung der einzelnen Reviere dürfte bei dieser Fläche größer sein als bei den übrigen, bei denen das Verhältnis Grenzlinie zu Fläche zwischen 100 und 150 m/Hektar schwankt.

– **Randlinienwirkung:**

Eine Randlinienwirkung (SCHWERDTFEGER 1975) ist bei der Auswahl der Probeflächen keinesfalls zu vermeiden. Im Untersuchungsgebiet finden sich keine einheitlich strukturierten Wälder von mehr als 10 ha Größe. Die mosaikartige Vernetzung von Gewässern, Schluten und Senken mit höher gelegenen bewaldeten Flächen impliziert bei allen Probeflächen gewisse Randeffekte. Die Randlinienwirkung dürfte auch um so größer sein, je größer der Anteil nicht bewaldeten Geländes an der oben zitierten Grenzlinie ist. Betrachtet man den Anteil von Nicht-Wald-Flächen an der gesamten Grenzlinie, so weisen die Flächen 1, 6, 10, 11 und 13 die höchsten Werte auf.

Einen Überblick über die möglichen Fehlerquellen bei der Kartierungsmethode geben BERTHOLD 1976 und ZENKER 1980.

3. Beschreibung des Untersuchungsgebietes

3.1 Allgemeines

Das Untersuchungsgebiet umfaßt die rechts- und linksrheinische Rheinniederung zwischen Iffezheim und Neuburgweier, etwa 10 bis 30 km südlich von Karlsruhe, in der Region Mittlerer Oberrhein.

Der größte Teil der etwa 120 km² großen Untersuchungsfläche entfällt auf den Landkreis Rastatt, angeschlossen sind noch Flächen der Gemeinde Rheinstetten und der französischen Gemeinden Beinheim, Seltz, Munchhausen und Mothern. Die östliche Länge beträgt 8°5'–8°17', die nördliche Breite 48°50'–48°59'. Das Gebiet liegt zwischen 115 und 105 m über dem Meeresspiegel.

Das Untersuchungsgebiet liegt somit in der alluvialen Aue des Rheins und wird im Westen und Osten durch das bis zu 12 m aufragende Hochgestade, den Rand der geologischen Niederterrasse begrenzt. Es gliedert sich in den Bereich der intakten Aue (zwischen Rhein und Hochwasserdamm) und in den Bereich der ehemaligen Aue (zwischen Hochwasserdamm und Niederterrasse).

Das Untersuchungsgebiet weist heute nachfolgende Flächenverteilung auf:

Auf Siedlungen und Infrastruktur entfallen rund 25% der Fläche. Wald und Gewässer nehmen ca. 30% der Fläche ein. Die restlichen 45% der Fläche entsprechen landwirtschaftlich genutzten Flächen (Landschaftsplan Rastatt in Vorbereitung).

3.2 Klima

Das Untersuchungsgebiet gehört naturräumlich und als Klimabezirk zur »Nördlichen Oberrhein-Niederung«. Die folgenden Klimadaten charakterisieren das Gebiet (Deutscher Wetterdienst 1953).

Mittelwerte pro Jahr aus der Periode von 1881 bis 1930:

a) Temperatur	
Lufttemperatur	9°C
Jahresschwankung der Temperatur	18°C
Eistage (Höchstwert der Temp. unter 0°C)	20 Tage
Frosttage (Tiefstwert der Temp. unter 0°C)	30 Tage
Sommertage (Höchstwert der Temp. mind. 25°C)	40 Tage
b) Niederschläge	
Mittlerer Jahresniederschlag	850 mm
Sommerniederschlag in % des mittleren Jahresniederschlags	60
Schneetage (Tage mit einer Schneedecke > 0 cm)	40 Tage

3.3 Böden

Über den vom Rhein abgelagerten Kiesen und Schwemmsanden im Untergrund findet sich eine mehr oder weniger stark ausgebildete Lehmdecke. Die Böden im ehemaligen und aktuellen Überflutungsbereich des Rheins sind vorwiegend kalkig und nach ihrer Entstehung und ihrem Alter sehr vielgestaltig; es sind dies sandige bis tonige Böden, vornehmlich Ramblen, Borowinen und Vegen. Auf den Schwemmfächern der Schwarzwaldflüsse entwickelten sich kalkfreie Böden, hauptsächlich Braunerden, Gleye und in den Brüchern der Randsenke anmoorige Böden.

3.4 Wasserhaushalt

Unter den ökologischen Faktoren ist der Wechsel der Wasserstände in der Aue der bedeutendste.

Auch in der ehemaligen Aue, der durch die Hochwasserdämme geschützten Rheinniederung, ist der Strom durch seinen Einfluß auf die Grundwasserstände beteiligt (DISTER 1980). Der Grundwasseranstieg bei Hochwasser pflanzt sich, einer Welle vergleichbar, in Richtung Hochgestade fort. Bei hohen Grundwasserständen (z.B. Frühjahr 1980) füllen sich Mulden und tiefer gelegene Bereiche der ehemaligen Aue mit zu Tage tretendem Grundwasser.

In der noch intakten Aue hingegen wird das Gelände mit Flußwasser überflutet. Beim Abtrocknen bleibt die kalkhaltige und sehr nährstoffreiche Flußtrübe, der Auelehm, zurück.

Da das Niederschlagsmaximum im größten Teil des Einzugsgebiets im Sommer liegt, die winterlichen Niederschläge zudem noch — zumindest in den höheren Gebirgen — als Schnee zurückgehalten werden und je nach Höhenlage erst zwischen Frühjahr und Sommer als Schmelzwasser in den Abfluß gehen, ist es verständlich, daß im Untersuchungsgebiet die höchsten Wasserstände im Sommer und die niedrigsten im Winter gemessen werden.

Im langjährigen Mittel weist der Pegel bei Plittersdorf zwei Abflußspitzen auf. Einmal im Februar und März (Schneesmelze in den Mittelgebirgen) und einmal im Juni und Juli (Schneesmelze in den Alpen und hohe Sommerniederschläge). Die Wasserstandsschwankungen gemessen am Pegel Plittersdorf betragen im Jahre 1980 maximal 3,85 m (siehe auch Abb. 2).

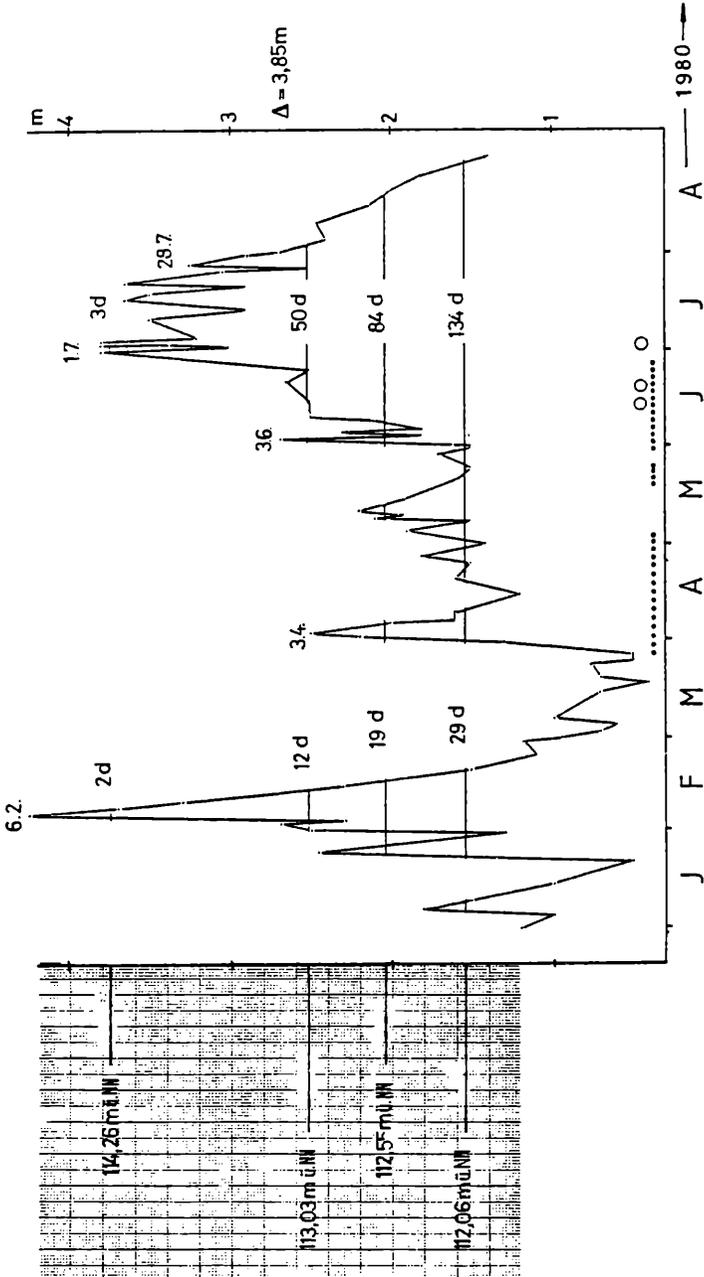


Abb. 2. Höhenlage einiger Standorte im Hartholzauenwald bei Wintersdorf (Probefläche 4) korreliert mit den Wasserständen am Rhein-Pegel Plittersdorf (km 337,872). Für jedes Niveau ist die Dauer der Überflutungen (d in Tagen) zwischen Januar und August angegeben (aus GERKEN 1981).

Im Beobachtungsjahr 1980 setzte das Sommerhochwasser erst relativ spät im Jahresverlauf ein, so daß die notwendigen Kontrollgänge bis zum 1. Juli ohne jegliche Beeinträchtigungen durch das Hochwasser abgeschlossen werden konnten (Abb. 2).

3.5 Vegetation

3.5.1 Allgemeines zur Vegetation

In der ursprünglichen, vom Menschen unbeeinflussten Stromauwe, war der Wald neben dem Gewässernetz das beherrschende Element der Auenlandschaft (KRAUSE 1974). Im stromnahen Bereich der Rheinniederung blieb bis zu Anfang des 19. Jahrhunderts ein, wenn auch gebietsweise aufgelockertes, Auenwaldgebiet erhalten, da hier die alljährlichen Sommerhochwasser neben meist kleinflächiger Wiesenwirtschaft als günstige Nutzungsform fast nur Waldwirtschaft zuließen. In dem in viele Arme aufgelösten Flußlauf prägen neben dem Wald vegetationslose Kiesflächen das Bild der Landschaft. Diese Gliederung der Auenlandschaft ist in der Rheingränzt-Karte von 1838 überliefert (Oberdirektion 1851).

Mehr als viele andere Waldgesellschaften unterlagen die Auenwälder z.T. außerordentlich raschen und tiefgreifenden Veränderungen. Die Dynamik des Flusses sorgte einerseits für die Neuentstehung waldfähigen Bodens durch An- oder Auflandungen, der Rhein trug andererseits aber auch bewaldetes Gelände ab und verwandelte Waldflächen in Gewässer und Kiesinseln.

Die Auenwälder wurden auch schon vor dem 19. Jahrhundert vom Menschen mehr oder weniger intensiv genutzt. Hierbei waren jedoch dem wirtschaftenden Menschen Grenzen gesetzt, so daß sich die natürliche Bestockung fortwährend erneuern konnte und bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts fast unbeeinflusst erhalten blieb (BÄRTHEL 1965).

Die noch 1838 dokumentierten rheinbegleitenden Auenwälder schlossen sich nach der Rektifikation des Stromes durch TULLA und seine Nachfolger durch Verlandung und durch z.T. als Ausbaumaßnahme künstlich herbeigeführte großflächige Anlandungen zu einem zusammenhängenden Waldgebiet zusammen.

Eine Folge der Rheinkorrektion war die langfristige Sicherung der Standorte, deren zeitlicher Bestand in der wilden Aue ungewiß war. Es konnte der Übergang von der herkömmlichen, relativ ungeordneten Nieder- und Mittelwaldwirtschaft zur Hochwaldwirtschaft vollzogen werden (BAUER 1951).

Der Wechsel der Betriebsart war in der Regel auch mit dem Wechsel der Holzarten verbunden. Mit der Hochwaldwirtschaft hat sich so seit der Jahrhundertwende der Anbau der Hybridpappeln immer mehr durchgesetzt. Im Überflutungsgebiet des Rheins sind heute Hybridpappelwälder auf ca. 70% der Waldflächen zu finden. Die naturnahen Weich- und Hartholzauenwälder stocken auf 20% der Waldflächen, 10% werden von Edellaubholzkulturen eingenommen.

Im folgenden sollen nun die einzelnen Waldgesellschaften und die darin ausgewählten Probestellen beschrieben werden (siehe hierzu auch die Abb. 3-12 sowie die Abb. 14-21 auf Seite 55-62).

3.5.2 Weichholzaunenwälder

Die Weichhölzer, vornehmlich die Silberweide (*Salix alba* L.) und die Schwarzpappel (*Populus nigra* L.) rücken am weitesten gegen die Mittelwasserlinie vor und stocken daher meist den Gewässern folgend auf den niedrigsten Uferbänken (HÜGIN 1962). Neben diesen oft nur einige Meter breiten Silberweidenmängeln entlang der Altwässer finden wir im Untersuchungsgebiet auch flächige Bestände, so am »Illinger Altrhein«, an der »Sauer-Mündung« bei Munchhausen im Elsaß und im »Murgwinkel« nördlich von Plittersdorf.

Innerhalb dieser Bestände wurden zwei Probeflächen (PF) ausgeschieden:

- PF 1: Silberweidenwald »Felsengrund« bei Munchhausen (Elsaß)
- PF 2: Silberweidenwald »Murgwinkel« bei Plittersdorf.

Beide Flächen stocken auf jungem Schwemmland, das in der Rheingrätz-Karte von 1838 noch als Kiesfläche eingezeichnet ist. Probefläche 1 zeigt außer einigen Kopfweiden und eingebrachten Hybridpappeln keine menschlichen Beeinflussungen. Probefläche 2 besteht hauptsächlich aus durchgewachsenen Kopfweiden. Früher dienten diese Bestände zur Gewinnung von Brennholz Faschinen und Ruten für die Korbflechterei, die beidseits des Rheins einen wichtigen Erwerbszweig darstellte. Die Kopfweiden wurden gepflanzt, indem man vorzugsweise dreijährige Weidenstangen in den Boden steckte und austreiben ließ. Mit dem Niedergang der Korbmacherei kam auch der regelmäßige Schnitt der Weiden zum Erliegen. Die Ruten konnten inzwischen zu starken Ästen heranwachsen, die Bäume erreichen eine Höhe von 15 bis 20 Metern.

Unter dem lichten Schirm der Silberweiden und vereinzelt vorkommenden Schwarzpappel finden sich einzeln oder gruppenweise eingestreute buschförmige Purpurweiden (*Salix purpurea* L.) und Korbweiden (*Salix viminalis* L.), mitunter auch der Hartriegel (*Cornus sanguinea* L.) und Pfaffenhütchen (*Euonymus europaea* L.).

Die Fläche ist von einzelnen Schluten durchzogen, in denen ein Baumbestand fehlt. Hier wachsen vornehmlich sogenannte »Schlamm Bodenpflanzen« (*Oenanthe Roripetum* LOHMEYER 1950). Dominierende Arten sind Wasserkresse (*Rorippa amphibia* L.) und Wasserfenchel (*Oenanthe aquatica* L.).

Höher gelegene Standorte werden in der Krautschicht fast ausschließlich von der Brennessel (*Urtica dioica* L.) und dem gewöhnlichen Rispengras (*Poa trivialis* L.) eingenommen, die im Sommer bis über zwei Meter hoch werden.

Beachtlich ist der Totholzanteil (abgestorbene Äste, kernfaule alte Bäume und angeschwemmte Holzteile).

An unbeeinflussten Stellen (z.B. PF 1, ohne wirtschaftliche Nutzung) entwickelte sich nach der vollzogenen Rheinkorrektur ein Silberweiden-Urwald mit bis zu 25 Meter hohen baumförmigen Silberweiden, Schwarz- und Silberpappeln (*Populus alba* L.). Die Bäume verfügen über einen Brusthöhendurchmesser bis zu 90 cm und eine bis zu 2 cm tiefe Borke.

Unter dem lichten Schirm der Weichhölzer stocken noch einige zurückgebliebene

oder auf den Stock gesetzte Silberweiden und Schwarzpappeln. Von den höheren Stellen aus dringt die Feldulme (*Ulmus minor* L.), der Pionierbaum der Hartholzau, in den Weichholzbestand ein. Einzelne Lücken im Bestand werden von buschförmigen Weiden, der Korbweide, der Purpurweide und dem Hartriegel eingenommen.

Die in der Baumschicht in der Regel einschichtigen Weichholzaunenwälder erfahren durch die eingestreuten Sträucher und Kopfweiden sowie durch die in der zweiten Baumschicht stockenden Feldulmen und Grauerlen (*Alnus incanae* L.) und den hohen Totholzanteil eine größere Strukturvielfalt.

3.5.3 Hartholzaunenwälder

Die Hartholzaunenwälder schließen sich standörtlich an die Weichholzaue an und stocken auf den höher gelegenen Standorten der Überflutungsau. Die Dauer der Überflutungen sinkt dadurch von durchschnittlich 200 auf 10-50 Tage ab, die Entwicklung der Böden ist im Vergleich zu jungen Standorten der Weichholzaunen schon weiter vorangeschritten (HÜGIN 1962, DISTER 1980).

Im Untersuchungsgebiet nehmen die Hartholzaunenwälder nur noch einen kleinen Teil der Fläche ein (BFANL 1980). Nennenswerte Bestände stocken im »Hüttenkopf« bei Wintersdorf, im »Motherer Wört« bei Illingen und im »Veldesgrund« bei Au/Rhein.

Innerhalb dieser Flächen wurden 4 Probeflächen (PF) ausgewählt:

- PF 3: Eichen-Ulmen-Wald der tiefen Stufe im »Motherer Wört«
- PF 4: Eichen-Ulmen-Wald der hohen Stufe im »Hüttenkopf«
- PF 5: Eichen-Ulmen-Wald der hohen Stufe im »Veldesgrund«
- PF 6: Eichen-Ulmen-Wald mit Hybridpappelanteil im »Fahrkopf«

Ausschlaggebend für die Differenzierung der Hartholzaunenwälder ist von Natur aus die Höhenlage in Bezug zur Mittelwasserlinie und damit die Dauer der jährlichen Überflutungen. Die tief gelegenen Standorte der Hartholzaunen werden heute fast ausschließlich von Hybridpappeln eingenommen. Im »Motherer Wört« auf Gemarkung Illingen (elsässischer Grundbesitz) konnte noch eine Probefläche mit naturnaher Vegetation ausgeschieden werden, die sich der tiefen Stufe der Hartholzaunen zuordnen läßt. In der Rheingrätz-Karte von 1838 ist dieser Bestand als Weichholzaunenwald eingezeichnet. Die Feldulme als Pionierbaum der Hartholzaunen bestimmt zusammen mit der Silber- und der Schwarzpappel die obere Baumschicht. Ein großer Teil der Ulmen ist aber durch das Ulmensterben abgängig oder schon abgestorben. Im Unterstand nimmt die Feldulme noch eine dominierende Stellung ein. Daneben bestimmen auch die Grauerle und die Flatterulme (*Ulmus laevis* Pall.) den Aspekt der zweiten Baumschicht (Abb. 5).

Die bis zu 50% deckende Strauchschicht wird von überflutungstoleranten Arten wie Hartriegel, Gemeiner Schneeball (*Viburnum opulus* L.), Weißdorn (*Crataegus monogyna* Jacq.) und Hasel (*Corylus avellana* L.) gebildet.

Die Waldränder und die lichten Stellen im Bestand werden besonders von der Wald-

rebe (*Clematis vitalba* L.) eingenommen. Sie überzieht die Baum- und Strauchschicht mit einem dichten Gewirr aus Ranken und Blättern.

Die Aspekte der Krautschicht sind sehr vielgestaltig, da die Überflutungsdauer die Verbreitung der einzelnen Waldbodenpflanzen bestimmt. In Schluten und Senken beherrschen die lückig auftretenden Wasserkresse-Gesellschaften das Bild. Große Fazies bildend tritt der Winterschachtelhalm (*Equisetum hyemale* L.) auf. Die höchstgelegenen Stellen werden von Frühjahrsgeophyten, vor allem dem Bärlauch (*Allium ursinum* L.) dem Aronstab (*Arum maculatum* L.) und der Einbeere (*Paris quadrifolia* L.) und schließlich von der Vielblütigen Weißwurz (*Polygonatum multiflorum* L.) eingenommen.

Die Hartholzauenwälder der hohen Stufe sind an Arten und Strukturen deutlich vielgestaltiger. In der oberen, meist 20-30 m hohen und 40-90% deckenden Baumschicht dominieren Esche (*Fraxinus excelsior* L.), Stieleiche (*Quercus robur* L.) und Feldulme. Beigesellt sind Silberpappel und Flatterulme, gelegentlich auch Grauerle und Schwarzpappel. Forstlich eingebracht wurden Bergahorn (*Acer pseudoplatanus* L.) und die Hybridpappel (*Populus spec.*). Die untere, 7-15 m hohe und 25-70% deckende 2. Baumschicht wird ebenfalls von Feldulme, Flatterulme und der Esche aufgebaut. Hinzu treten einzelne Exemplare des Feldahorn (*Acer campestre* L.). Ein großer Teil der Bäume ist mit Efeu (*Hedera helix* L.), teilweise auch mit Waldrebe umrankt (Abb. 6).

Die artenreiche und bis 70% deckende Strauchschicht reicht an die untere Kronenschicht heran. Sie setzt sich aus dem Jungwuchs der Baumarten sowie vor allem aus Hartriegel, Weißdorn, Liguster (*Ligustrum vulgare* L.), Pfaffenhütchen, Waldgeißblatt (*Lonicera xylosteum* L.) und dem Gemeinen Schneeball zusammen. Den Frühjahrsaspekt der Krautschicht prägen Frühjahrsgeophyten wie Bärlauch, Aronstab, Einbeere, Buschwindröschen (*Anemone nemorosa* L.) sowie Blaustern (*Scilla bifolia* L.). Durch die Dynamik und Sedimentation der Sommerhochwässer geht der ca. 90%ige Deckungsgrad der Krautschicht teilweise auf bis zu 20% zurück.

Die Probefläche 6 unterscheidet sich durch einen Anteil von ca. 70% Hybridpappeln an der herrschenden Baumschicht. Einige Hybridpappeln sind schon überaltert und weisen einen Brusthöhendurchmesser bis zu 140 cm auf. Der Unterstand an Eichen, Eschen und Ulmen sowie die Strauch- und Krautschicht ist den oben beschriebenen Hartholzauenwäldern in Struktur und Artenzusammensetzung sehr ähnlich.

Die Eichen-Ulmen-Wälder sind durch eine bemerkenswerte Vielschichtigkeit ausgezeichnet, wobei die einzelnen Schichten sehr hohe Deckungsgrade erreichen (Tab. 11 auf Seite 35).

3.5.4 Eichen-Hainbuchen-Wälder

Die nicht, nicht mehr oder nur noch selten überschwemmten Standorte der Rheiniederung (ehemalige Aue) werden von Eichen-Hainbuchen-Wäldern auf meist kalkreichen Böden eingenommen.

Auf anmoorigen Böden der Schluten und der Randsenke, die noch ständig mit hoch anstehendem Grundwasser in Kontakt sind, stocken Erlen-Eschen-Wälder (Pruno-Fraxineten OBERD. 1953; BFANL 1980). Beide Waldgesellschaften sind im Untersuchungsgebiet kleinflächig miteinander verzahnt, so daß es nicht sinnvoll war, getrennte Probeflächen auszuscheiden.

Zwischen dem Hochwasserdamm und der Niederterrasse wurden folgende Probeflächen ausgewählt:

- PF 10: Eichen-Hainbuchen-Wald am Rande des Hochgestades bei Ötigheim
- PF 11: Eichen-Hainbuchen-Wald in der Federbachniederung bei Bietigheim
- PF 12: Eichen-Hainbuchen-Wald im Bruchwald bei Steinmauern.

In der oberen, 20-30 m hohen, 50-90% deckenden Baumschicht des Eichen-Hainbuchen-Waldes dominieren meist Stieleiche und Esche. Vereinzelt sind noch Feldulme und der forstlich geförderte Bergahorn in der ersten Baumschicht vertreten (Abb. 7).

Der in der Regel einschichtige Unterstand (Mittelwaldwirtschaft) wird vornehmlich von der Hainbuche (*Carpinus betulus* L.) geprägt, einzeln eingestreut findet sich noch Feldahorn.

An den lichten Stellen der Bestände verjüngt sich die Esche und der Bergahorn. Letzterer bildet auch unter dem dichten Schirm des Altholzes eine stellenweise geschlossene Naturverjüngung.

In der artenreichen, bis 90% deckenden Krautschicht wächst der Bärlauch im Frühling in großen Herden. In seiner Gesellschaft gedeihen weitere Geophyten wie Buschwindröschen, Blaustern, Schuppenwurz (*Lathraea squamaria* L.), Aronstab, Vielblütige Weißwurz und das Maiglöckchen (*Convallaria majalis* L.).

Die tiefer gelegenen Senken und Schluten werden von Erlen und Eschen eingenommen. In der oberen Baumschicht stocken Schwarzerle (*Alnus glutinosa* L.), Esche und stellenweise einige Stieleichen. In der nur teilweise vorhandenen unteren Baumschicht treten Arten wie Flatterulme und Traubenkirsche (*Prunus padus* L.) hinzu (Abb. 8).

In der bis 90% deckenden Krautschicht der tiefer gelegenen Zonen wachsen vorwiegend Nässezeiger wie Sumpfschilf (*Carex acutiformis* EHRH.) und Rasen-Schmiele (*Deschampsia cespitosa* L.).

Während die Baumschicht der Eichen-Hainbuchen-Wälder noch ähnliche Arten und Strukturen aufweist, wie sie in den Eichen-Ulmen-Wäldern beschrieben wurde, ist die Strauchschicht deutlich verarmt oder sie fehlt ganz (Abb. 7).

3.5.5 Hybridpappelwälder

Im Überflutungsgebiet des Rheins wie auf grundwassernahen Böden der ehemaligen Aue stocken Hybridpappelwälder. Die Bestände wurden früher einschichtig begründet und weisen in der Baumschicht ausschließlich die Hybridpappel auf. Jüngere Bestände wurden mit anderen Holzarten unterbaut.

In der Überflutungsaue wurden 3, landseits des Hochwasserdammes wurde eine Probefläche ausgeschieden:

- PF 7: Hybridpappelwald mit Unterstand, »Unterer Hüttenkopf«
- PF 8: Hybridpappelwald mit Unterstand, »Großwert Plittersdorf«
- PF 9: Hybridpappelwald »Obere Köpfe«, Au/Rhein
- PF 13: Hybridpappelwald mit Unterstand, »Burgbühl« Bietigheim

Die Probeflächen 7 und 8 sind ähnlich strukturiert. Die obere Baumschicht wird von Hybridpappeln verschiedener Altersklassen eingenommen. Im Unterstand stocken naturverjüngte Feldulmen und Silberpappel. Forstlich eingebracht wurden Schwarzerle und verschiedene Bastarde der Linde (*Tilia* spec.). An Schluchten und Altwässern finden sich noch vereinzelt alte Silberweiden (Abb. 9).

Unter dem lichten Schirm der Hybridpappel konnten sich viele auetypische Sträucher ansiedeln. So entstanden teilweise dicht geschlossene Strauchräume (mit Deckungsgraden bis 70%) aus Hartriegel, Gemeinen Schneeball, Pfaffenhütchen und vereinzelt Silberweiden.

In der bis 90% deckenden Krautschicht siedeln ausgedehnte Herden von Brennessel und Indischem Springkraut (*Impatiens glandulifera* ROYLE). Weit verbreitet sind auch Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea* L.), Schilf (*Phragmites communis* TRIN.) und die gelbe Schwertlilie (*Iris pseudacorus* L.).

Der hiebsreife Hybridpappelbestand der Probefläche 9 ist deutlich einfacher strukturiert. Neben der 30-40 m hohen und 20-50% deckenden ersten Baumschicht fehlen vor allem der Unterstand und die Strauchschicht (Abb. 10).

Der auf anmoorigen Böden der Randsenke stockende Hybridpappelwald in der Probefläche 13 weist eine reichhaltige untere Baumschicht auf. Die zwischen 10 und 15 m hohen und 30-80% deckenden Schwarzerlen, Eschen und Stieleichen der zweiten Baumschicht sind teilweise noch mit Bergahorn gemischt.

Die Strauchschicht aus Hasel, Schlehe (*Prunus spinosa* L.) und Weißdorn ist nur stellenweise, vor allem an den Rändern der Probefläche ausgeprägt.

Die Krautschicht besteht aus nitrophilen Pflanzen wie Brennessel und Scharbockskraut (*Ranunculus ficaria* L.). Den Frühjahrsaspekt prägen vor allem auf den höher gelegenen Stellen die Frühjahrsgeophyten (Bärlauch, Schlüsselblume, Aronstab und Waldveilchen).

3.6 Forstbetrieb

Vor dem Ersten Weltkrieg wurden die Rheinauenwälder mit Ausnahme der Faschienenwäldungen mehr oder weniger mittelwaldartig genutzt.

Die moderne Forstwirtschaft ist seit dem Beginn des 20. Jahrhunderts dazu übergegangen, durch einen Wechsel der Betriebsart und der Holzarten die Rheinauenwälder in auf maximalen Wertertrag ausgelegte Wirtschaftswälder umzuwandeln (BÄRTHEL 1965 und HUBER 1977).

Heute beherrscht die Hybridpappel (Forstlich Wirtschaftspappel) mit ca. 70% der Fläche das Waldbild in den Rheinauen. Die Hybridpappeln stocken hauptsächlich auf der unteren Hartholzauenstufe auf großer Fläche in Reinbeständen. Sie werden durch Kahlschlag und Pflanzung verjüngt. Als Bodenschutz und zur Schafftpflege werden Ulme, Linde und Erle zwischen die Pappelreihen gepflanzt. Die Silberweide hat im wesentlichen die Aufgabe der Stabilisierung der Pappelbestände und der Einfassung der plantagenartigen, schematischen Reihenanbauten der Hybridpappel entlang der Ufer der Gewässer.

Seit der Aufgabe des Kopfweidenbetriebes erfolgten in den flächigen Beständen der Silberweidenwälder keine geregelten Nutzungen mehr. Erst seit dem Jahr 1980 werden die Silberweiden im Auftrag der Gemeinden wieder großflächig auf den Stock gesetzt, indem die schon durchgewachsenen Bestände im Winterhalbjahr auf ein bis zwei Meter Höhe heruntergeschnitten werden.

Die noch bestehenden Eichen-Ulmen-Wälder sollen nach dem Einrichtungswerk in den nächsten Jahren abgetrieben werden. Auf den häufiger überfluteten Standorten der tiefen Hartholzau sind Pappel-Typen vorgesehen. Die hohen Hartholzauestandorte werden mit Eschen- und Edellaubholztypen bestockt. In den untersuchten Beständen mußte mehrmals festgestellt werden, daß auch während der Frühjahrs- und Sommermonate, also während der Brutzeit forstliche Eingriffe vorgenommen wurden. Beispielsweise wurden abgängige Ulmen geschlagen und gerückt und gleichzeitig systematisch aufgewachsener Efeu am Stammfuß abgetrennt und damit zum Absterben gebracht.

Die Eichen-Hainbuchen-Wälder verlieren im Zuge von Altholzräumungen weiter an Verbreitung.

Die feuchten Standorte werden vor allem der Esche zugewiesen. Die frischebedürftigen Ahornarten werden seit 1948 verstärkt im Gebiet angebaut. Neben dem Bergahorn erfuhr auch der Spitzahorn eine Ausdehnung auf großer Fläche. Auf den kalkfreien Standorten außerhalb der Überflutungsgebiete wird seit einigen Jahren die Roteiche (*Quercus rubra* L.) angebaut. Auf geeigneten Standorten sollen in Zukunft aber wieder Stieleichenkulturen begründet werden (Forsteinrichtungswerke des staatl. Forstamtes Rastatt).

4. Ergebnisse

4.1 Ergebnisse der Brutvogelbestandsaufnahmen auf den Probeflächen

Die Tabellen 5, 6 und 7 stellen die Ergebnisse meiner Zählungen in den einzelnen Probeflächen dar.

- Tabelle 5 nennt für jede Art die Anzahl der ermittelten Reviere. Aufgeführt ist weiterhin die gesamte Paarzahl, die Artenzahl sowie die Flächengröße für jede Probefläche.
- Tabelle 6 zeigt die Paarzahl der Vogelarten bezogen auf ein Hektar sowie die absolute und die bereinigte Abundanz.
- Tabelle 7 stellt den Anteil der einzelnen Arten am Gesamtbestand (Dominanz) dar. Aufgeführt sind weiterhin Diversität und Dominanzindex.

4.2 Vergleich der Probeflächen

4.2.1 Artenzahl

Der Artenreichtum eines Lebensraumes hängt nicht nur von den Biotopfaktoren ab, sondern korreliert auch mit der Flächengröße. Um eine Aussage über den Artenreichtum der untersuchten Waldbestände treffen zu können, muß die in Tabelle 5 aufgeführte Artenzahl in Abhängigkeit von der zugehörigen Fläche der Probefläche gesehen werden.

Die Relation zwischen Artenzahl und Gebietsfläche beschreiben MACARTHUR (1972) und KREBS (1972) mit der folgenden Formel:

$$S = C A^z$$

Hierbei bedeutet S die Artenzahl (Spezies) und A (Areal) die Fläche. Der Exponent z gibt die Steilheit der Parabel wieder. C ist eine von der Organismengruppe und der gewählten Grundflächeneinheit abhängige Konstante.

Für mitteleuropäische Verhältnisse gilt die Formel (REICHHOLF 1980):

$$S = 42,8 A^{0,14}$$

Als Grenzgröße für Gebietseinheiten, in denen die oben genannte Formel noch anwendbar ist, nennt REICHHOLF eine Fläche von 20 Hektar Größe, weil in diesem Bereich die Kurve mehr oder weniger steil gegen den Ursprung verläuft, und Flächen unter 20 Hektar Größe kaum für eine Vogelart genügend Raum bieten, daß dort überlebensfähige Populationen in isoliertem Zustand existieren könnten.

Die von mir ausgewählten Probeflächen sind zwar kleiner als 20 Hektar, stellen aber als Ausschnitte aus größeren zusammenhängenden Gebietseinheiten zufällig ausgewählte Stichproben dar.

Trägt man die ermittelten Artenzahlen in Abhängigkeit zur Flächengröße auf, so ergibt sich ein breites Streuband (Abb. 13). Als Ergebnis kann die Feststellung gemacht werden, daß die in den naturnahen Waldbeständen ermittelten Artenzahlen durchweg über der nach der obigen Formel berechneten Kurve liegen, also als artenreich einzustufen sind. Die in den Hybridpappelwäldern festgestellten Artenzahlen liegen durchweg unterhalb des Erwartungswertes, sind also als verhältnismäßig artenarm einzustufen. Der mit Hybridpappeln überpflanzte Hartholzauenwald (Probefläche 6) entspricht in dieser Beziehung den Pappelwäldern.

Tab. 5. Ergebnisse der Siedlungsdichteerfassung in den einzelnen Probeflächen. Für jede Art ist die Paarzahl angegeben.

Probefläche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Waldgesellschaft	S	Sk	U1	U2	U2	UP	Pu	Pu	P	C	C	C	Pu
Stockente	2	5	1	2	—	—	2	2	1	2	—	—	—
T Mäusebussard	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
T Habicht	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	1	1	—
T Fasan	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bläßralle	—	3	—	—	—	—	1	2	1	—	—	—	—
T Ringeltaube	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	—
T Turteltaube	1	2	3	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—
T Kuckuck	2	2	1	1	1	—	—	1	—	1	1	1	—
T Waldkauz	—	—	—	1	1	—	—	—	—	1	1	1	—
T Waldohreule	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—
Grauspecht	—	—	1	1	1	1	—	—	—	1	1	—	—
T Schwarzspecht	—	—	—	1	1	1	—	—	—	1	—	—	—
Buntspecht	1	1	2	3	3	2	1	2	1	2	3	2	1
Mittelspecht	1	—	—	1	2	1	—	—	—	1	2	1	—
Kleinspecht	1	1	3	2	2	1	1	—	1	1	1	1	—
T Bachstelze	2	2	1	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—
Baumpieper	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—
Zaunkönig	8	20	8	17	8	8	8	12	6	8	5	8	3
Heckenbraunelle	4	6	6	4	5	4	4	6	4	1	1	1	—
Sumpfrohrsänger	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Teichrohrsänger	—	2	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gartengrasmücke	—	2	1	2	—	—	2	—	—	—	—	—	—
Mönchsgrasmücke	10	16	20	16	7	15	9	15	7	7	7	5	5
Fitis	2	1	3	2	2	2	1	1	—	2	—	1	—
Zilpzalp	7	10	10	7	12	9	8	9	5	7	6	6	4
Waldbaumsänger	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	2	—
Sommergold-													
hähnchen	2	—	—	4	—	—	—	—	—	2	—	—	—
Grauschnäpper	1	—	1	3	2	—	—	—	—	3	3	2	—
Nachtigall	1	1	1	2	2	—	1	1	—	—	—	1	1
Rotkehlchen	7	12	11	10	7	8	5	10	1	8	6	6	2
T Wacholderdrossel	2	2	—	—	4	—	—	—	2	—	—	—	—
Singdrossel	3	8	8	8	6	6	3	5	1	3	3	4	2
Amsel	5	10	8	10	5	5	4	7	2	5	4	4	2
Schwanzmeise	4	1	2	2	1	1	1	2	—	—	—	1	—
Sumpfmeise	2	1	—	3	1	—	—	—	—	2	1	—	—
Weidenmeise	4	3	5	2	2	—	1	1	—	—	—	—	—
Blaumeise	4	7	12	8	16	10	2	5	6	6	5	4	1
Kohlmeise	6	9	15	8	14	10	1	5	4	8	8	8	3
Kleiber	3	2	5	5	8	5	1	3	2	4	4	3	1
Gartenbaumläufer	4	4	9	7	9	8	2	4	9	5	5	4	2
Waldbaumläufer	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—
T Goldammer	—	—	—	1	—	—	1	1	—	1	1	—	—
Buchfink	9	10	13	13	9	10	5	12	6	10	8	9	2
Grünfink	—	1	—	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—
Kernbeißer	—	—	2	3	1	—	—	—	—	2	3	2	—
T Feldsperling	6	1	7	2	16	14	—	1	12	2	5	6	—
T Star	6	3	1	14	21	16	2	5	10	13	10	10	2
Pirol	1	—	—	1	1	2	—	1	—	1	1	1	—
T Eichelhäher	1	2	1	1	1	—	1	1	—	1	1	2	1
T Rabenkrähe	1	1	—	1	1	—	—	1	—	—	1	1	—
Paarzahl	118	155	166	175	176	142	69	118	82	117	103	101	32
Artenzahl	36	35	32	40	36	25	26	29	20	35	31	32	15
Größe in ha	10	15	11,5	12,2	10,5	9	9,6	15	13	10	9	10	4,5

T = Teilsiedler und Brutgäste

Tab. 6. Ergebnisse der Siedlungsdichteerfassung in den einzelnen Probeflächen. Für jede Art ist die Abundanz/ha angegeben.

Probefläche Waldgesellschaft	1 S	2 Sk	3 U1	4 U2	5 U2	6 UP	7 Pu	8 Pu	9 P	10 C	11 C	12 C	13 Pu
Stockente	0,20	0,33	0,09	0,16	—	—	0,20	0,13	0,07	0,20	—	—	—
T Mäusebussard	0,10	—	—	—	—	—	—	—	—	0,10	—	—	—
T Habicht	0,10	—	0,09	0,08	—	—	—	—	—	—	0,11	0,10	—
T Fasan	—	0,13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bläſſralle	—	0,20	—	—	—	—	0,10	0,13	0,07	—	—	—	—
T Ringeltaube	0,10	0,13	0,09	0,16	0,09	0,11	—	0,06	0,07	0,20	0,11	0,10	—
T Tureltaube	0,10	0,13	0,26	0,08	—	—	—	—	—	—	—	0,10	—
T Kuckuck	0,20	0,13	0,09	0,08	0,09	—	—	0,06	—	0,10	0,11	0,10	—
T Waldkauz	—	—	—	0,08	0,09	—	—	—	—	0,10	0,11	0,10	—
T Waldohreule	—	—	—	—	0,09	—	—	—	—	0,10	—	—	—
Grauspecht	—	—	—	0,08	0,09	0,11	—	—	—	0,10	0,11	—	—
T Schwarzspecht	—	—	—	0,08	0,09	0,11	—	—	—	0,10	—	—	—
Buntspecht	0,10	0,06	0,17	0,25	0,28	0,22	0,10	0,13	0,07	0,20	0,33	0,20	0,22
Mittelspecht	0,10	—	—	0,08	0,19	0,11	—	—	—	0,10	0,22	0,10	—
Kleinspecht	0,10	0,06	0,26	0,16	0,19	0,11	0,10	—	0,07	0,10	0,11	0,10	—
T Bachstelze	0,20	0,13	0,09	0,08	—	—	0,10	0,06	—	—	—	—	—
Baumpieper	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,10	0,22	0,10	—
Zaunkönig	0,80	1,33	0,69	1,39	0,76	0,88	0,83	0,80	0,46	0,80	0,55	0,80	0,66
Heckenbraunelle	0,40	0,40	0,44	0,32	0,48	0,44	0,41	0,40	0,30	0,10	0,11	0,10	—
Sumpfrohrsänger	0,10	0,13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Teichrohrsänger	—	0,13	0,26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gartengrasmücke	—	0,13	0,09	0,16	—	—	0,20	—	—	—	—	—	—
Mönchsgrasmücke	1,00	1,06	1,74	1,31	0,67	1,66	0,93	1,00	0,53	0,70	0,77	0,50	1,11
Fitis	0,20	0,06	0,26	0,16	0,19	0,22	0,10	0,06	—	0,20	—	0,10	—
Zilpzalp	0,70	0,66	0,87	0,57	0,90	0,99	0,83	0,60	0,38	0,70	0,66	0,60	0,88
Waldlaubsänger	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,10	0,22	0,20	—
Sommeregold- hähnchen	0,20	—	—	0,32	—	—	—	—	—	0,20	—	—	—
Grauschnäpper	0,10	—	0,09	0,25	0,19	—	—	—	—	0,30	0,33	0,20	—
Nachtigall	0,10	0,06	0,09	0,16	0,19	—	0,10	0,06	—	—	—	0,10	0,22
Rotkehlchen	0,70	0,80	0,95	0,81	0,67	0,88	0,52	0,66	0,07	0,80	0,66	0,60	0,44
T Wacholderdrossel	0,20	0,13	—	—	0,38	—	—	—	0,45	—	—	—	—
Singdrossel	0,30	0,53	0,69	0,65	0,57	0,66	0,31	0,33	0,07	0,30	0,33	0,40	0,44
Amsel	0,50	0,66	0,69	0,81	0,48	0,55	0,41	0,46	0,15	0,50	0,44	0,40	0,44
Schwanzmeise	0,40	0,06	0,17	0,16	0,09	0,11	0,10	0,13	—	—	—	—	—
Sumpfmehse	0,20	0,06	—	0,25	0,09	—	—	—	—	0,20	0,11	—	—
Weidenmeise	0,40	0,20	0,43	0,16	0,19	—	0,10	0,06	—	—	—	—	—
Blaumeise	0,40	0,46	1,04	0,65	1,52	1,11	0,20	0,33	0,46	0,60	0,55	0,40	0,22
Kohlmeise	0,60	0,60	1,30	0,65	1,33	1,11	0,10	0,33	0,30	0,80	0,88	0,80	0,66
Kleiber	0,30	0,13	0,43	0,40	0,76	0,55	0,10	0,20	0,15	0,40	0,44	0,30	0,22
Gartenbaumläufer	0,40	0,26	0,78	0,57	0,85	0,88	0,20	0,26	0,69	0,50	0,55	0,40	0,44
Waldbaumläufer	—	—	—	—	0,09	0,11	—	—	—	—	—	—	—
T Goldammer	—	—	—	0,08	—	—	0,10	0,06	—	0,10	0,11	—	—
Buchfink	0,90	0,66	1,13	1,08	0,85	1,11	0,52	0,80	0,46	1,00	0,88	0,90	0,44
Grünfink	—	0,06	—	0,08	0,09	—	0,10	0,06	—	—	—	—	—
Kernbeißer	—	—	0,17	0,25	0,09	—	—	—	—	0,20	0,33	0,20	—
T Feldsperling	0,60	0,06	0,60	0,16	1,52	1,55	—	0,06	0,92	0,20	0,55	0,60	—
T Star	0,60	0,20	0,09	1,16	2,00	1,77	0,20	0,33	0,76	1,30	1,11	1,00	0,44
Pirol	0,10	—	—	0,08	0,09	0,22	—	0,06	—	0,10	0,11	0,10	—
T Eichelhäher	0,10	0,13	0,09	0,08	0,09	—	0,10	0,06	—	0,10	0,11	0,20	0,22
T Rabenkrähe	0,10	0,06	—	0,08	0,09	—	—	0,06	—	—	0,11	0,10	—
abs. Abundanz	11,8	10,3	14,4	14,2	16,7	15,6	7,2	7,8	6,3	11,7	11,5	10,1	7,1
ber. Abundanz	10,6	9,7	13,8	13,2	14,5	13,8	6,9	7,5	5,4	10,5	10,2	9,0	7,0

Tab. 7. Ergebnisse der Siedlungsdichteerfassung in den einzelnen Probeflächen. Für jede Art ist die Dominanz in Prozent angegeben.

Probefläche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Waldgesellschaft	S	Sk	U1	U2	U2	UP	Pu	Pu	P	C	C	C	Pu
Stockente	1,7	3,2	0,6	1,1	—	—	2,9	1,7	1,2	1,7	—	—	—
Mäusebussard	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	0,8	—	—	—
Habicht	0,8	—	0,6	0,6	—	—	—	—	—	—	0,9	1,0	—
Fasan	—	1,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bläßralle	—	1,9	—	—	—	—	1,4	1,7	1,2	—	—	—	—
Ringeltaube	0,8	1,3	0,6	1,1	0,6	0,7	—	0,8	1,2	1,7	0,9	1,0	—
Turteltaube	0,8	1,3	1,8	0,6	—	—	—	—	—	—	—	1,0	—
Kuckuck	1,7	1,3	0,6	0,6	0,6	—	—	0,8	—	0,8	0,9	1,0	—
Waldkauz	—	—	—	0,6	0,6	—	—	—	—	0,8	0,9	1,0	—
Waldohreule	—	—	—	—	0,6	—	—	—	—	0,8	—	—	—
Grauspecht	—	—	0,6	0,6	0,6	0,7	—	—	—	0,8	0,9	—	—
Schwarzspecht	—	—	—	0,6	0,6	0,7	—	—	—	0,8	—	—	—
Buntspecht	0,8	0,6	1,2	1,7	1,8	1,4	1,4	1,7	1,2	1,7	2,6	2,0	3,1
Mittelspecht	0,8	—	—	0,6	1,2	0,7	—	—	—	0,8	1,7	1,0	—
Kleinspecht	0,8	0,6	1,8	1,1	1,2	0,7	1,4	—	1,2	0,8	0,9	1,0	—
Bachstelze	1,7	1,3	0,6	0,6	—	—	1,4	0,8	—	—	—	—	—
Baumpieper	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,8	1,7	1,0	—
Zaunkönig	6,8	12,9	4,8	9,7	4,8	5,7	11,6	10,1	7,3	6,8	4,3	7,9	9,4
Heckenbraunelle	3,4	3,8	3,6	2,3	3,0	2,8	5,8	5,0	4,9	0,8	0,9	1,0	—
Sumpfrohrsänger	0,8	1,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Teichrohrsänger	—	1,3	1,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gartengrasmücke	—	1,3	0,6	1,1	—	—	2,9	—	—	—	—	—	—
Mönchsgrasmücke	8,5	10,3	12,0	9,1	4,2	10,6	13,0	12,7	8,5	6,0	6,1	5,0	15,6
Fitis	1,7	0,6	1,8	1,1	1,2	1,4	1,4	0,8	—	1,7	—	1,0	—
Zilpzalp	5,9	6,4	6,0	4,1	7,2	6,3	11,2	7,6	6,1	6,0	5,2	5,9	12,5
Waldlaubsänger	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,8	1,7	2,0	—
Sommersgoldh.	1,7	—	—	2,3	—	—	—	—	—	1,7	—	—	—
Grauschnäpper	0,8	—	0,6	1,7	1,2	—	—	—	—	2,6	2,6	2,0	—
Nachtigall	0,8	0,6	0,6	1,1	1,2	—	1,4	0,8	—	—	—	1,0	3,1
Rotkehlchen	5,9	7,7	6,6	5,7	4,2	5,6	7,2	8,5	1,2	6,8	5,2	6,0	6,2
Wacholderdrossel	1,7	1,3	—	—	2,4	—	—	—	2,4	—	—	—	—
Singdrossel	2,5	5,2	4,8	4,5	3,6	4,2	4,3	4,2	1,2	2,6	2,6	4,0	6,2
Amsel	4,2	6,4	4,8	5,7	3,0	3,5	5,7	5,9	2,4	4,3	3,5	4,0	6,2
Schwanzmeise	3,4	0,6	1,2	1,2	0,6	0,7	1,4	1,7	—	—	—	1,0	—
Sumpfmeise	1,7	0,6	—	1,7	0,6	—	—	—	—	1,7	0,9	—	—
Weidenmeise	3,4	1,9	3,0	1,1	1,2	—	1,4	0,8	—	—	—	—	—
Blaumeise	3,4	4,5	7,2	4,5	9,6	7,1	2,9	4,2	7,3	5,1	4,3	4,0	3,1
Kohlmeise	5,0	5,8	9,0	4,5	8,4	7,1	1,4	4,2	4,9	6,8	7,0	7,9	9,4
Kleiber	2,5	1,3	3,0	2,8	4,8	3,5	1,4	2,5	2,4	3,4	3,5	3,0	3,1
Gartenbaumläufer	3,4	2,6	5,4	4,1	5,4	5,6	2,9	3,4	11,0	4,3	4,3	4,0	6,2
Waldbaumläufer	—	—	—	—	0,6	0,7	—	—	—	—	—	—	—
Goldammer	—	—	—	0,6	—	—	1,4	0,8	—	0,8	0,9	—	—
Buchfink	7,6	6,4	7,8	7,6	5,4	7,1	7,2	10,1	7,3	8,5	7,0	8,9	6,3
Grünfink	—	0,6	—	0,6	0,6	0,7	1,4	0,8	—	—	—	—	—
Kernbeißer	—	—	1,2	1,7	0,6	—	—	—	—	1,7	2,6	2,0	—
Feldsperling	5,0	0,6	4,2	1,1	9,6	9,9	—	0,8	14,2	1,7	4,3	5,9	—
Star	5,0	1,9	0,6	8,2	12,6	11,3	2,9	4,2	12,2	11,1	8,7	9,9	6,2
Pirrol	0,8	—	—	0,6	0,6	1,4	—	0,8	—	0,8	0,9	1,0	—
Eichelhäher	0,8	1,3	0,6	0,6	0,6	—	1,4	0,8	—	0,8	0,9	2,0	3,1
Rabenkrähe	0,8	0,6	—	0,6	0,6	—	—	0,8	—	—	0,9	1,0	—
Diversität	3,27	3,12	3,14	3,30	3,10	2,82	2,86	2,78	2,64	2,88	2,91	3,13	2,72
Dominanzindex (%)	16,1	23,2	21,0	18,8	22,2	21,9	24,6	22,8	26,4	19,6	15,7	18,8	28,1

4.2.2 Abundanz

Mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests wurde untersucht, ob die Dichteunterschiede in der Besiedlung der einzelnen Probeflächen signifikant verschieden sind.

Um das Ergebnis überschaubarer zu machen, wurden zunächst diejenigen Flächen untereinander auf Homogenität geprüft, die der gleichen Waldgesellschaft entstammen, also jeweils

- die Weichholzaunenwälder (Probefläche 1 und 2)
- die Hartholzaunenwälder (Probefläche 3, 4, 5 und 6)
- die Hybridpappelwälder (Probefläche 7, 8, 9 und 13)
- die Eichen-Hainbuchen-Wälder (Probefläche 10, 11 und 12).

Unter Berücksichtigung der ungleichen Flächen-Größe wurden für die Brutvogel-Dichte innerhalb der einzelnen Vegetationseinheiten keine signifikant unterschiedliche Besiedlung festgestellt. Die Probeflächen innerhalb der Weichholzaunenwälder, Hartholzaunenwälder, Hybridpappelwälder und Eichen-Hainbuchen-Wälder sind in ihrer Brutvogel-Dichte vergleichbar.

Durch Mittelbildung der einzelnen Brutvogel-Dichten der jeweiligen Probeflächen kann für die betrachteten Waldgesellschaften folgende mittlere Brutvogel-Dichte (auf 10 Hektar bezogen) festgehalten werden:

Hartholzaunenwälder (152) – Eichen-Hainbuchen-Wälder (111) Weichholzaunenwälder (110) – Pappelwälder (71).

Jetzt wurden jeweils die Probeflächen aus unterschiedlichen Waldgesellschaften miteinander auf Gleichverteilung geprüft. Hierbei wurde ermittelt, daß nur die Weichholzaunenwälder und die Eichen-Hainbuchen-Wälder von der Abundanz her miteinander vergleichbar sind. Die Vogeldichten der anderen Vegetationseinheiten weisen im Vergleich hoch signifikante Unterschiede auf (siehe hierzu auch Tab. 8).

Tab. 8. Vergleich der mittleren Brutvogeldichten pro 10 Hektar der einzelnen Waldgesellschaften untereinander mit Hilfe des Chi²-Tests.

Vergleich der Waldgesellschaften	Chi ²	Irrtumswahrscheinlichkeit	Signifikanz
S und U (110 u. 152)	6,63	p 1%	hoch
S und P (110 u. 71)	8,59	p 0,5%	hoch
S und C (110 u. 111)	0,80	p 97,5%	keine
U und P (152 u. 71)	29,57	p 0,1%	hoch
U und C (152 u. 111)	6,36	p 2,5%	mäßig
P und C (71 u. 111)	8,91	p 0,5%	hoch

Vergleicht man die Siedlungsdichten der einzelnen Brutvogelarten in den 13 Probeflächen, so läßt sich auf dem 1%-Niveau bei der Blaumeise (*Parus caeruleus* L.), dem Feldsperling (*Passer montanus* L.) und dem Star (*Sturnus vulgaris* L.) eine signifikant unterschiedliche Besiedlung der Probeflächen feststellen. Legt man das 5%-Niveau an, so kommt noch die Kohlmeise (*Parus major* L.) hinzu.

Diese 4 Arten weisen in den Hartholzauenwäldern und teilweise noch in den Eichen-Hainbuchen-Wäldern deutlich höhere Brutdichten auf, als in den übrigen untersuchten Waldbeständen.

4.2.3 Diversität und Dominanzindex

Die Diversität der Vogelgesellschaften ist in Weichholz- und Hartholzauenwäldern am größten. Deutlich abgesetzt folgen die Vogelgesellschaften der Pappelwälder. Eine Mittelstellung nehmen die Eichen-Hainbuchen-Wälder ein. Faßt man die Ergebnisse in den einzelnen Waldgesellschaften zusammen, so ergibt sich folgende Abstufung:

Weichholzauenwälder (3,19) – Hartholzauenwälder (3,09) –
Eichen-Hainbuchen-Wälder (2,97) – Hybridpappelwälder (2,74).

Eine Größe, die nach MULSOW (1977) sehr hoch negativ ($r = -0,99$) mit der Diversität korreliert ist, ist der Dominanzindex.

Faßt man die ermittelten Dominanzindizes der einzelnen Waldgesellschaften zusammen, so ergibt sich folgende Abstufung:

Eichen-Hainbuchen-Wälder (18,0) – Weichholzauenwälder (19,6) –
Hartholzauenwälder (20,7) – Hybridpappelwälder (25,9).

4.3 Ergebnisse der Brutvogelbestandsaufnahme im gesamten Untersuchungsgebiet

In den Jahren 1978, 1979 und 1980 wurden einige Vogelarten auf größeren Flächen, teilweise auf der Fläche des gesamten Untersuchungsgebiets, untersucht. Hierbei wurden vornehmlich Arten der »Roten Listen« (vgl. BLAB et al. 1977) berücksichtigt. Tabelle 9 zeigt die Verteilung der Reviere von Mittelspecht, Weidenmeise und Turteltaube sowie die Verteilung der Brutnachweise von Habicht (*Accipiter gentilis* L.), Schwarzmilan (*Milvus migrans* BODDAERT) und Baumfalke (*Falco subbuteo* L.) auf die einzelnen Waldgesellschaften.

Die Frage, ob die Brutverbreitung in den einzelnen Waldgesellschaften signifikant verschieden ist, läßt sich mit dem χ^2 -Test wie folgt beantworten:

Auf dem 1%-Niveau läßt sich eine signifikant unterschiedliche Brutverbreitung bei Mittelspecht, Weidenmeise und Turteltaube feststellen. Der Mittelspecht bevorzugt bei der Revierwahl eindeutig Hartholzauenwälder und Eichen-Hainbuchen-Wälder. Turteltaube und Weidenmeise haben ihren Brutschwerpunkt in Weichholzauenwäldern.

Auf dem 5%-Niveau ließ sich auch beim Habicht eine signifikant unterschiedliche Brutdichte absichern. Der Habicht bevorzugt bei der Wahl des Horstplatzes Hartholzauenwälder und Eichen-Hainbuchen-Wälder.

Für den Schwarzmilan und den Baumfalken konnte keine eindeutige Bevorzugung einer bestimmten Waldgesellschaft nachgewiesen werden. Der Schwarzmilan brütet vielmehr bevorzugt im Bereich von Pappelwäldern um die Graureiherkolonie Au/Rhein. Die Brutnachweise beim Baumfalken sind zahlenmäßig zu gering, um eine Aussagekraft zu besitzen.

Tab. 9. Verteilung der Brutreviere bei Mittelspecht, Turteltaube und Weidenmeise und der Brutnachweise bei Habicht, Schwarzmilan und Baumfalke in den einzelnen Waldgesellschaften.

S = Weichholzaunwälder P = Hybridpappelwälder X = Sonstige Bestandestypen
 U = Hartholzaunwälder C = Eichen-Hainbuchen-Wälder

Art		S	U	P	C	X	Gesamtbestand
Habicht	1978	—	3	—	2	1	6
	1979	2	2	1	3	1	9
	1980	1	3	—	4	—	8
Schwarzmilan	1978	1	1	2	—	—	4
	1979	2	1	3	—	—	6
	1980	2	—	3	—	—	5
Baumfalke	1978	—	—	1	—	—	1
	1979	—	—	1	—	—	1
	1980	1	—	1	—	—	2
Mittelspecht	1979	2	15	—	14	—	31
	1980	2	12	1	18	—	32
Turteltaube	1980	32	6	3	7	8	56
Weidenmeise	1980	39	18	11	—	—	68

4.4 Ergebnisse der Waldstrukturaufnahmen

Die Ergebnisse der Vegetationsaufnahmen sind getrennt für jede Probefläche im Anhang aufgeführt. Die aufgenommenen Strukturprofile ausgewählter Probeflächen zeigen die Abbildungen 14 bis 21.

Die gemessenen und berechneten Strukturdaten zeigen Tabelle 10 und 11. Hierbei können folgende Faktoren festgehalten werden:

In der Baumschicht variieren Brusthöhendurchmesser und Höhe sehr stark mit dem Alter der Bestände. Hierbei kann aber beobachtet werden, daß der mittlere Brusthöhendurchmesser die 40 cm Grenze, die Mittelhöhe die 20 m-Marke überschreitet, wenn der Bestand ungefähr 2/3 der Umtriebszeit erreicht hat (dies wären bei Pappelwäldern und Silberweidenwäldern ca. 40 Jahre, bei Eichen-Ulmen- und Eichen-Hainbuchen-Wäldern ca. 80 Jahre).

Der Deckungsgrad der Baumschicht erreicht in den Hartholzaunwäldern und in den Eichen-Hainbuchen-Wäldern die höchsten Werte (über 70%). Deutlich geringer decken die Pappelwälder und der Kopfweidenbestand der Probefläche 2.

Die Bestandeskreisfläche, die bei den höher gelegenen Hartholzaunwäldern und dem Silberweidenwald der Probefläche 1 am größten ist, gibt einen Hinweis auf die auf der Fläche stockende Holzmasse.

Die Aspekte der Strauchschicht werden vornehmlich vom Deckungsgrad und dem von den Sträuchern eingenommenen Volumen bestimmt. Die in Tabelle 10 dargestellten Ergebnisse verdeutlichen den Reichtum an Sträuchern, der in der Überflutungsauwe anzutreffen ist.

Tab. 10. Strukturdaten der einzelnen Probeflächen (Mittelwerte aus 5-7 Kreisflächen von je 0,04 ha Größe).

Probefläche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Waldgesellschaft	S	Sk	U1	U2	U2	UP	Pu	Pu	P	C	C	C	Pu
mittleres Alter	60	40	40	100	100	80	30	40	60	90	90	100	40
1. Baumschicht:													
Bhd (cm)	57	24	19	41	63	63	33	43	73	43	54	42	53
Höhe (m)	20	17	16	25	27	28	25	33	40	24	25	25	32
Schaftlänge (m)	6	8	10	10	12	13	11	20	16	12	13	11	15
Kronenbreite (m)	9	7	4	8	10	8	5	8	13	8	11	8	11
2. Baumschicht:													
Bhd (cm)	12	—	11	11	17	12	15	16	—	—	13	11	15
Höhe (m)	10	—	10	14	15	10	14	18	—	—	11	10	14
Schaftlänge (m)	7	—	6	6	8	5	4	7	—	—	6	4	6
Gesamte Baumschicht:													
Deckungsgrad (%)	60	40	80	70	85	70	35	45	25	60	70	80	60
Bestand.kreisf.(m ² /ha)	36	16	17	30	55	41	23	23	26	28	29	26	18
Baumzahl/ha	265	95	885	375	375	410	390	175	90	390	405	510	370
Totholzanteil	47	33	41	38	32	36	10	12	29	18	21	21	29
Borkentiefe (mm)	15	5	5	10	5	10	7	17	15	8	6	6	14
Lianenanteil (%)	—	15	20	60	2	2	—	—	—	—	—	2	—
Strauchschicht:													
Höhe (m)	2,5	5,0	3,2	2,8	2,7	4,6	3,5	3,0	—	5,4	2,0	3,0	2,3
Volumen (m ³ /0,04 ha)	230	400	320	616	540	368	500	288	—	108	96	96	120
Deckungsgrad (%)	23	20	25	55	50	20	35	24	—	5	12	8	13
Sichtweite in Augenhöhe:													
März (m)	40	50	30	45	45	50	110	140	250	150	150	80	100
Juni (m)	30	35	15	15	20	25	80	40	250	90	100	60	70
Krautschicht:													
Deckungsgrad (%)	90	90	70	70	80	80	80	90	80	90	80	90	90
Höhe (cm)	50	150	80	40	20	60	200	200	200	75	20	25	100
Wasserflächen													
Überflutungsdauer													
März-August 1980													
in Tagen (ungefähr)	80	80	50	20	5	5	30	50	50	—	—	—	—

Die in Augenhöhe ermittelte Sichtweite zeigt die Auswirkungen einer gut ausgeprägten wie auch einer fehlenden Strauchschicht. Beispielsweise wird die Sichtweite in dem Pappelbestand ohne Strauchschicht (Probefläche 9) einzig und allein von den vorhandenen Bäumen bestimmt, so daß auch nach dem Laubschluß im Juni ein Beobachter durchschnittlich 250 Meter weit sehen kann.

Eine spärlich ausgeprägte Strauchschicht bewirkt unter den gering deckenden Hybridpappelwäldern, daß sich hier eine üppige Krautschicht entfaltet. Die untersuchten Pappelbestände wie auch der Kopfweidenbestand weisen eine bis zu 2 und 3 Meter hohe Krautschicht auf.

Tab. 11. Übersicht über die ermittelten Strukturparameter der einzelnen Probeflächen.

Probefläche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Waldgesellschaft	S	Sk	U1	U2	U2	UP	Pu	Pu	P	C	C	C	Pu
Schichten													
obere Kronenschicht	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
untere Kronenschicht	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+
astfreier Stammraum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Strauchschicht	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
Krautschicht	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Baumartendiversität	1,0	0,4	1,5	1,5	1,6	1,0	0,9	0,5	0,3	1,4	1,1	1,3	0,7
Gesamtdeckungsgrad	58%	50%	58%	65%	72%	57%	50%	53%	35%	52%	54%	59%	54%
Vegetationsraum in m ³ /m ²	11,0	7,0	9,1	19,4	22,1	19,0	10,5	15,6	11,9	11,5	17,4	17,0	18,0
Heterogenität und Formenmannig- faltigkeit	15	14	17	19	20	17	9	10	11	13	13	13	10
Kronenschicht													
Deckung 80%	1	-	3	3	3	2	-	1	-	1	3	3	1
Deckung 20%	1	2	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1
Stammraum													
Bestandeskreisfl.	4	2	2	3	6	4	2	2	3	3	3	3	2
Totholz	5	3	4	4	3	4	1	1	3	2	2	2	3
Strauchschicht													
Deckung 50%	1	2	3	3	3	2	2	2	-	1	1	1	-
Krautschicht													
Deckung 90%	2	4	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3
Deckung 20%	1	1	2	2	2	2	1	1	1	-	1	-	-

Die Diversität der Baumarten ist in den Hartholzauenwäldern am größten und fällt in den Eichen-Hainbuchen-Wäldern etwas ab. Silberweidenwälder wie auch Hybridpappelwälder erreichen nur geringe Werte, da die Zahl der vorhandenen Baumarten sehr klein ist.

Die Eichen-Ulmen-Wälder der hohen Stufe erreichen den höchsten Gesamtdeckungsgrad. Der geringste Wert ist in der Hybridpappelfläche 13 zu verzeichnen, hier fehlt ein Unterstand an Bäumen, wie auch eine Strauchschicht.

Die Vegetationsräume der Hartholzauenwälder erreichen die höchsten Werte. Ihnen folgen die Eichen-Hainbuchen-Wälder. Relativ geringe Werte wurden in den bis maximal 45% deckenden Hybridpappelwäldern festgestellt.

Eine Ausnahme stellt der Hybridpappelwald in Probefläche 13 dar, der eine reiche zweite Baumschicht aufweist, die den Deckungsgrad auf 60% erhöht. Die Silberweidenwälder, wie auch der junge Eichen-Ulmen-Wald (Probefläche 3) erreichen aufgrund einer geringen Bestandeshöhe nur geringe Werte.

Die Formenmannigfaltigkeit ist nach dem verwendeten Bepunktungsschema in den Hartholzauenwäldern am größten. Silberweidenwälder und Eichen-Hain-

buchen-Wälder folgen mit 3 bis 5 Punkten Abstand. Die Hybridpappelwälder erreichen nur geringe Werte.

In den nachfolgenden Strukturprofilen wurden für die dokumentierten Gehölzpflanzen nachfolgende Abkürzungen verwendet:

Bäume:

Sa = Silberweide
 Sp = Silberpappel
 Sv = Korbweide
 Pn = Schwarzpappel
 Hp = Hybridpappel
 Um = Feldulme
 Ful = Flatterulme
 Ge = Grauerle
 Se = Schwarzerle
 Ei = Stieleiche
 Es = Esche
 Bu = Rotbuche
 Bah = Bergahorn
 Vk = Vogelkirsche
 Hb = Hainbuche
 Li = Linde

Sträucher:

Vi = Schneeball
 Co = Hartriegel
 Ha = Hasel
 Cl = Waldrebe
 Ef = Efeu
 Eu = Pfaffenhütchen
 Cr = Weißdorn
 Prag. = Schilf

5. Diskussion der Ergebnisse

5.1 Vergleich mit anderen Siedlungsdichteuntersuchungen

Die Ergebnisse aus der Rheinaue bei Rastatt sollen mit denen anderer Autoren verglichen werden. Hierzu wurden die Untersuchungen von FROEHLICH (1977) und ZENKER (1980) herangezogen. Der Vergleich beschränkte sich auf die Hartholzauenwälder, da vergleichbare Untersuchungen aus Weichholzauenwäldern und Hybridpappelwäldern nicht vorliegen.

Die Vegetation der von FROEHLICH und ZENKER untersuchten Flächen wird wie folgt beschrieben:

Hördter Rheinaue: P3: 50- bis 110jähriger Eschen-Ulmen-Auenwald landseits des Rheinhauptdeiches (ehemalige Aue)
 P4: 50- bis 60jähriger Eschen-Ulmen-Auenwald landseits des Rheinhauptdeiches (ehemalige Aue)
 P5: 40- bis 120jähriger Eschen-Ulmen-Auenwald zwischen Hauptdeich und Rhein (Überflutungsau)

Kerpener Bruch: Eichen-Ulmen-Auwald (seit 1940 nicht mehr überflutet). Tab. 12 zeigt die Ergebnisse aus den oben genannten Untersuchungen im Vergleich mit den gewonnenen Ergebnissen aus der Rheinaue bei Rastatt.

Die Artenzahlen sind unter Berücksichtigung der Flächengröße durchaus miteinander vergleichbar. Nach der REICHHOLF'schen Formel $S = 42,8 A^{0,14}$ ergibt sich im Falle des Kerpener Bruch eine zu erwartende Artenzahl von 45. Der beobachtete Wert liegt bei 52.

Tab. 12. Vergleich mit anderen Untersuchungen

Artenzahl (a/b) = (Zahl aller festgestellten Arten/Zahl aller Arten bis Drosselgröße.

Untersuchungsgebiet	Artenzahl (a/b)	Flächengröße	Reviere/10 ha	Diversität	Dominanzindex
Hördter Rheinaue					
– P 3	31/21	15 ha	103	3,00	22%
– P 4	33/24	10 ha	116	3,20	16%
– P 5	32/22	10 ha	140	3,00	21%
Kerpener Bruch					
	52/31	146 ha	146	3,04	30%
Rheinaue bei Rastatt					
– PF 3	32/24	11,5 ha	144	3,14	20%
– PF 4	36/24	10,5 ha	167	3,10	22%
– PF 5	40/28	12,2 ha	142	3,30	18%

Für die Hartholzauenwälder bei Rastatt (Probeflächen 4 und 5) errechnen sich Erwartungswerte von 31 und 32.

Berechnet man aus den festgestellten Flächen- und Vogeldichte-Angaben die entsprechenden C-Werte für die von REICHOLF angegebene Formel, so ergibt sich im Falle des Kerpener Bruch ein Wert von 49,3; im Falle der PF 4 und 5 bei Rastatt die Werte 53,6 und 49,6. Die Artenvielfalt der Vögel des Kerpener Bruch und des Hartholzauenwaldes der Probefläche 5 sind somit fast gleich groß. Der Hartholzauenwald der Probefläche 4 gilt als noch artenreicher. Berücksichtigt man nur die Vögel bis zur Drosselgröße, so vermindert sich die Wirkung der unterschiedlich großen Probeflächen und die Artenzahlen liegen noch näher beisammen.

Vergleicht man die Brutvogel-Dichten der untersuchten Flächen, so fallen die Flächen P3 und P4 in der Hördter Rheinaue deutlich ab. Die dort festgestellten Dichten sind mit denen der Eichen-Hainbuchen-Wälder bei Rastatt vergleichbar. Tatsächlich liegen diese Bestände hinter dem Hochwasserdamm (werden also nicht mehr überflutet) und sind von der gegebenen Vegetationsbeschreibung als Eichen-Hainbuchen-Wälder mit Esche- und Bergahornanteilen zu werten.

Die festgestellten Diversitäten der einzelnen Vogelgesellschaften liegen ungefähr im gleichen Rahmen (3,00 bis 3,30). Faßt man die Diversitätswerte in den einzelnen Gebieten zusammen, so ergibt sich folgende Abstufung:

Rheinaue bei Rastatt (3,18) – Hördter Rheinaue (3,07) – Kerpener Bruch (3,04). Die angegebenen Dominanzindizes für die Hördter Rheinaue stimmen ungefähr mit den festgestellten Werten in den Rheinauen bei Rastatt überein. Deutlich höher liegt der Wert aus dem Kerpener Bruch, was auf den sehr hohen Anteil der Stare zurückzuführen ist.

ZENKER ermittelte 1980 aus insgesamt 35 nach Klima, Höhenlage und Waldstruktur vergleichbaren Siedlungsdichteuntersuchungen im Zeitraum von 1948 bis 1976 die mittleren Abundanz- und Diversitätswerte sowie die Dominanzindizes.

Aus dem Gebiet der BRD, DDR und der Nordschweiz wurden folgende Waldgesellschaften untersucht: Hartholzauenwälder, Eichen-Hainbuchen-Wälder, Buchenwälder und Erlenbruchwälder. Ein Vergleich der von ZENKER ermittelten

Werte konnte demnach nur für die Hartholzauenwälder und die Eichen-Hainbuchen-Wälder durchgeführt werden (siehe Tab. 13).

Hierbei kann festgehalten werden, daß die in den Hartholzauenwäldern und Eichen-Hainbuchen-Wäldern der Rheinniederung bei Rastatt festgestellten Abundanz- Diversitätswerte sowie die Dominanzindizes im Rahmen der für Mitteleuropa errechneten Mittelwerte liegen.

Tab. 13. Vergleich mit Mittelwerten aus Mitteleuropa
Aufgeführt sind jeweils Mittelwerte und Standardabweichung.

Hartholzauenwälder	Abundanz (Paare/10 ha)	Diversität	Dominanzindex (%)
– Mittelwerte nach ZENKER	152 ± 46	3,05 ± 0,12	27 ± 6
– Mittelwerte der PF 3, 4 und 5 bei Rastatt	152	3,18	21
Eichen-Hainbuchen-Wälder			
– Mittelwerte nach ZENKER	99 ± 32	3,04 ± 0,46	27 ± 14
– Mittelwerte der PF 10, 11 und 12 bei Rastatt	111	2,97	18

5.2 Die ökologischen Ansprüche der einzelnen Vogelarten

Die ökologischen Ansprüche der einzelnen Vogelarten sollen nun im Hinblick auf die Waldstruktur betrachtet und diskutiert werden.

Aus den ermittelten Abundanzen der einzelnen Arten in den einzelnen Waldgesellschaften und der Literatur soll versucht werden, die Habitatansprüche einzelner Vogelarten näher zu definieren und ihre unterschiedlichen Brut-Dichten innerhalb der Probeflächen zu deuten.

Tabelle 14 gibt eine Übersicht zur Besiedlung der Waldgesellschaften, indem für jede Vogelart die mittlere Abundanz/10 ha aufgeführt ist. Die Vogelarten sind gemäß ihrer Dominanz in Dominanten (mehr als 5%), Subdominanten (5 bis 2%), Influenten (2 bis 1%) und Rezedenten (weniger als 1%) aufgeteilt.

Tabelle 15 schlüsselt die Gesamtabundanz der einzelnen Probeflächen nach ökologischen Gruppen auf (zur Einteilung in Höhlen-, Baum-, Strauch- und Bodenbrüter; siehe JANSSEN 1975).

Für die 13 untersuchten Probeflächen ließ sich nur für Blaumeise, Kohlmeise, Feldsperling und Star eine signifikant unterschiedliche Brutdichte in den einzelnen Flächen nachweisen. Auffallend ist, daß es sich hierbei ausschließlich um Höhlenbrüter handelt, die ihre größten Brutdichten in Hartholzauenwäldern und Eichen-Hainbuchen-Wäldern erreichen.

Innerhalb der Arten, deren Siedlungsdichte auf der Fläche des gesamten Untersuchungsgebietes untersucht wurden, konnte bei Habicht, Mittelspecht, Turteltaube und Weidenmeise eine signifikant unterschiedliche Besiedlung der untersuchten Waldbestände nachgewiesen werden.

Tab. 14. Übersicht zur Besiedlung der Waldgesellschaften
 Aufgeführt sind die Mittelwerte für die Abundanzen/10 ha. Abkürzungen siehe Tabelle 10.

Art	S	U	P	C
Dominanten:				
Mönchsgrasmücke	10,3	13,5	9,9	6,5
Star	4,0	12,5	4,3	11,4
Feldsperling	3,3	11,5	2,4	4,5
Kohlmeise	6,0	10,9	3,4	8,3
Blaumeise	4,3	10,8	3,0	5,2
Zaunkönig	10,6	9,3	6,8	7,1
Buchfink	7,8	10,4	5,5	9,2
Rotkehlchen	7,5	8,3	4,2	6,8
Zilpzalp	6,8	8,3	6,7	6,5
Gartenbaumläufer	3,3	7,7	3,9	4,8
Singdrossel	4,1	6,4	2,9	3,4
Amsel	5,8	6,3	3,6	4,5
Kleiber	2,1	5,3	1,7	3,8
Heckenbraunelle	4,0	4,2	3,7	1,0
Subdominanten:				
Weidenmeise	3,0	2,0	0,4	—
Grauschnäpper	0,5	1,3	—	2,8
Kernbeißer	—	1,3	—	2,4
Stockente	2,6	0,6	0,8	—
Buntspecht	0,8	2,3	1,3	2,4
Schwanzmeise	2,3	1,3	1,1	—
Nachtigall	0,8	1,1	0,9	0,3
Gartengrasmücke	0,7	0,6	0,5	—
Sommergoldhähnchen	1,0	0,8	—	0,7
Eichelhäher	1,2	0,7	1,0	1,4
Influenten:				
Fitis	1,3	2,1	0,9	1,0
Kuckuck	1,7	0,7	0,2	1,0
Wacholderdrossel	1,6	1,0	0,4	—
Bachstelze	1,6	0,7	0,4	—
Baumpieper	—	—	—	1,4
Turteltaube	1,2	0,9	—	0,3
Ringeltaube	1,2	1,1	0,3	1,4
Mittelspecht	0,5	1,0	—	1,4
Kleinspecht	0,8	1,8	0,4	1,0
Sumpfmehse	1,3	0,9	—	1,1
Pirol	0,5	1,0	0,2	1,0
Goldammer	—	0,2	0,4	1,1
Grünfink	0,3	0,4	0,4	—
Sumpfrohrsänger	1,2	—	—	—
Teichrohrsänger	0,7	0,7	—	—
Bläßralle	1,0	—	0,7	—
Fasan	0,7	—	—	—
Rezedenzen:				
Schwarzspecht	—	0,7	—	0,3
Grauspecht	—	0,7	—	0,7
Habicht	0,5	0,4	—	0,7
Mäusebussard	0,5	—	—	0,3
Waldkauz	—	0,4	—	1,0
Waldohreule	—	0,2	—	0,3
Rabenkrähe	0,8	0,4	0,1	0,3

Der Habicht brütet im Untersuchungsgebiet vornehmlich in abgelegenen Wäldern mit hohen Deckungsgraden. In den Jahren 1978, 1979 und 1980 wurden im Mittel 75% der besetzten Horste in Eichen-Ulmen- und Eichen-Hainbuchen-Wäldern nachgewiesen.

Als Charaktervogel der Eichen-Hainbuchen-Wälder wird in der Literatur der Mittelspecht beschrieben (NIEBUHR 1948, SCHUHMAN 1950, OELKE 1963). Dies konnte im etwa 120 km² Untersuchungsgebiet bestätigt werden. 95% aller nachgewiesenen Brutpaare entfallen auf Wälder mit wesentlichem Anteil der Stieleiche.

In dem oben beschriebenen Silberweidenwald (PF 1) wurden 1979 und 1980 jeweils 2 Brutpaare nachgewiesen. Hier liegt der Schluß nahe, daß die alten Silberweiden mit einem Bruthöhendurchmesser von über 90 cm und einer sehr grobrissigen Borke in ihrer Struktur der Stieleiche sehr nahe kommen.

Im Naturschutzgebiet »Bremengrund« bei Au/Rhein wurde im Sommer 1980 ein bis zum Juni quäkendes Mittelspechtmännchen in einem Hybridpappelaltholz festgestellt. Im vorhergegangenen Brutjahr 1979 wurde der Mittelspecht in diesem Bestand nicht nachgewiesen. Ein Nachweis entfiel auf den ca. 50 m davon entfernt liegenden Eichen-Ulmen-Bestand, der im Winterhalbjahr 1979/1980 eingeschlagen wurde. Hierbei besteht die Vermutung, daß der Mittelspecht nach dem Verlust seines Brutreviers in das Hybridpappelaltholz ausgewichen ist. Ein Brutnachweis konnte in diesem Pappel-Bestand aber nicht erbracht werden, da das Männchen unverpaart geblieben ist.

Die Turteltaube hat im Bereich der Rastatter Rheinaue ihren Brutschwerpunkt in der Weichholzaue. Dort besiedelt sie bevorzugt Silberweidenmäntel entlang der Altrheine. Weitere Brutplätze finden sich an Waldrändern, in Feldgehölzen und Gebüschgruppen entlang von Schluten und Gräben. Die Turteltaube ist somit ein typischer Randsiedler.

Der Brutschwerpunkt der Weidenmeise liegt in Weich- und Hartholzauenwäldern der Rheinaue. Als einziger Vertreter der Gattung *Parus* baut sie teilweise ihre Bruthöhle selbst. Hierzu dient vornehmlich das faule Substrat von Weichhölzern. Sie ist daher der Charaktervogel der Silberweidenwälder. In Hartholzauenwäldern und Hybridpappel-Forsten beziehen sich die Brutnachweise oft auf einzelne Weidenstrünke und Kopfweiden am Rande von Schluten und Gewässern.

5.3 Vogelwelt und Waldstruktur

Korrelationen zwischen Vogeldichte und Waldstrukturparametern

Im folgenden soll versucht werden, die Zusammenhänge zwischen Waldstruktur und Vogelbesiedlung zu diskutieren. Hierzu wurden die ermittelten Parameter für Waldstruktur und Vogelgesellschaft auf Korrelation geprüft.

Insbesondere soll auch geprüft werden, inwieweit die von anderen Autoren (PALMGREN 1930; NIEBUHR 1948; OELKE 1963; SCHUHMAN 1950; THIELE 1958; DORNBUSCH 1969; BLANA 1978; KOCH 1975; CYR & CYR 1979) verwendeten Waldstrukturparameter (Baumartendiversität, Vegetationsraum und Gesamtdeckung) und das

von mir entwickelte Maß für Formenmannigfaltigkeit und Heterogenität der Bestände zur Erklärung der in den Auenwäldern festgestellten Vogeldichten verwendet werden können.

Die Ergebnisse des Korrelationstests sind in Tabelle 17 zusammengefaßt. Die für eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 1% ermittelten Korrelationen zeigt Tabelle 16. Hierbei wurde die Gesamtdichte der Vögel in die Einzeldichten verschiedener ökologischer Vogelgruppen zerlegt, um die einzelnen dichtebestimmenden Vegetationsstrukturen zu diskutieren.

Tab. 16. Korrelationen zwischen Parametern der Vogelgemeinschaften und der Waldstrukturen für eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 1%.

Parameter der Vogelgemeinschaft	Parameter der Waldstruktur	Korrelationskoeffizient
Gesamtabundanz	Deckung der Baumschicht	0,77
	Bestandeskreisfläche	0,64
	Höhe der Krautschicht	-0,71
	Gesamtdeckung	0,76
	Baumartendiversität	0,76
Abundanz der Höhlenbrüter	Formenmannigfaltigkeit	0,94
	Deckung der Baumschicht	0,72
	Bestandeskreisfläche	0,76
	Höhe der Krautschicht	-0,69
	Baumartendiversität	0,64
Abundanz der Baumbrüter	Formenmannigfaltigkeit	0,83
	Deckung der Baumschicht	0,63
Abundanz der Strauchbrüter	Baumartendiversität	0,78
	Totholz	0,67
Abundanz der Höhlen- und Baumbrüter	Strauchvolumen	0,70
	Deckung der Strauchschicht	0,65
	Sichtweite	-0,78
	Deckung der Baumschicht	0,77
Abundanz der Strauch- und Bodenbrüter	Bestandeskreisfläche	0,71
	Höhe der Krautschicht	-0,74
	Baumartendiversität	0,74
	Formenmannigfaltigkeit	0,86
Diversität der Vögel	Höhe der Baumschicht	-0,72
	Sichtweite	-0,83
Diversität der Vögel	Höhe der Baumschicht	-0,75
	Sichtweite	-0,64
Diversität der Vögel	Gesamtdeckung	0,66
	Formenmannigfaltigkeit	0,69

Die Brutdichte der höhlenbewohnenden Vogelarten weist die höchsten Korrelationskoeffizienten zu den Parametern Formenmannigfaltigkeit, Bestandeskreisfläche und Deckung der Baumschicht auf.

Dieses Ergebnis deutet darauf hin, daß für die Höhlenbrüter unter den Vögeln vornehmlich die Ausprägung der Baumschicht relevant ist.

Je größer die Bestandeskreisfläche und damit die Holzmasse, desto größer ist das natürliche Angebot von Bruthöhlen.

Je höher der Deckungsgrad der Baumschicht und die Vielfalt an Formen, desto besser scheint es um das Nahrungsangebot bestellt zu sein.

Die Brut-Dichte der Baumbrüter wird maßgeblich durch Strukturparameter der Baumschicht, den Deckungsgrad derselben und die Baumartendiversität bestimmt. Die Brut-Dichte der Strauchbrüter korreliert am höchsten mit den Strukturparametern Sichtweite und Strauchvolumen. Eine gering ausgeprägte Strauchschicht und damit verbunden eine große Sichtweite verringern die Dichte strauchbrütender Vogelarten.

Die Brut-Dichte der bodenbrütenden Vogelarten wies keine signifikanten Korrelationen zu den untersuchten Waldstrukturparametern auf.

Die Dichte der Strauch- und Bodenbrüter zusammengenommen korreliert mit den Parametern Sichtweite und Höhe der Baumschicht. Letztere scheint hierbei durch die große Mittelhöhe von Pappelbeständen geprägt zu sein. In diesen Beständen konnten geringere Brut-Dichten (negative Korrelation) der oben betrachteten Vogelarten nachgewiesen werden.

Die Gesamtdichte aller Vogelarten weist in der Gesamtschau signifikante Korrelationen zu Parametern der Baumschicht, der Gesamtdeckung und der Formenmannigfaltigkeit auf.

Die negative Korrelation zur Höhe der Krautschicht ist indirekt durch den geringen Deckungsgrad der Pappelwälder bedingt. Eine gering deckende Baum- und Strauchschicht lassen auf den dortigen Standortsverhältnissen eine mehrere Meter hohe üppige Krautschicht entstehen.

Die ermittelten Diversitätswerte der Vogelgemeinschaften korrelieren positiv mit der Gesamtdeckung und der Formenmannigfaltigkeit. Die negativen Korrelationen zur Sichtweite und zur Höhe der Baumschicht lassen sich wiederum durch die großen Mittelhöhen und Sichtweiten in den geringbesiedelten Pappelbeständen begründen.

Die Brutvogel-Dichten der untersuchten Waldbestände scheinen im wesentlichen durch den Gesamtdeckungsgrad, die Baumartendiversität, die Formenmannigfaltigkeit und die Heterogenität bestimmt zu sein.

Für die Gesamtdeckung sind die Deckungsgrade von Baum- und Strauchschicht von Bedeutung. Die Maßzahlen für den Strukturparameter Formenmannigfaltigkeit und Heterogenität erreichten die höchsten Korrelationswerte.

In diesem Zusammenhang bliebe zu prüfen, ob das zur Quantifizierung dieses Parameters entwickelte Verfahren auch in andersartig strukturierten Waldbeständen ähnlich hohe Korrelationswerte zur Brutvogel-Dichte liefern würde. Im Falle der

untersuchten Rheinauenwälder kann dieses Verfahren zur Begründung hoher Vogel-Dichten herangezogen werden. Die Vorteile liegen insbesondere darin, daß die festgestellten Deckungsgrade differenzierter betrachtet werden. Für die Habitatwahl der Vögel erscheint es von großer Wichtigkeit, ob ein Waldbestand gleichmäßig deckt, oder ob besonders dichte wie auch besonders lichte Stellen in der Baum- und Strauchschicht vorhanden sind. Das in dieser Arbeit entwickelte Verfahren zur Quantifizierung der Heterogenität und Formenmannigfaltigkeit bietet vielleicht, neben den klassischen Strukturparametern »Deckung« und »Diversität«, eine weitere Möglichkeit, einen Waldbestand im Hinblick auf seine ornithologische Potenz zu charakterisieren.

5.5 Waldbau und Vogelwelt

Die Untersuchung der Waldstruktur im Hinblick auf die Vogelbesiedlung wies vor allem dem Deckungsgrad, der Baumartendiversität und der Vielfalt an Formen und heterogenen Strukturen eine besondere Bedeutung für die ornithologische Tragfähigkeit des Bestandes zu.

Der großflächige Anbau der Wirtschaftspappel in der Rheinaue bedeutet in diesem Sinne die Begründung und Vermehrung eines Waldtyps, der sich durch eine relative Artenarmut an Gehölzen, geringe Deckungsgrade und relativ homogene und gleichartige Bestandesstrukturen und großer Fläche auszeichnet.

Der Vogelreichtum der Hartholzauenwälder und Eichen-Hainbuchenwälder läßt sich durch eine große Vielfalt an Gehölzen und dem damit verbundenen größeren Nahrungsangebot und durch die festgestellte Formenmannigfaltigkeit und Heterogenität der Bestände begründen. Gleichzeitig weisen diese Bestände hohe Deckungsgrade auf. Äußerst dichte Vegetationsstrukturen lassen die Sichtweite und damit die Reviergrößen einzelner Vogelarten relativ klein werden, während sich die Anzahl der Nischen erhöht. Auch die hohe Umtriebszeit der Hartholzbestände wirkt sich positiv auf die Vogelgemeinschaften aus.

Ältere Waldbestände weisen eine größere Vegetationsmasse auf, das Nahrungsangebot ist in der Regel deutlich größer als in Jungbeständen.

Die Formenmannigfaltigkeit an Pflanzenteilen, (Äste verschiedener Durchmesserstufen, tote Äste, grobborkige Stammteile, Früchte, Blüten und Blätter) und an geeigneten Requisiten (natürliche Bruthöhlen, kernfaules Substrat) ist in Althölzern am reichhaltigsten ausgeprägt.

Viele Vogelarten können erst Altbestände entsprechend ihrer möglichen Siedlungsdichte besiedeln. Hierzu zählen vor allem verschiedene Spechtarten und andere Höhlenbrüter.

Die Umwandlung struktur- und nahrungsreicher Hartholzauenwälder in Wirtschaftspappelwälder hat somit eine grundlegende Veränderung der heimischen Vogelgemeinschaft zur Folge.

Artenvielfalt und Individuenreichtum werden stark vermindert, teilweise sogar auf weniger als die Hälfte herabgesetzt. Für einige Arten stellen diese Umwandlungen sogar bestandsbestimmende Veränderungen dar.

So wurde z.B. der Lebensraum von Kernbeißer, Grauschnäpper, Weidenmeise, Blaumeise und Mittelspecht stark eingeengt. Der Mittelspecht ist durch den Rückgang der Stieleiche sogar in seiner Existenz bedroht.

Vogelarten, die durch den Pappelanbau in ihrem Bestand nicht beeinflusst wurden oder sich zum Teil vermehren konnten, wie z.B. Zilpzalp, Buntspecht und Heckenbraunelle, sind allgemein häufig und in ihrem Bestand nicht bedroht.

Der größere Vogelreichtum der naturnahen Weichholzlauenwälder läßt sich weniger mit dem Reichtum an Gehölzen und hohen Deckungsgraden erklären. Silberweidenwälder und Wirtschaftspappelwälder weisen von der Waldstruktur her zwangsläufig mehr Gemeinsamkeiten auf, als dies bei den oben betrachteten Hartholzlauenwäldern und Eichen-Hainbuchenwäldern der Fall war.

Vielfalt (besser Armut) an Gehölzen, wie auch der Gesamtdeckungsgrad der Bestände sind durchaus vergleichbar. Auch die etwa gleichgroße Lebenserwartung der Waldbestände kann nicht zur Unterscheidung beider Waldgesellschaften herangezogen werden. Vielmehr liegen die Strukturunterschiede im Detail. Die naturnahen Silberweidenwälder zeichnen sich im Gegensatz zu den Wirtschaftspappelwäldern durch ein höheres Angebot an Requisiten und heterogenen Deckungsverhältnissen aus. Höhere Siedlungsdichten der höhlenbrütenden Vogelarten deuten auf ein entschieden größeres Angebot an Bruthöhlen hin. Die deutlich höhere Siedlungsdichte von Strauch- und Bodenbrütern läßt sich durch wesentlich dichtere Strukturen im Bereich der Strauchschicht erklären (relativ geringe Sichtweiten). Das wesentliche Unterscheidungsmerkmal beider Waldbestände ist aber in ihrem horizontalen Aufbau begründet. Der Bestandaufbau der Pappelforsten ist sehr homogen. Straff eingehaltene Pflanzverbände führen zu homogenen oberen Baumschichten, in denen sich die einzelnen Bäume morphologisch und in ihrem Nahrungsangebot sehr ähnlich sind.

Die betrachteten Silberweidenwälder sind wesentlich heterogener strukturiert. Abgestorbene und kränkelnde Bestandesmitglieder (Totholzangebot) bieten Bruthöhlen und Nahrung.

Der Rückgang der Silberweidenwälder durch eine Umwandlung in Pappelforsten bedeutet in diesem Sinne ebenfalls eine Verminderung des heimischen Brutvogelpotentials. Die Siedlungsdichte sinkt um etwa ein Drittel ab. Der Artenrückgang umfaßt vor allem gefährdete und seltenere Arten wie Turteltaube und Weidenmeise.

Als notwendige Folgerung bliebe für die Naturschutzarbeit festzuhalten, daß die Sicherung der heimischen Vogelwelt in den Rheinauen auch durch entsprechende Waldbaumethoden gewährleistet werden muß.

Zur Erhaltung und Sicherung artenreicher und vielfältiger Vogelgemeinschaften der Auenwälder, die in Mitteleuropa zu den am dichtesten besiedelten Lebensräumen gehören, bieten sich folgende Maßnahmen an:

— Noch vorhandene Weich- und Hartholzlauenwälder sollten nicht in Pappelbestände umgewandelt werden.

- Im Sinne eines ökologisch orientierten Waldbaus wäre zu prüfen, inwieweit die Bewirtschaftung der Hartholzauenwälder und der Eichen-Hainbuchen-Wälder mit langen Umtriebszeiten und relativ kleinflächiger Verjüngung möglich ist.
- Besonders schutzwürdige Teile der Hartholzauenwälder, die flächenmäßig nur noch 3% der Waldflächen des Untersuchungsgebiets ausmachen (IVfV 1980), sollten gegebenenfalls als Bannwald oder Schonwald ausgeschieden werden.
- Der ökologischen Verarmung der Hybridpappelwälder sollte durch Schaffung und Förderung eines vielschichtigen Unterstandes aus standortsgerechten Bäumen und Sträuchern begegnet werden.

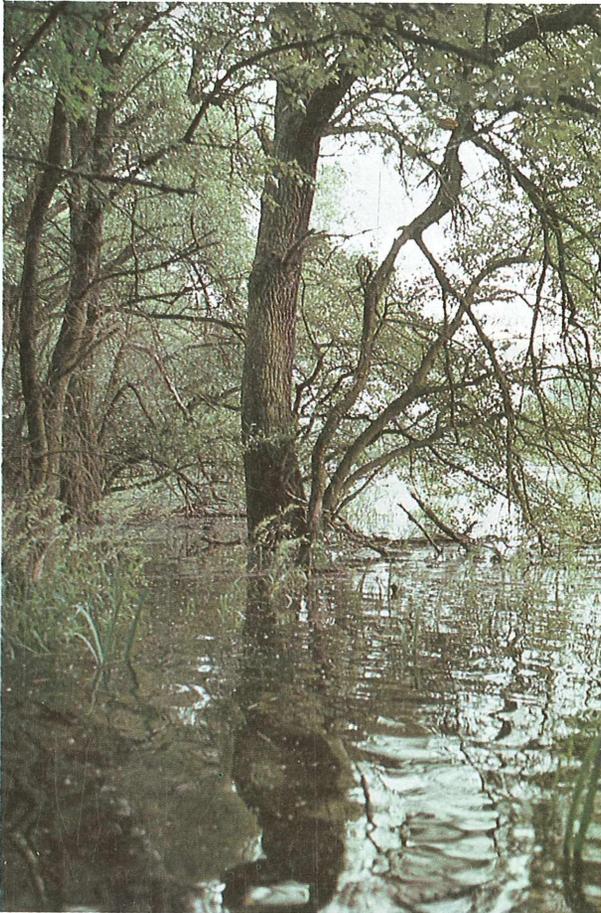


Abb. 3. Silberweidenwald (PF 1) während des Sommerhochwassers im Juli 1980. Die baumförmigen Exemplare von *Salix alba* erreichen einen BHD von 90 cm und eine Höhe von über 20 m.



Abb. 4. Silberweidenwald (PF 2) vom Wasser her gesehen im Mai 1980. Die Ruten der ehemaligen Kopfweiden sind zu großen Ästen ausgewachsen.



Abb. 5. Eichen-Ulmen-Wald der hohen Stufe (PF 4) im Juli 1982. Artenvielfalt und Strukturreichtum dieses Waldbestandes sind sehr groß.



Abb. 6. Blick in die Kronenschicht eines Eichen-Ulmen-Waldes (PF 4) im Juli 1980. Die Strauchschicht reicht bis an die Kronen der unteren Bäume heran. Einzelne Bäume sind von Waldrebe und Efeu umrankt.



Abb. 7. Eichen-Hainbuchen-Wald (PF 12) im Mai 1980. Typisch sind Stieleiche und Esche im Oberstand und die Hainbuche im Unterstand. Die Krautschicht wird hauptsächlich vom Bärlauch bestimmt.



Abb. 8. Erlen-Eschen-Wald (PF 10) entlang eines alten Bachlaufes im März 1980. Am rechten Bildrand ist der Übergang zum Eichen-Hainbuchen-Wald zu erkennen.



Abb. 9. Junger Hybridpappelwald (PF 7) unterbaut mit Erlen und Linden im März 1980. Der an den Bäumen klebende Auelehm markiert wiederum den Hochwasserstand vom Februar 1980.



Abb. 10. Hybridpappelalldholz (PF 9) im März 1980. In diesem Bestand fehlt ein Unterstand und eine Strauchschicht.

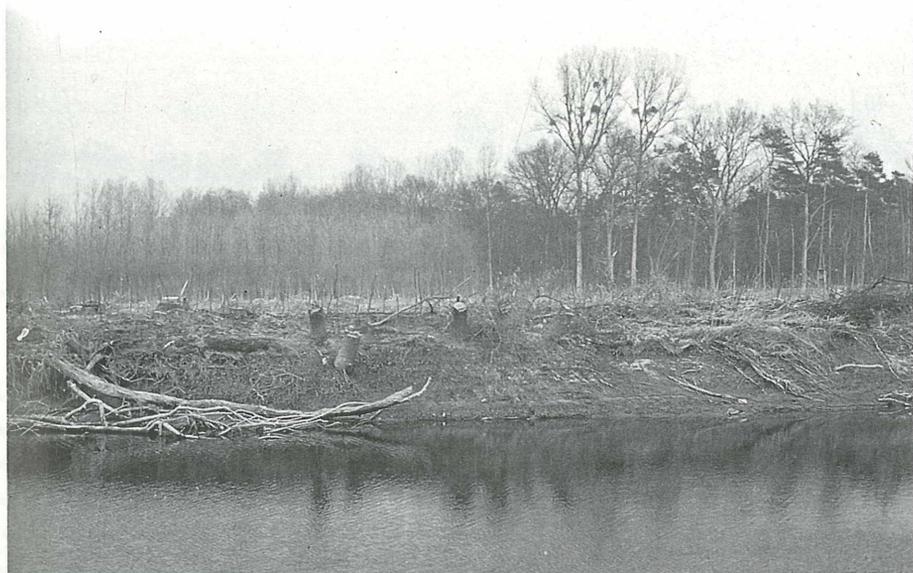


Abb. 11. Kahlschlag im Naturschutzgebiet »Bremengrund« im Januar 1980. Neben einzelnen Hybridpappeln wurde hier auch ein Teil eines naturnahen Hartholzaenwaldes eingeschlagen.

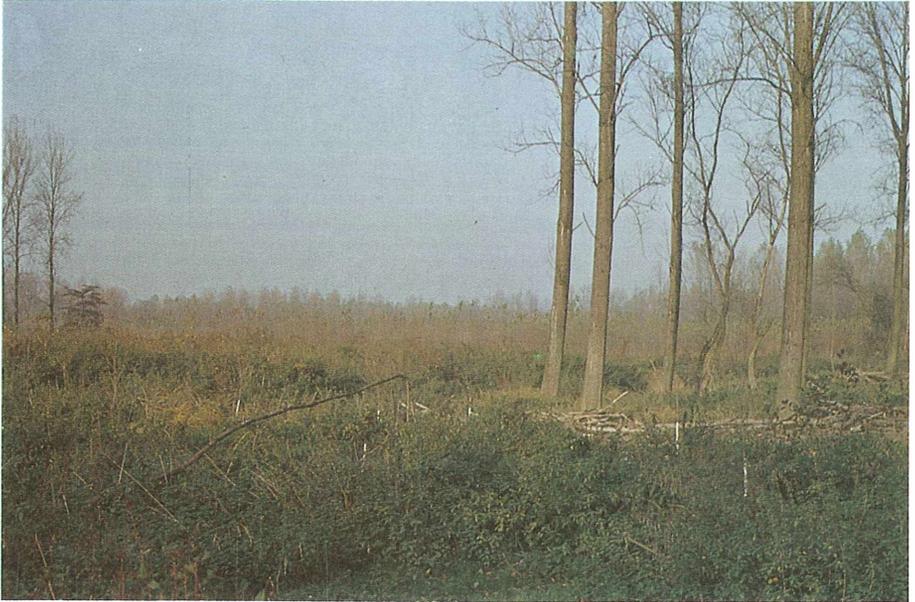


Abb. 12. Die »Pappelwirtschaft« hat bereits ca. 70% der Fläche des Untersuchungsgebiets erfaßt. Der sich auf hunderten von Hektaren ausdehnende Altersklassenwald enthält wenig Struktur.

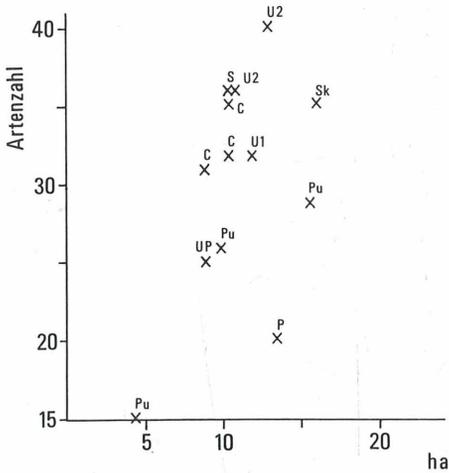


Abb. 13. Die in den einzelnen Probeflächen festgestellten Artenzahlen in Abhängigkeit zur Größe der Probefläche. Die eingezeichnete Kurve gibt die Erwartungswerte nach REICHHOLF an.

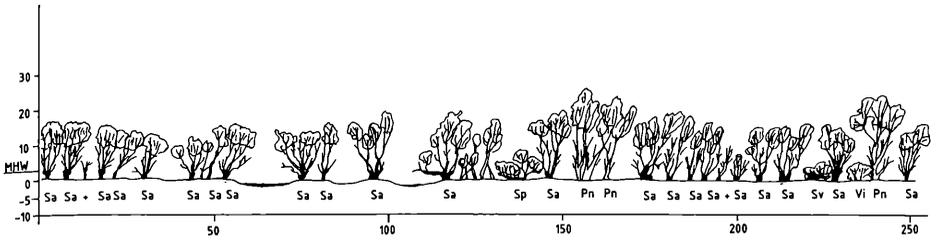


Abb. 14. Strukturprofil der Probestfläche 2 (Sk).

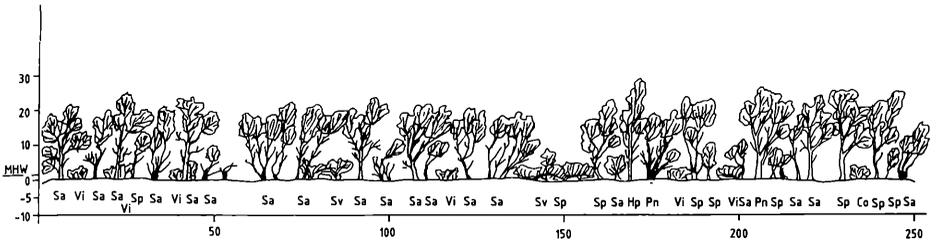


Abb. 15. Strukturprofil der Probestfläche 1 (S).

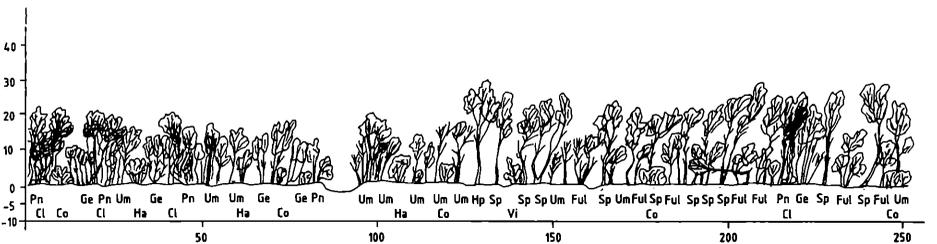


Abb. 16. Strukturprofil der Probestfläche 3 (U1).

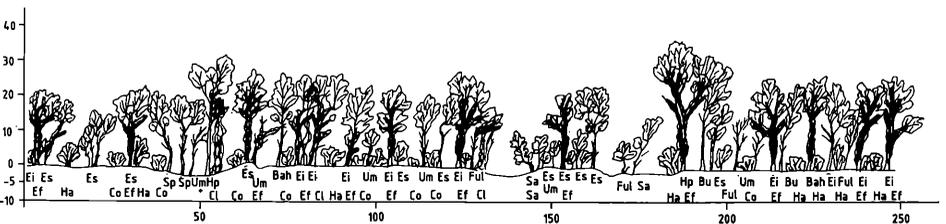


Abb. 17. Strukturprofil der Probestfläche 4 (U2).

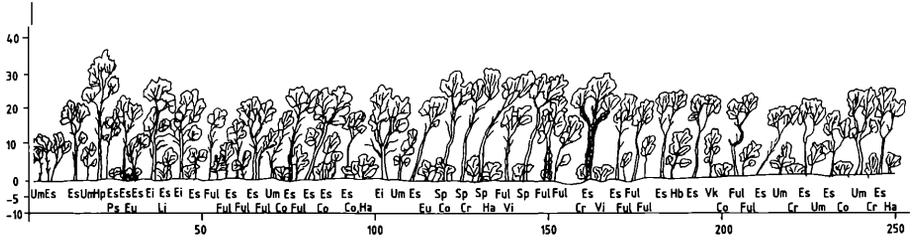


Abb. 18. Strukturprofil der Probefläche 5 (U2).

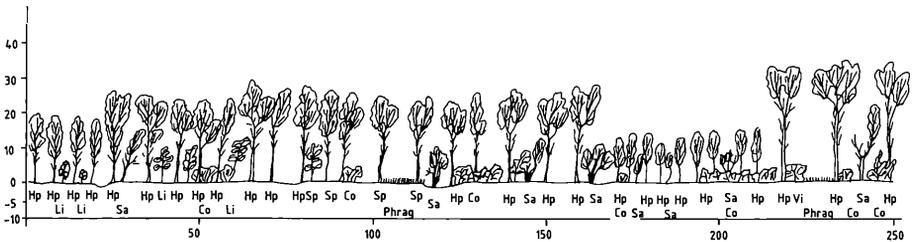


Abb. 19. Strukturprofil der Probefläche 7 (Pu).

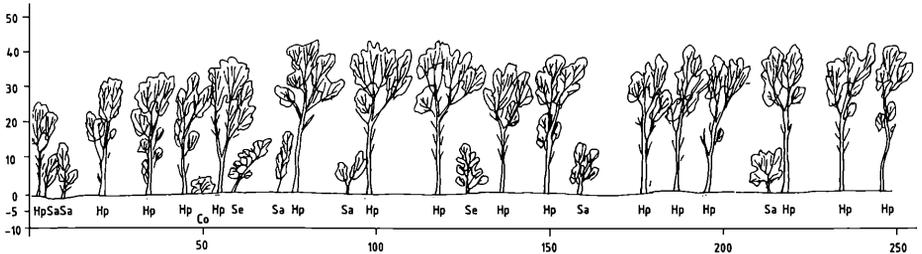


Abb. 20. Strukturprofil der Probefläche 9 (P).

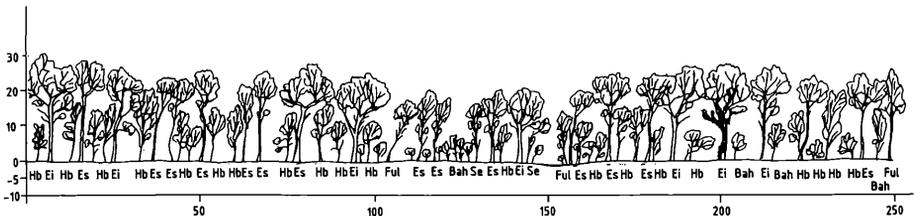


Abb. 21. Strukturprofil der Probefläche 12 (C).

Zusammenfassung

Im Bereich der badischen Rheinaue südlich von Karlsruhe, etwa zwischen Iffezheim und Neuburgweiler gelegen, wurden im Frühjahr und Sommer 1980 die Vogelgemeinschaften der dortigen Auenwälder untersucht. Hierzu wurde die Methode der Kartierung der singenden Männchen mit Berücksichtigung anderer revieranzeigender Merkmale angewendet. Die Durchführung erfolgte nach den Anleitungen von OELKE 1974.

6 Vogelarten wurden im gesamten Untersuchungsgebiet erfaßt, die übrigen auf insgesamt 13 Probeflächen. Im Bereich der Überflutungsauere wurden dazu 2 Weichholzaunenwälder, 4 Hartholzaunenwälder und 3 Hybridpappelwälder mit einer Fläche von durchschnittlich 10 ha ausgewählt. Im Bereich der ehemaligen Aue wählte ich 3 Eichen-Hainbuchen-Wälder und einen Hybridpappelwald als Probefläche aus.

Die Vegetation auf diesen Probeflächen wurde mit dem standardisierten Verfahren nach CYR & OELKE 1976 aufgenommen und zusätzlich durch weitere Strukturparameter und Strukturprofile beschrieben. Die höchsten Siedlungsdichten ergaben sich in Hartholzaunenwäldern mit durchschnittlich 152 Brutpaaren pro 10 ha, die niedrigsten in den Hybridpappelwäldern mit durchschnittlich 71 Brutpaaren pro 10 ha.

Die größte Artenvielfalt und die höchsten Diversitätswerte entfielen auf die Hart- und Weichholzaunenwälder, die Hybridpappelwälder wiesen durchschnittlich die geringsten Werte auf.

Auf der Fläche des gesamten Untersuchungsgebiets konnte für Habicht, Mittelspecht, Weidenmeise und Turteltaube eine Präferenz für eine bestimmte Waldgesellschaft nachgewiesen werden. Habicht und Mittelspecht bevorzugen Hartholzaunen- und Eichen-Hainbuchen-Wälder; Weidenmeise und Turteltaube haben ihren Verbreitungsschwerpunkt in Weichholzaunenwäldern.

Die in den Hartholzaunenwäldern und Eichen-Hainbuchen-Wäldern des Untersuchungsgebiets festgestellten Abundanz- und Diversitätswerte liegen im Rahmen der für Mitteleuropa in diesen Waldgesellschaften errechneten Mittelwerte.

Als Ergebnis der Waldstrukturaufnahmen ergab sich eine Abnahme der Strukturvielfalt von den Hartholzaunenwäldern über die Weichholzaunenwälder und Eichen-Hainbuchen-Wälder zu den Hybridpappelwäldern.

Zwischen der Strukturvielfalt und den Vogeldichten ergaben sich deutliche Zusammenhänge.

Die Gesamtabundanz der Vögel war am besten mit

- der Formenmannigfaltigkeit
- der Deckung der Baumschicht
- der Gesamtdeckung
- und der Baumartendiversität

korreliert.

Durch den großflächigen Anbau der Hybridpappel wurden Artenzahl und Siedlungsdichte der Vögel in den Wäldern der badischen Rheinaue stark abgesenkt. Der Mittelspecht ist durch den Verlust von Eichenmischwäldern in seinem Bestand bedroht.

Zur Sicherung und Erhaltung artenreicher Vogelbestände in den badischen Rheinauen erscheint es daher geboten, waldbauliche Maßnahmen im Hinblick auf ihre Wirkung auf die Vogelwelt zu diskutieren.

Literatur

- BÄRTEL, E.-V. (1965): Der Stadtwald Breisach. Schriften der Landesforstverwaltung B.-W., Stuttgart, Band 18. — BAUER, F.-W. (1951): Die Überführung der badischen Auenwälder im Hochwald. Verlag der Landesforstverw. Freiburg. — BERTHOLD, P. (1976): Methoden der Bestandserfassung in der Ornithologie: Übersicht und kritische Betrachtung. Orn. 117: 1-69. — BERTHOLD, P., E. BEZZEL & G. THIELKE (1980): Praktische Vogelkunde, 2. Auflage, Greven/Westf. — BEZZEL, E. (1974): Untersuchungen zur Siedlungsichte von Sommervögeln in Talböden der Bayrischen Alpen und Versuch ihrer Interpretation. Anz. orn. Ges. Bayern 13: 259-279. — BEZZEL, E. & J. REICHHOLF (1974): Die Diversität als Kriterium zur Bewertung der Reichhaltigkeit von Wasservogel-Lebensräumen. J. Orn. 115: 50-61. — BLAB, J., E. NOWAL, W. TRAUTMANN & H. SUKOPP (1978): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. Greven (Kilda). — Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie (1980): Vegetationskundlich, gewässerkundlich und avifaunistisch vorrangig erhaltenswerte Flächen der badischen Rheinaue. Bonn-Bad Godesberg. — BLANA, H. (1978): Die Bedeutung der Landschaftsstruktur für die Vogelwelt. Beiträge zur Avifauna des Rheinlandes 12. — CYR, A. & H. OELKE (1976): Vorschläge zur Standardisierung von Biotopbeschreibungen bei Vogelbestandsaufnahmen im Waldland. Vogelwelt 97: 161-175. — CYR, A. (1977): Beziehungen zwischen Strukturdiversität und Vogelpopulationen in der Umgebung des Verdichtungsraumes von Saarbrücken. Dissertation Universität Saarbrücken. — CYR, A. & J. CYR (1979): Welche Merkmale der Vegetation können einen Einfluß auf Vogelgemeinschaften haben? Vogelwelt 100: 165-181. — Deutscher Wetterdienst (1957): Klimaatlas von Baden-Württ. Bad Kissingen. — DISTER, E. (1980): Geobotanische Untersuchungen in der hessischen Rheinaue. Diss. Georg-August-Universität Göttingen. — DORNBUSCH, M. (1969): Zur Vogelbesiedlung norddeutscher Buchenwaldgesellschaften. — Aufsätze Vogelschutz u. Vogelkunde 3: 41-46. — EMLÉN, J.T. (1965): A method for describing and comparing avian habitats. Ibis 98: 565-576. — ERZ, W., H. MESTER, R. MULSOW, H. OELKE & K. PUCHSTEIN (1968): Empfehlungen für Untersuchungen der Siedlungsichte von Sommervogelbeständen. Vogelwelt 89: 69-78. — FRÖHLICH, B. (1977): Brutvogel-Bestandsaufnahmen im Naturschutzgebiet »Hördter Rheinaue«. Mitt. Pollichia 65: 105-144. — GERKEN (1981): Zum Einfluß periodischer Überflutungen auf bodenlebende Coleopteren in Auewäldern am südlichen Oberrhein. Mitt.dtsch. Ges. allg. angew. Ent. 3: 130-134. — HUBER, E. (1977): Die Auewälder des oberrheinischen Tieflandes; insbesondere ihre Überführung in Hochwald und deren betriebswirtschaftliche Folgen. Forst- u. Holzwirt, 32 Nr. 1. — HÜGIN, G. (1962): Wesen und Wandlung der Landschaft am Oberrhein. Beitr. Landespflege 1: 186-250 (Festschrift Prof. Wiepking). — IVFV (1980): Aufsätze der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde (IVFV) beim »Colloque international Forêt alluviales européennes« in Straßburg, Palais de l'Europe, 22.-24. September 1980. Aufsatz von Dr. G. HÜGIN. — JANSSEN, W. (1975): Ökologische Analyse des Brutvogelbestandes ausgewählter Probestellen im Eichen-Hainbuchen-Wald des Staatsforstes Hasbruch. Oldenburger Jahrbuch 72: 141-174. — JENNI, L. (1977): Zur Bestandentwicklung und Biotopwahl von Mittelspecht und Buntspecht im Allschwiler-Wald bei Basel. Orn. Beob. 74: 62-70. — KETTNER, VON (1840): Darstellung der ornithologischen Verhältnisse des Großherzogtums Baden. Freiburg. — KENDEIGH, C. (1944): Measurement of bird populations. Ecological Monographs 14 (1): 67-106. — KLOMP, H. (1972): Regulation of the size of bird populations by means of territorial behavior. Netherlands Journal Zool. 22: 456-488. — KOCH, N. (1975): Ökologische Beziehungen zwischen Vögeln und den Biotopen des Uetliberges und des Reppischtals bei Zürich. Vjschr. natf. Ges. Zürich 120: 299-428. — KREBS, J. R. (1971): Territory and breeding density in the Great Tit, *Parus major*. Ecology 52: 2-22. — KREBS, C. J. (1972): Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance. New York (Harper & Row). — LACK, D. (1937): A review of bird census work and bird population problems. Ibis 14: 369-395. — LAUTERBORN, R. (1938): Der Rhein. Naturgeschichte eines deutschen Stromes. Bd. 1 u. 2, Ludwigshafen. — MACARTHUR, R. H. & J. W. (1961): On birds species diversity. Ecology 42: 594-598. — MACARTHUR, R. H. (1972): Geographical ecology. New York (Harper & Row). — NIEBUHR, O. (1948): Die Vogelwelt des feuchten Eichen-Hainbuchen-Waldes. Orn. Abh. 1: 1-29. — NIEMEYER, H. (1974): Statistische Auswertungsmethoden. In: P. BERTHOLD, E. BEZZEL & G. THIELKE (Hrsg.): Praktische Vogelkunde: Greven/Westf. — Oberdirektion (1851): Carte über den Lauf des Rheins von Basel bis Lauterburg längs der badisch französischen Grenze in 18 Blättern. Nach dem Zustand des Stromes im Jahre 1838 (Maßstab 1:20 000). Bearb. v. d. Großherzogl. Bad. Oberdirektion d. Wasser- und Straßenbaus. Karlsruhe. — OELKE, H. (1963):

Die Vogelwelt des Peiner Moränen- und Lößgebietes. Dissertation Universität Göttingen. — OELKE, H. (1980): Siedlungsdichte. In P. BERTHOLD, E. BEZZEL & G. THIELCKE (Hrsg.): Praktische Vogelkunde. Greven/Westf. — PARLMGREN, P. (1930): Quantitative Untersuchungen für die Vogelfauna in den Wäldern Südfinnlands. Acta Zool. Fennica 7: 1-218. — PINKOWSKI, J. & K. WILLIAMSON (1974): Introductory informations of the fourth meeting of the International Bird Census Committee. Acta Orn. 14. — Rechenzentrum der Universität Freiburg (1979): Statistische Methoden und Auswertungen mit SPSS. RZF-Bericht Nr. 2. — REICHHOLF, H. (1980): Die Arten-Areal-Kurve bei Vögeln in Mitteleuropa. Anz. Orn. Ges. Bayern 19: 13-26. — SAEMANN, D. (1968): Zur Typisierung städtischer Lebensräume im Hinblick auf avifaunistische Untersuchungen. Mitt. I.G. Avifauna DDR 1: 81-88. — SCHUHMAN, H. (1950): Die Vögel der Eilenriede in Hannover und ihre Beziehungen zu den Pflanzengesellschaften dieses Waldes. Jahresber. Ver. Gründung naturhist. Museums Hannover 99-101: 147-182. — SCHWERDTFEGER, F. (1975): Ökologie der Tiere. Band 3, Hamburg und Berlin. — THIELE, H.-U. (1958): Die Vogelbestände zweier Waldtypen des Bergischen Landes. Waldhygiene 2: 201-223. — THIEDEMANN, G. (1971): Planuntersuchungen am Waldlaubsänger (*Phylloscopus sibilatrix*). Anthus 9: 36-44. — THIELE, H.-U. (1978): Veränderungen des Brutvogelbestandes in einem rheinischen Waldgebiet in 25 Jahren (1952-1977). Beitr. Avifauna Rheinland 11: 56-74. — WILLIAMSON, K., R. BAILEY & L. BATTEN (1976): Guiding principles for the analysis of common birds census returns. Rundschreiben Brit. Trust Orn., Population Sect. 10. — ZENKER, W. (1980): Untersuchungen zur Siedlungsdichte der Vögel in einem naturnahen Eichen-Ulmen-Auenwald im Erfttal (Naturschutzgebiet Kerpener Bruch). Beitr. Avifauna Rheinland 13.

DICHTERABHAENIGKEIT VON VERSCH. WALDSTRUKTURPARAMETERN

NONAME (CREATION DATE = 12/04/80)

VAR06	PEARSON VAR07	CORRELATION VAR08	CORRELATION VAR09	CORRELATION VAR10	CORRELATION VAR11	CORRELATION VAR12	CORRELATION VAR13
	.7674 (13) P= .001	.9403 (13) P= .000	.7643 (13) P= .001		-.4843 (13) P= .047	.7789 (13) P= .001	.6411 (13) P= .009
	.5867 (13) .018	.8301 (13) P= .000	.6480 (13) P= .008			.7213 (13) P= .003	.7644 (13) P= .001
	.4872 (13) .046	.6210 (13) P= .012	.7852 (13) P= .001			.6378 (13) P= .009	.2373 (13) .214
	.5989 (13) .015	.7307 (13) P= .002	.3736 (13) .104			.4072 (13) .084	
	.1527 (13) P= .309	-.1229 (13) P= .345	-.0496 (13) P= .436		-.5844 (13) P= .018	-.0080 (13) P= .490	-.2754 (13) P= .181
	.6620 (13) P= .007	.6940 (13) P= .004	.5979 (13) P= .015		-.7545 (13) P= .001	.5261 (13) P= .032	.1892 (13) .269
	.6201 (13) .012	.8603 (13) P= .000	.7471 (13) P= .002		-.2355 (13) P= .219	.7720 (13) P= .001	.7081 (13) P= .003
	.5253 (13) .033	.5124 (13) .037	.2675 (13) P= .188		-.7211 (13) P= .003	.3107 (13) P= .151	-.0228 (13) P= .471

DICHTERABHAENIGKEIT VON VERSCH. WALDSTRUKTURPARAMETERN

VAR01 TO VAR22

VAR23 = VAR02 + VAR03

VAR24 = VAR04 + VAR05

VAR01, GESAMT-ABUNDANZ / VAR02, ABUNDANZ DER HOEHLERBUETTER /

VAR03, ABUNDANZ DER BAUMBUETTER /

VAR04, ABUNDANZ DER STRAUCHBUETTER /

VAR05, ABUNDANZ DER HOEDERBUETTER / VAR06, VEGETATIONSRAUM /

VAR07, GESAMTDECKUNGSGRAD / VAR08, STRUKTURELEMENTE /

VAR09, BAUMARTENDIVERSITAET / VAR10, BRUSTHOEMENDURCHMESSER /

VAR11, BAUMHOEHE / VAR12, DECKUNGSGRAD DER RAUMSCHICHT /

VAR13, BESTANDESQUERSCHNITTSFLAECHE / VAR14, STAMMZAHL /

VAR15, TOTHOELZANTEIL / VAR16, BORKENTIEFE /

VAR17, STRAUCHVOLUMEN /

VAR18, DECKUNGSGRAD DER STRAUCHSCHICHT / VAR19, SICHTWEITE /

VAR20, DECKUNGSGRAD DER KRAUTSCHICHT /

VAR21, HOEHE DER KRAUTSCHICHT /

VAR22, DIVERSITAET DER VOGELGEMEINSCHAFT /

VAR24, STRAUCH + HOEDERBUETTERDICHTEN / VAR 23, HOEHLER + BRUMBR.

NONAME (CREATION DATE 12/04/80)

PEARSON CORRELATION COEFFICIENTS -

VAR14	VAR15	VAR16	VAR17	VAR18	VAR19	VAR20	VAR21
		-.4836 (13) P= .047	.5006 (13) P= .041		-.6201 (13) P= .012		-.7131 (13) P= .003
		-.3760 (13) P= .103	.2406 (13) P= .214		-.3022 (13) P= .158		-.5962 (13) P= .004
		-.5845 (13) P= .018	.1561 (13) P= .305	.2195 (13) P= .236	-.2845 (13) P= .173		-.6234 (13) P= .011
	.5765 (13) P= .006	-.2045 (13) P= .251	.7004 (13) P= .004	.6555 (13) P= .008	-.7794 (13) P= .001		
	.0476 (13) .176	.0793 (13) .398	.1306 (13) P= .335	.0363 (13) P= .453	-.5708 (13) P= .021		
					-.6450 (13) P= .009		-.5111 (13) P= .037
					-.3278 (13) P= .137		-.7472 (13) P= .002
					-.8382 (13) P= .000		-.2214 (13) .214

Tab. 17. Ergebnisse des Korrelationstests.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Ornithologische Jahreshefte für Baden-Württemberg](#)

Jahr/Year: 1985

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Späth Volker

Artikel/Article: [Vogelwelt und Waldstruktur: Die Vogelmenschen badischer Rheinauenwälder und ihre Beeinflussung durch die Forstwirtschaft. 7-56](#)