

Artenschutzwert von Föhrenwäldern bei Brugg, Kanton Aargau, in Abhängigkeit von den ökologischen Standortfaktoren = Preservation value of pine forests near Brugg, Canton of Argovia, estimated by species and dependence on ecological factors

Autor(en): **Gasser, Max**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Berichte des Geobotanischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel**

Band (Jahr): **58 (1992)**

PDF erstellt am: **15.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-377779>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Artenschutzwert von Föhrenwäldern bei Brugg, Kanton Aargau, in Abhängigkeit von den ökologischen Standortsfaktoren

Preservation value of pine forests near Brugg, Canton of Argovia,
estimated by species and dependence on ecological factors

Max GASSER

1. EINLEITUNG

In der Raumplanung, im Naturschutz und bei Umweltverträglichkeitsprüfungen ist es notwendig, eine zuverlässige Bewertung der Projektgebiete zu haben. Die betroffenen Flächen werden nach dem sogenannten **Naturschutzwert** eingeteilt. Diese Bewertung lässt sich unterteilen in einen Biotopschutzwert und in einen Artenschutzwert.

Der **Artenschutzwert** stützt sich auf die aktuell vorhandenen Arten in den betroffenen Flächen. Erst seit neuester Zeit sind die notwendigen Grundlagen für solche Bewertungen vorhanden. Im Kanton Aargau sind dies: Rote Liste der Pflanzen für den Aargau (KELLER und HARTMANN 1986) und rote Liste der Pflanzen für die ganze Schweiz mit einer Unterteilung nach Regionen (LANDOLT 1991). Ausserdem ist im Kanton Aargau eine neue Verordnung über den Schutz der einheimischen Pflanzen- und Tierwelt und ihrer Lebensräume (Naturschutzverordnung vom 17. September 1990) in Kraft getreten.

Für die ganze Schweiz gilt die neue bundesrechtliche Verordnung über den Natur- und Heimatschutz, NHV, vom 16. Januar 1991. Beide Erlasse haben Listen geschützter Arten sowie Listen von sogenannten ökologischen Kennarten. Mit Hilfe dieser Grundlagen ist es möglich, die Bedeutung von Biotopen gemäss ihrem Anteil an geschützten Arten, Arten aus roten Listen und ökologischen Kennarten vorzunehmen.

Der **Biotopschutzwert** gründet auf der Seltenheit und der Regenerierbarkeit der betroffenen Biotoptypen, sowie der Möglichkeit, für ein solches Biotop künstlichen Ersatz herzustellen. Für gleichartige Standorte ist in der Regel der Biotopschutzwert immer gleich gross; höchstens eine Unterscheidung nach reichhaltiger, typischer oder verarmter Ausbildung ist denkbar.

Ein typischer, sehr wertvoller Lebensraum in der Region Brugg sind die Pfeifengras-Föhrenwälder (*Molinio-Pinion*; ELLENBERG und KLÖTZLI 1972). Diese Wälder werden durch einen lichten Föhrenbestand in der Baumschicht, eine mehr oder weniger stark ausgeprägte Strauchschicht und eine äusserst artenreiche Krautschicht geprägt. In den meisten Fällen bildet dieser Waldtyp keine Schlussgesellschaft, sondern befindet sich in einem mehr oder weniger stark fortgeschrittenen Stadium in Richtung *Fagetum* (meist *Carici albae-Fagetum caricetosum montanae*; seltener *Seslerio-Fagetum* ELLENBERG und KLÖTZLI 1972). Besonders auffällig an diesem Waldtyp ist die grosse Artenzahl: Arten der Pfeifengraswiesen (*Molinion*), der Halbtrockenrasen (*Mesobromion*) und der Buchenwälder (*Fagion*) treffen sich hier am selben Standort (siehe GASSER 1992 und SCHMID-HOLLINGER 1972).

Eine grosse Gefahr für diese Föhrenwälder geht von der zunehmenden Eutrophierung (Auteutrophierung und Nährstoffeintrag aus der Atmosphäre) aus. Die lichten Wälder verbuschen zusehends, es macht sich eine beschleunigte Sukzession in Richtung Buchenwald bemerkbar. Eine weitere Bedrohung dieser Wälder liegt heute in der Erholungsnutzung durch den Menschen (GASSER 1989a).

Verdankungen

Für wertvolle Anregungen zu dieser Arbeit und für die Durchsicht des Textes möchte ich Frau A. Honegger sowie den Herren Dr. H.E. Arter, Th. Walter und Prof. Dr. E. Landolt und herzlich danken.

2. UNTERSUCHUNGSGEBIET UND METHODEN

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich über die nördlichen und westlichen Teile des Bezirks Brugg (Kanton Aargau, Nordschweiz). Es wurden insgesamt 40 Flächen ausgewählt (siehe Tab. 1). Die Lage der Untersuchungsflächen ist in GASSER (1992) beschrieben. Sie liegen auf einer Höhe von 440-670 m ü.M., wobei die mittlere Höhe etwa 520 m beträgt. Die meisten Flächen sind nach Süden (von Südwest bis Südost) exponiert und durchschnittlich etwa 20% geneigt.

Tab. 1. Anzahl Untersuchungsflächen in den einzelnen Gemeinden.
Number of study sites in each political community of the study.

Gemeinde	Anzahl Untersuchungsflächen
Bözen	5
Effingen	6
Gallenkirch	2
Habsburg	1
Linn	4
Mönthal	2
Oberbözberg	2
Remigen	6
Unterbözberg	3
Villigen	4
Villnachern	5
Total	40

Die Grösse einer Untersuchungsfläche betrug jeweils 100-200 m². Es wurden möglichst homogene Flächen innerhalb der Föhrenwälder ausgewählt und Vegetationsaufnahmen nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964) durchgeführt. Im Zeitraum von Mitte Mai bis Ende Oktober 1991 wurden die Flächen aufgenommen. Die einzelnen Aufnahmenflächen wurden mindestens dreimal, zum Teil auch viermal begangen. Nur auf diese Art konnte die grosse Artenzahl der Föhrenwälder erfasst werden. Im Gegensatz zu GASSER (1992) sind hier auch Spätblüher, wie z.B. die Enzianarten, vollständig erfasst.

Für jede Aufnahme wurde die Anzahl der geschützten Arten des Kantons Aargau und der Schweiz bestimmt. (Verordnung über den Schutz der einheimischen Pflanzen- und Tierwelt und ihrer Lebensräume, Naturschutzverordnung, vom 17. September 1990, Kanton Aargau, und Verordnung über den Schutz der einheimischen Pflanzenwelt vom 20. März 1970 und Verordnung über den Natur- und Heimatschutz, NHV, vom 16. Januar 1991, Schweiz.) Die Anzahl der Arten der roten Listen des Kantons Aargau (KELLER und HARTMANN 1986) und der Schweiz (LANDOLT 1991), sowie die Anzahl der ökologischen Kennarten des Kantons Aargau (Naturschutzverordnung) und der Schweiz (NHV) wurden ebenfalls festgestellt. Für die Arten der roten Listen wurde eine gewichtete Punktezahle berechnet (Tab. 2). Für alle Berechnungen des Artenschutzwertes wurde jede Art nur einfach gezählt; es wurden nur Präsenz-/Absenz-Daten verwendet.

Für jede Aufnahme wurden die ökologischen Zeigerwerte (LANDOLT 1978)

Tab. 2. Transformation der Kategorien der roten Liste und der Skala von Braun-Blanquet.
Transformation of the categories of the red list and the scale of Braun-Blanquet.

Transformation der roten Liste-Kategorien		
Kategorie	Abkürzung	Wert
Ausgestorbene oder verschollene Arten	EX	5
Sehr stark gefährdete Arten	E	4
Gefährdete Arten	V	3
Seltene Arten	R	2
Attraktive Arten	A	1
Transformation der Braun-Blanquet-Skala		Wert
	+	1
	1	2
	2	3
	3	4
	4	5
	5	6

mit Hilfe des Programmes Anthyllis ausgewertet. Das Programm Anthyllis ist eine Weiterentwicklung der "Ökologischen Zeigerwerte zur Schweizer Flora auf HyperCard™", GASSER (1989b). Es wurde der Durchschnitt sowie das Zeigerwertspektrum für jeden Standortfaktor berechnet (ELLENBERG 1991). Arten, welche in mehreren Vegetationsschichten notiert waren, wurden nur in der Schicht ihrer höchsten Mächtigkeit berücksichtigt. Die Artmächtigkeiten nach Braun-Blanquet wurden transformiert verwendet (Tab. 2). Die so berechneten Mittelwerte der einzelnen ökologischen Faktoren wurden wiederum in Beziehung gesetzt mit dem aktuellen Artenschutzwert.

3. ARTENSCHUTZWERT DER FÖHRENWÄLDER

Der Artenschutzwert der untersuchten Föhrenwälder ist ausführlich in GASSER (1992) beschrieben. Hier wird eine kurze Zusammenstellung dieser Bewertung vorgestellt und besondere Zusammenhänge der Artenzahl mit der Anzahl geschützter Arten, ökologischer Kennarten und rote-Liste-Punkte behandelt.

Artenzahl

Insgesamt wurden in den untersuchten Föhrenwaldstandorten 240 Pflanzenarten festgestellt. Dies entspricht ungefähr einem Sechstel aller von KELLER und HARTMANN (1986) für den Kanton Aargau aufgeführten Pflanzenarten sowie etwas weniger als einem Zehntel der Arten der Schweiz (LANDOLT 1991). In den einzelnen Aufnahmen variiert die Anzahl der Arten von 17 bis 61. Im

Mittel sind 42 Arten anzutreffen (Fig. 1). Mit dieser Artenzahl gehören die Föhrenwälder zu den artenreichsten Vegetationstypen im Kanton Aargau. ZOLLER (1954) führt zum Vergleich für 20 Aufnahmen des *Tetragonolobum-Molinietum litoralis* 28 bis 43 Arten pro Aufnahme auf (diese Pflanzengesellschaft entspricht ungefähr der Krautschicht unserer Föhrenwälder).

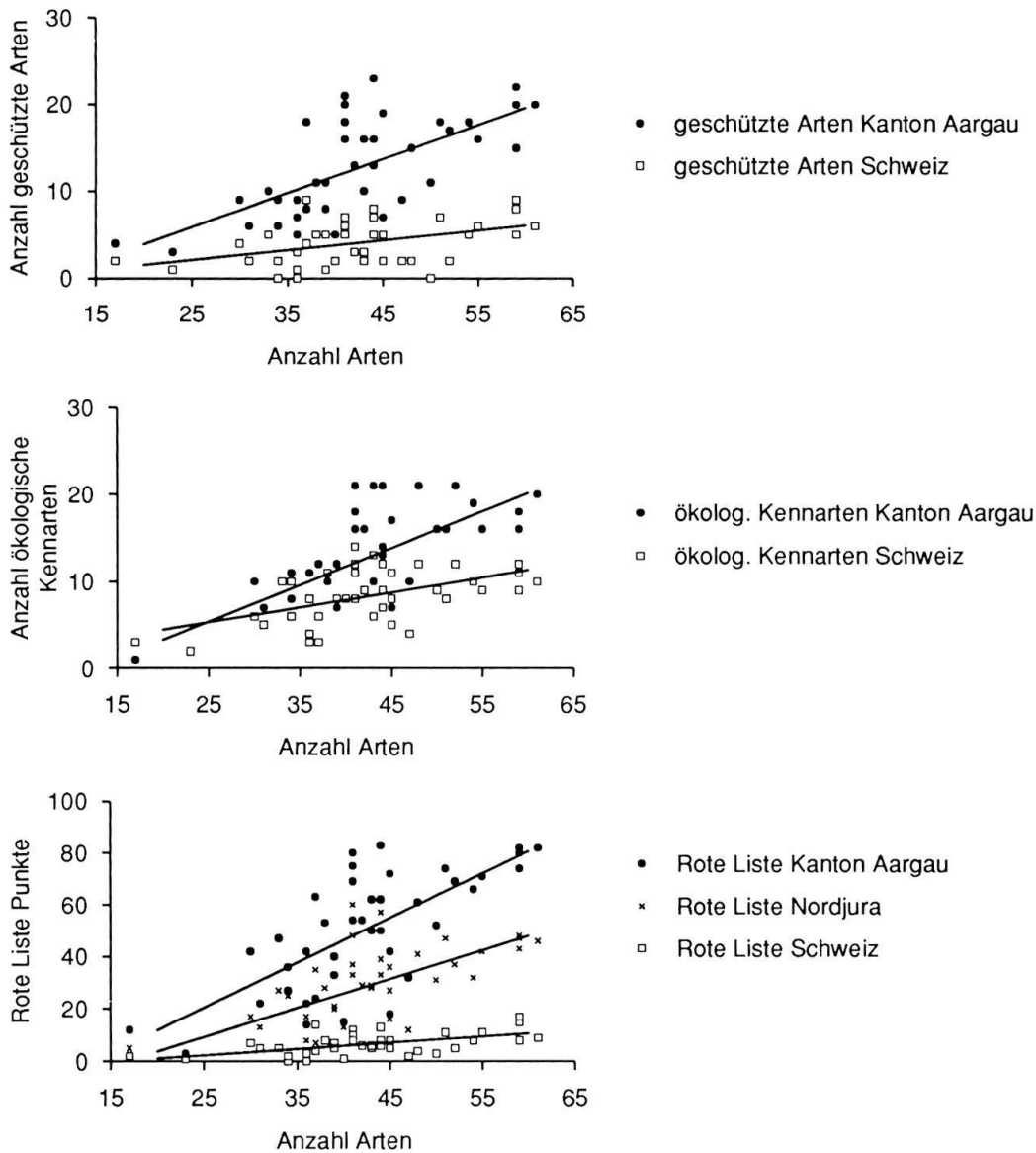


Fig. 1. Geschützte Arten, ökologische Kennarten und Punktezahl der roten Listen in Abhängigkeit von der Anzahl Arten in jeder Aufnahme sowie die dazugehörigen Regressionslinien.

Protected species, ecological characteristic species and number of points of the red lists vs. number of species in each relevé and their corresponding regression lines.

Geschützte Arten

Total 70 Arten der untersuchten Föhrenwälder sind kantonale und 20 schweizerisch geschützt; dies entspricht einem Drittel aller kantonalen, resp. einem Fünftel aller national geschützten Arten.

Durchschnittlich sind ein Drittel der in einer Untersuchungsfläche vorkommenden Arten kantonale und ca. 10% schweizerisch geschützt. In einzelnen Aufnahmeflächen sind sogar bis über die Hälfte aller vorkommenden Arten im Kanton Aargau unter Schutz. Im Mittel kommen 13 kantonale und 4 schweizerisch geschützte Arten in einer Untersuchungsfläche vor, maximal 23 resp. 9 Arten, minimal 3 resp. keine Art.

In Fig. 1 ist die Anzahl der geschützten Arten gegen die Anzahl der Arten total je einer Aufnahmefläche dargestellt. Aufnahmen mit mehr Arten haben überproportional mehr kantonale als bundesrechtlich geschützte Arten. Die Auswahlkriterien für geschützte Arten sind also unterschiedlich. Im Kanton Aargau sind neu viele Arten der Magerwiesen und Saumgesellschaften geschützt, diese Gruppe von Arten sind in artenreichen Föhrenwäldern besonders häufig vertreten.

Ökologische Kennarten

In allen untersuchten Standorten insgesamt sind 61 ökologische Kennarten des Kantons Aargau und 36 der Schweiz vorhanden, dies entspricht fast einem Drittel aller kantonalen, resp. einem Fünftel aller nationalen ökologischen Kennarten. Die Hälfte aller in den Föhrenwäldern gefundenen kantonalen ökologischen Kennarten sind Zeiger für Magerwiesen. Für die Biotoptypen Flachmoore und Säume sind ebenfalls Kennarten vorzufinden. Von den schweizerischen ökologischen Kennarten gehört die weitaus grösste Gruppe zu den Magerwiesen, relativ wenige Arten zeigen Flachmoore resp. trockene Wälder an.

In den einzelnen Untersuchungsflächen sind bis über 40% aller vorkommenden Arten kantonale ökologische Kennarten und bis 30% schweizerische ökologische Kennarten. Im Mittel kommen 13 kantonale und 8 schweizerische ökologische Kennarten in einer Untersuchungsfläche vor, maximal 21 resp. 14, minimal 1 resp. 2 Arten.

Bei Aufnahmen mit wenigen Arten sind die ökologischen Kennarten der Schweiz häufiger vertreten als solche des Kantons Aargau (Fig. 1). Die Erklärung dieser Tatsache liegt darin, dass bei der Auswahl der Kennarten im Aargau grösseres Gewicht auf besondere und seltene Arten als auf typische Arten eines Biototypes gelegt wurde.

Arten der roten Liste

In den untersuchten Föhrenwäldern wurden insgesamt 103 Arten der roten Liste des Kantons Aargau angetroffen (Arten, die in einer Gefährdungskategorie eingeteilt sind), für die roten Listen des Nordjuras und der ganzen Schweiz betragen die Zahlen 58 resp. 23 Arten.

Für jede einzelne Untersuchungsfläche wurde die Punktezahl der roten Listen gemäss Tab. 2 berechnet. Durchschnittlich 50 Punkte, maximal 83 und minimal 3 Punkte gemäss der roten Liste des Kantons Aargau wurden vorgefunden. Nach der roten Liste des Nordjuras wurden durchschnittlich 28, maximal 60 und minimal 0 Punkte pro Untersuchungsfläche berechnet; für die gesamtschweizerische rote Liste betragen die Punkte 7, 17 und 0.

Die Punktezahlen der roten Listen des Nordjuras und der Schweiz verlaufen ähnlich (Fig. 1). Die Werte für den Nordjura sind durchwegs höher und die Regressionsgeraden kreuzen sich in etwa auf der Null-Linie. Die Punktezahlen für die rote Liste des Aargaus liegen durchwegs höher. Die Regressionsgerade verläuft mit einigem Abstand zu derjenigen der Nordjuras. Dies lässt darauf zurückführen, dass in der Aargauer Liste mehr in allen untersuchten Föhrenwäldern verbreitete Arten zu finden sind, v.a. auch in den verarmten Ausbildungen.

4. ÖKOLOGISCHE STANDORTSFAKTOREN

Die ökologischen Faktoren wurden aufgrund der Zeigerwerte von LANDOLT (1978) berechnet. Die Artmächtigkeiten wurden gemäss Tab. 2 gewichtet. In Fig. 2 sind die Mittelwerte der Standortfaktoren aller Aufnahmen sowie die Aufnahme mit dem höchsten und dem tiefsten Durchschnittswert dargestellt. Die Zeigerwertspektren über alle Aufnahmen werden in Fig. 3 präsentiert.

Der durchschnittliche Wert der **Feuchtezahl** (F) aller Aufnahmen beträgt 2.5. Der tiefste Mittelwert beträgt 2.24 und der höchste Mittelwert 3.0 (Fig. 2). Die Streuung dieses Standortfaktors ist ziemlich hoch. Das Zeigerwertspektrum (Fig. 3) zeigt, dass die Zeigerwerte der Feuchtezahl über vier Werte verteilt sind, am häufigsten ist der Wert 2 anzutreffen.

Besonders hervorzuheben ist der hohe Anteil an **Wechsel trockenheitszeigern** (W). 45% aller Arten (gewichtet berechnet) gelten als Zeiger für diesen Standortfaktor, in einzelnen Aufnahmen steigt dieser Anteil bis auf 66%. Alle untersuchten Standorte können somit als stark wechselltrocken bis wechselfrisch charakterisiert werden.

Der durchschnittliche Wert der **Reaktionszahl** (R) aller Aufnahmen beträgt

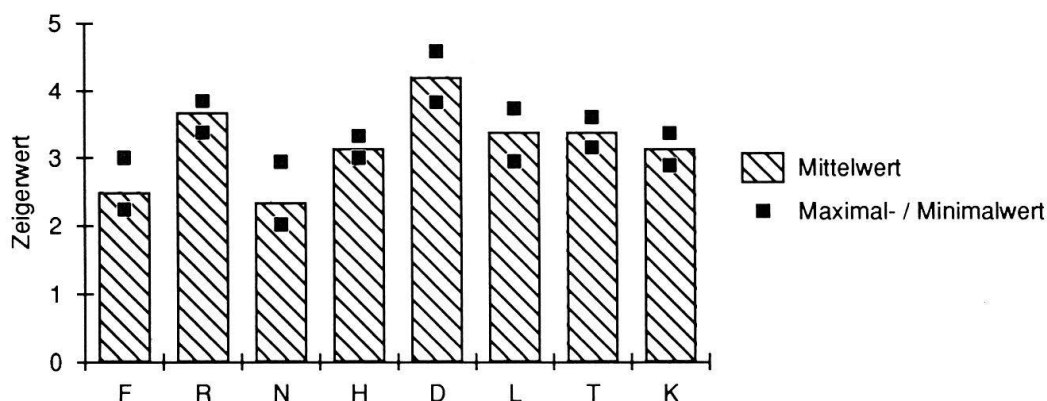


Fig. 2. Ökologische Zeigerwerte. Mittelwert über alle Aufnahmen, sowie die Aufnahme mit dem höchsten und dem tiefsten Mittelwert eines Standortfaktors. Abkürzungen siehe Text.

Ecological indicator values. Mean of all relevés and relevé with most or fewest mean of ecological factor.

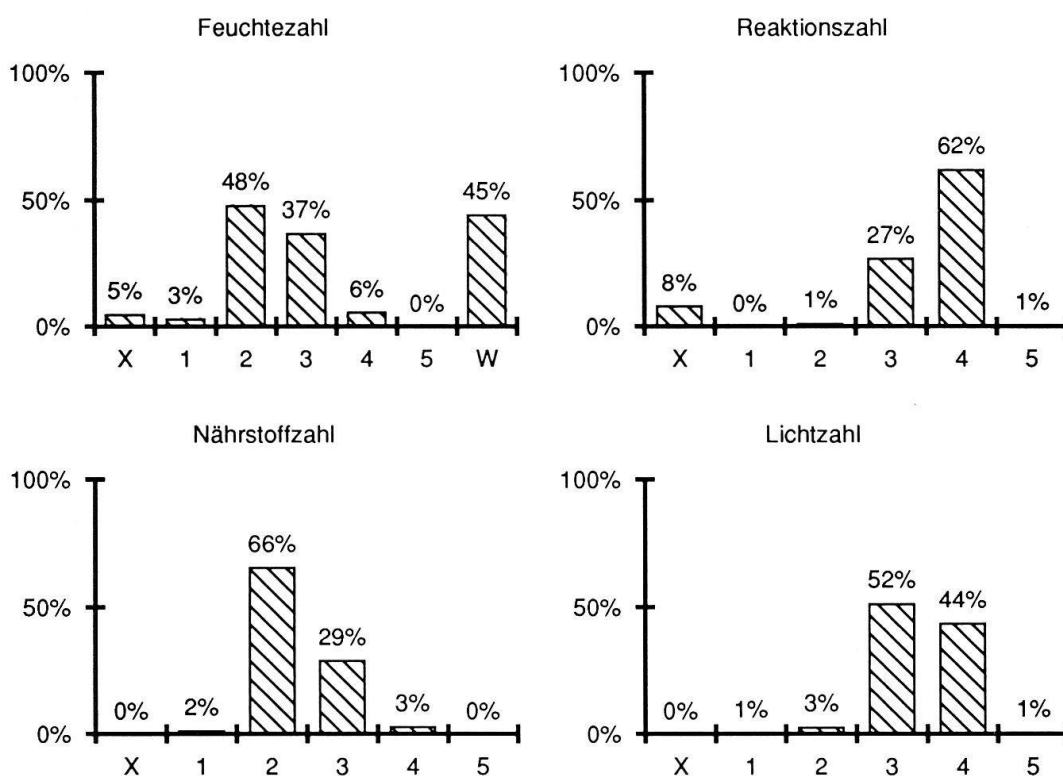


Fig. 3. Zeigerwertspektren der Feuchtezahl, der Reaktionszahl, der Nährstoffzahl und der Lichtzahl für alle Aufnahmen zusammen.

Distribution of ecological indicator value of humidity, reaction, nutrient and light of all relevés.

W = Wechselfeuchtigkeitszeiger - indicators of varying humidity, X = indifferent

3.68, der tiefste Mittelwert einer Aufnahme 3.38 und der höchste Mittelwert 3.85 (Fig. 2). Der Basengehalt ist somit ziemlich einheitlich für alle Untersuchungsflächen. Das Zeigerwertspektrum (Fig. 3) zeigt eine grosse Häufung des Wertes 4, praktisch zu vernachlässigen sind dann die Häufigkeiten der Zeigerwerte 2 und 5. Deshalb können alle Standorte als ausreichend bis gut mit Basen versorgt bezeichnet werden.

Der Mittelwert der **Nährstoffzahl** (N) aller Aufnahmen beträgt 2.35, der tiefste Mittelwert einer Aufnahme 2.02 und der höchste Mittelwert 2.94 (Fig. 2). Die Streuung dieses ökologischen Faktors ist relativ gross. Auch das Zeigerwertspektrum (Fig. 3) zeigt eine Verteilung der Werte über 4 Einheiten. Der weitaus häufigste Wert beträgt 2. Die untersuchten Föhrenwälder sind also eher nährstoffarm, wobei aber bei einigen Aufnahmen eine deutliche Eutrophierung, sei es durch Düngeeinfluss aus dem benachbarten Kulturland, durch Feuerstellen oder durch die Niederschläge, festzustellen ist.

Die **Humuszahl** (H) verhält sich für alle Aufnahmen ausgesprochen einheitlich. Der Mittelwert über alle Aufnahmen beträgt 3.14 (Mittelwerte von 3.0 bis 3.33) (Fig. 2). Die **Dispersitätszahl** (D) streut etwas mehr, die entsprechenden Werte betragen: 4.22 (3.83 bis 4.56) (Fig. 2). Die untersuchten Föhrenwälder haben durchwegs einen mittleren Humusgehalt und deren Böden sind eher schlecht bis ausgesprochen schlecht belüftet.

Die **Lichtzahl** (L) streut beträchtlich. Der Mittelwert aller Aufnahmen beträgt 3.39, der tiefste Mittelwert einer Aufnahme 2.95 und der höchste 3.74 (Fig. 2). Das Zeigerwertspektrum (Fig. 3) führt alle Werte von 1 bis 5 auf, wobei nur die Werte 3 und 4 häufiger vorkommen. Bezüglich des Lichtfaktors sind die untersuchten Föhrenwälder stark unterschiedlich; sie können als halbschattig bis eher sonnig bezeichnet werden.

Bezüglich der **Temperaturzahl** (T) und der **Kontinentalitätszahl** (K) herrschen relativ einheitliche Bedingungen für alle untersuchten Standorte (Fig. 2). Die Mittelwerte über alle Aufnahmen betragen 3.39 für die Temperaturzahl und 3.14 für die Kontinentalitätszahl. Somit können die Standorte als eher warm und etwas kontinental getönt charakterisiert werden.

5. ÖKOLOGIE UND ARTENSCHUTZWERT

Sehr aufschlussreiche Ergebnisse lassen sich aus dem Vergleich von ökologischen Standortsfaktoren und dem Artenschutzwert der untersuchten Föhrenwälder ziehen.

Mit zunehmender **Feuchtigkeit** nimmt die gesamte Artenzahl einer Untersu-

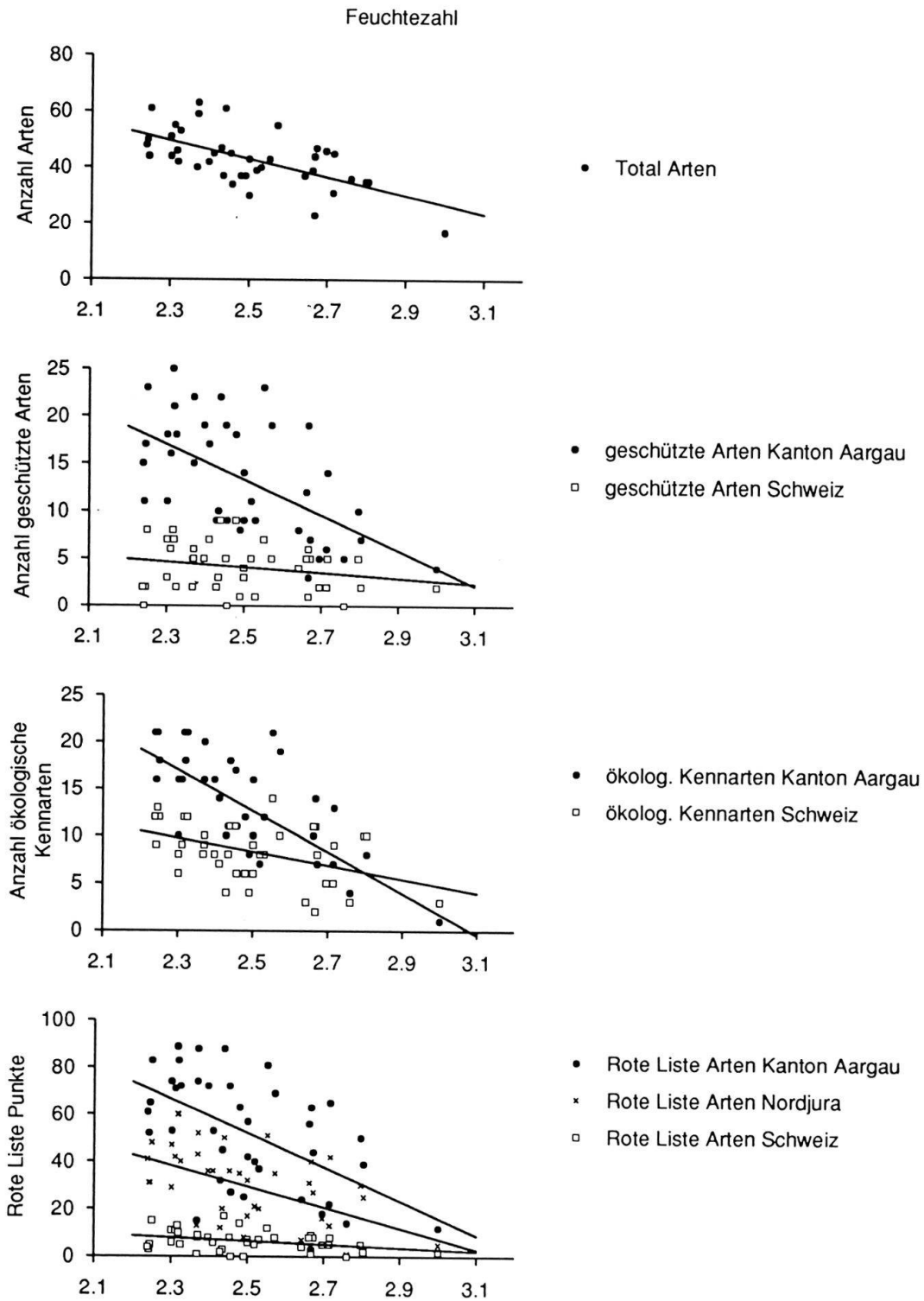


Fig. 4. Artenschutzwert in Abhängigkeit von der Feuchtezahl von jeder Aufnahme und dazugehörige Regressionslinien.
Preservation value estimated by species vs. humidity value of each relevé and their corresponding regression lines.

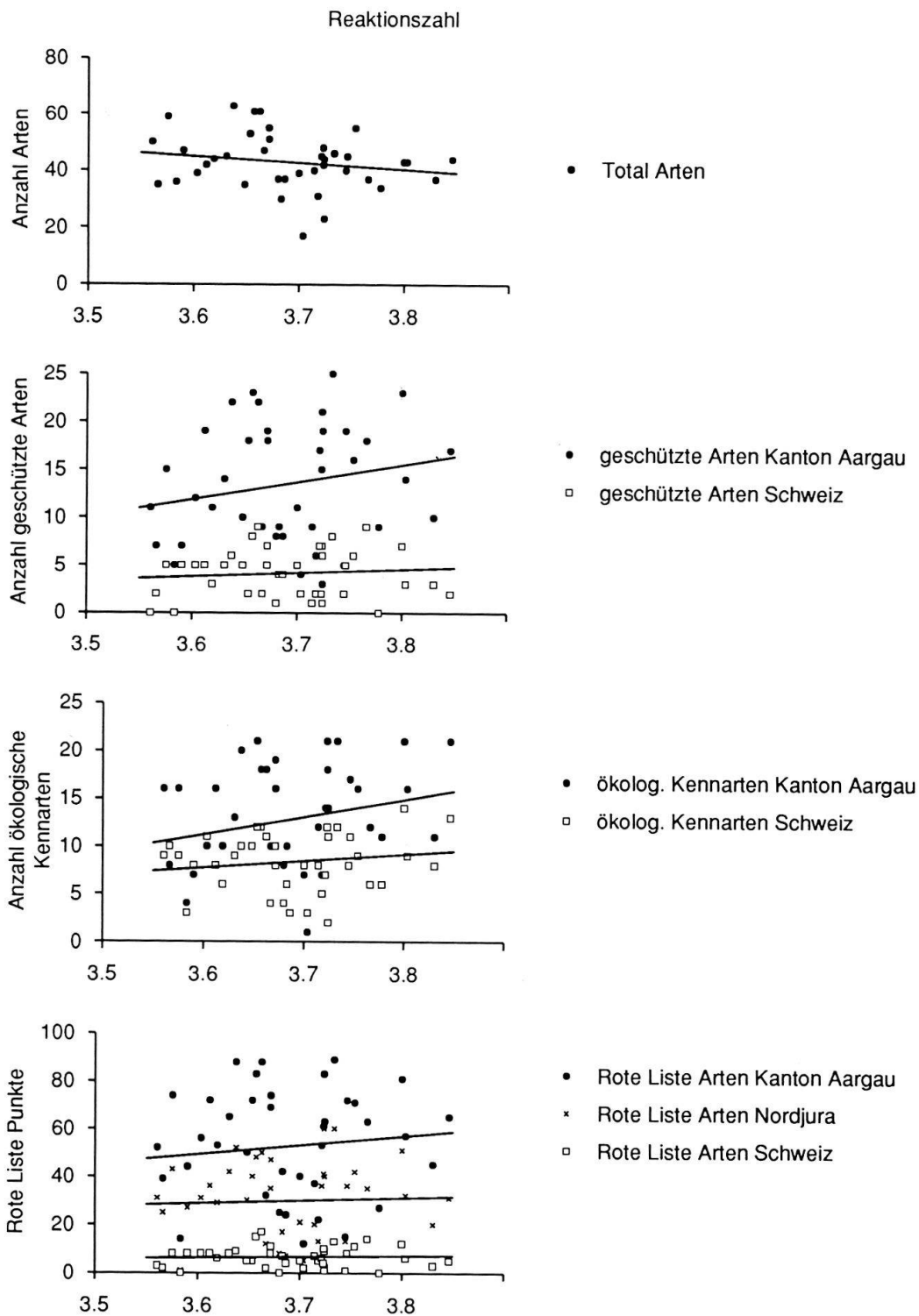


Fig. 5. Artenschutzwert in Abhängigkeit von der Reaktionszahl von jeder Aufnahme und dazugehörige Regressionslinien.
Preservation value estimated by species vs. reaction value of each relevé and their corresponding regression lines.

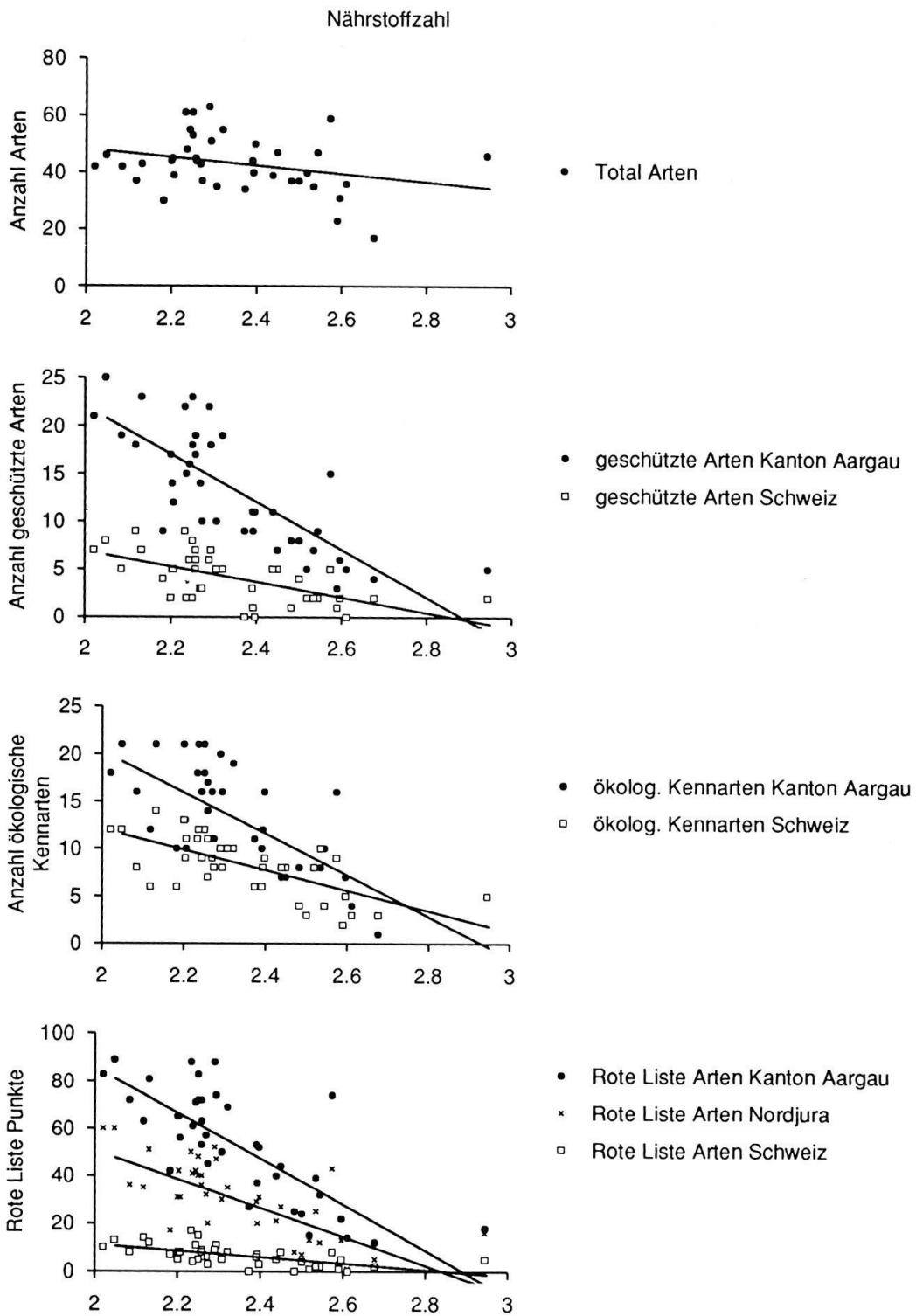


Fig. 6. Artenschutzwert in Abhängigkeit von der Nährstoffzahl von jeder Aufnahme und dazugehörige Regressionslinien.
Preservation value estimated by species vs. nutrient value of each relevé and their corresponding regression lines.

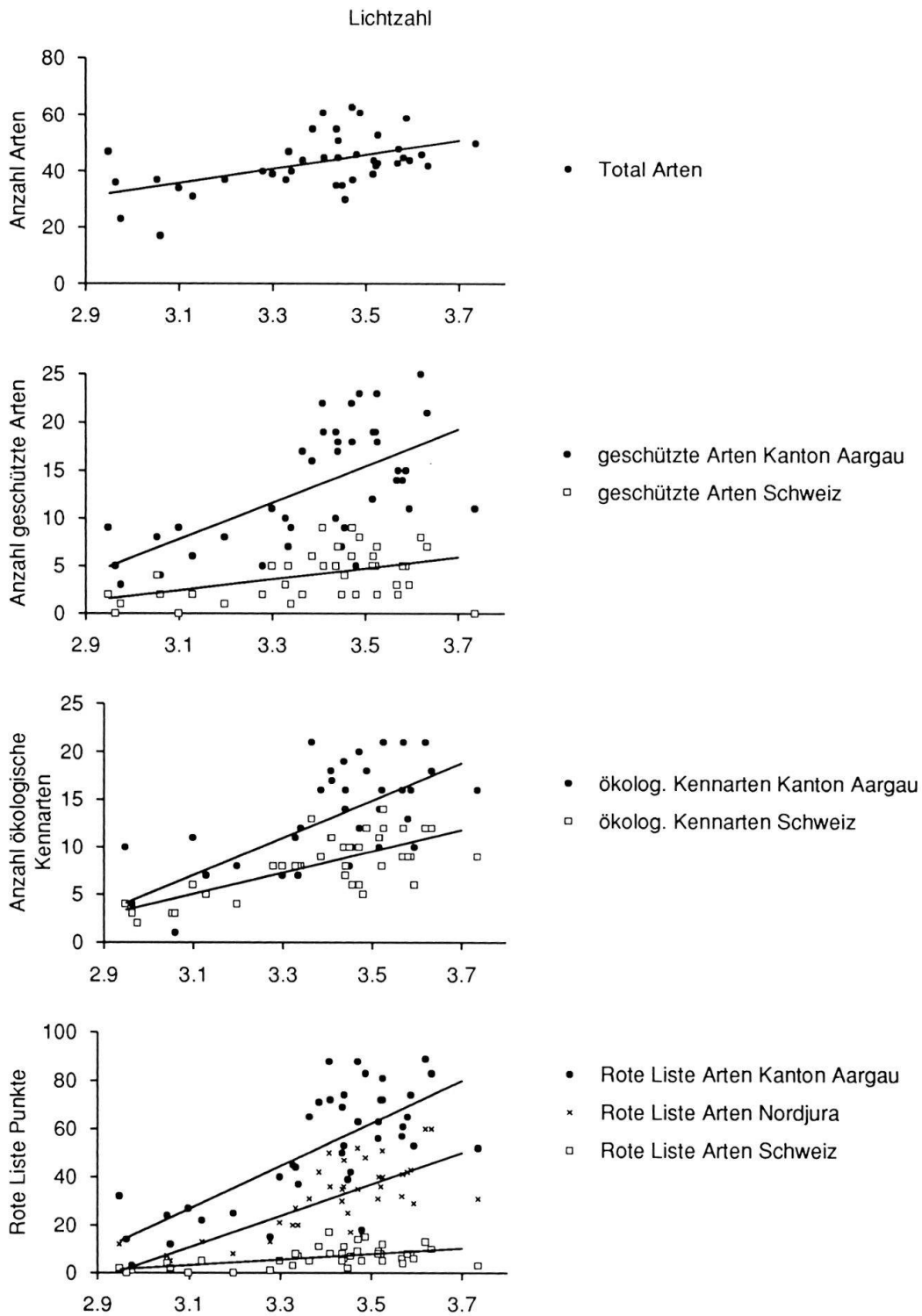


Fig. 7. Artenschutzwert in Abhängigkeit von der Lichtzahl von jeder Aufnahme und dazugehörige Regressionslinien.
Preservation value estimated by species vs. light value of each relevé and their corresponding regression lines.

chungsfläche stark ab (Fig. 4). Ebenfalls nimmt die Anzahl der geschützten Arten ab, wobei die grosse Zahl an kantonal geschützten Arten der relativ trockenen Standorte auffällig ist. Die Anzahl der ökologischen Kennarten nimmt ebenfalls mit zunehmender Feuchtigkeit ab. Hervorzuheben ist die starke Verminderung der aargauischen Kennarten; am feuchtesten Standort kommen weniger kantonale als schweizerische ökologische Kennarten vor. Auch die Punktezahlen der Arten der roten Liste nehmen mit zunehmender Feuchtigkeit ab. Hier ist der relativ konstante tiefe Wert an schweizerischen Arten sowie der konstant hohe Wert an kantonalen roten Listen Arten zu erwähnen (Fig. 4).

Der **Basengehalt** des Bodens hat einen relativ kleinen Einfluss auf den Artenschutzwert der untersuchten Föhrenwälder. Mit zunehmendem Basengehalt nimmt die Artenzahl eher ab und die Zahl der geschützten und der ökologischen Kennarten nimmt schwach zu (Fig. 5). Die Punktezahlen der Arten der roten Listen bleiben mit Ausnahme der kantonalen Liste konstant. Bei diesem Standortfaktor muss berücksichtigt werden, dass die Bandbreite der Schwankungen sehr gering ist, aus diesem Grunde haben zufällige Unterschiede von einzelnen Artvorkommen ein grosses Gewicht.

Der **Nährstoffgehalt** der Standorte hat sehr grossen Einfluss auf den Artenschutzwert. Die Artenzahl der Untersuchungsflächen nimmt mit zunehmendem Nährstoffgehalt etwas ab, die Abnahme an geschützten und ökologischen Kennarten sowie an roten Liste Punkten ist deutlich (Fig. 6). Besonders hervorzuheben ist die viel grössere Abnahme der kantonalen im Vergleich zu den schweizerischen ökologischen Kennarten.

Mit zunehmender **Besonnung** nimmt die Artenzahl zu, die Zahl der kantonal geschützten Arten und der ökologischen Kennarten der Schweiz und des Aargaus sowie die Zahl der roten Liste Punkte des Nordjuras und des Aargaus nimmt jedoch stärker zu (Fig. 7). Hervorzuheben sind bei den im Kanton Aargau geschützten Arten und bei der Aargauer roten Liste die hohen Artenzahlen, resp. Punktezahlen, an relativ schattigen Standorten.

6. SCHLUSSFOLGERUNG

In der Region Brugg gehören die Föhrenwälder zu den wertvollsten Lebensräumen. Sie bieten einer grossen Anzahl verschiedener Pflanzenarten Lebensraum, von diesen Arten können an einzelnen Standorten bis über die Hälfte geschützt sein, ausserdem ist der Anteil an ökologischen Kennarten und an Arten aus roten Listen überdurchschnittlich gross (GASSER 1992).

Die geschützten Arten und die ökologischen Kennarten der Schweiz, sowie die Punktezahlen der roten Liste der Schweiz nehmen mit zunehmender Artenzahl eines Föhrenwaldes ebenfalls im gleichen Masse zu. Die geschützten Arten und die ökologischen Kennarten des Aargaus sowie die roten Listen des Aargaus und des Nordjuras sind bei hohen Artenzahlen eindeutig stärker vertreten als in Föhrenwäldern geringer Artenzahlen. Besonders deutlich tritt dieser Umstand bei den ökologischen Kennarten auf. Aufgrund von welchen Faktoren sich eine solche Verteilung des Artenschutzwertes ergibt wird nachfolgend dargelegt.

Die Abnahme der Artenzahlen mit zunehmender Feuchtigkeit ist vor allem auf die Lage des Untersuchungsgebietes zurückzuführen. In der Umgebung von Brugg waren Flachmoore von jeher selten, ganz im Gegensatz zu trockenen Magerstandorten. Ausserdem sind zum heutigen Zeitpunkt alle grossflächigen Feuchtstandorte zerstört. Die Flora der Feuchtstandorte ist somit verarmt (WELTEN und SUTTER 1982), sie besitzt jedoch in den feuchteren Föhrenwäldern einen wertvollen Ersatzstandort. Ähnlich wie die Gesamtartenzahl verhalten sich die geschützten Arten und die ökologischen Kennarten der Schweiz, sowie die roten Liste-Arten des Nordjuras. Hier ist die Abnahme des Artenschutzwertes auf den feuchteren Standorten ebenfalls durch die geringe Artenzahl in der Region zu erklären. Anders verhalten sich die im Kanton Aargau geschützten Arten sowie die ökologischen Kennarten und die rote Liste-Arten des Aargaus. Die besonders grosse Anzahl von Arten auf trockeneren Standorten lässt darauf schliessen, dass in den entsprechenden Listen besonders grosses Gewicht auf trockenheitsertragende Arten gelegt wurde (besonders auf Arten des *Mesobromion*). Anders verhält sich die Punktezahl bei der roten Liste der Schweiz, ob trocken oder feucht, eher wenige Arten der untersuchten Föhrenwälder kommen überhaupt in dieser Liste vor. Alle untersuchten Standorte heben sich mit einem grossen Anteil an Wechsel-trockenheits- resp. Wechselfeuchtigkeitszeigern hervor. Dieser ökologisch wichtige Faktor ermöglicht einer ganzen Reihe von spezialisierten Arten ein Vorkommen in diesen Wäldern.

Der Basengehalt des Bodens hat keinen nennenswerten Einfluss auf Artenzahl oder Artenschutzwert. Hingegen stellt sich bei zunehmendem Nährstoffgehalt eine Abnahme der Artenzahlen ein. Während die Gesamtartenzahl eines Föhrenwaldes sich nur wenig verändert, ist die Abnahme von geschützten Arten, ökologischen Kennarten und rote Liste-Arten gravierend. Besonders stark ist die Abnahme der ökologischen Kennarten des Aargaus im Vergleich zu denjenigen der Schweiz mit zunehmender Nährstoffzahl. Mit zunehmender

Eutrophierung verlieren die Föhrenwälder ihren Wert für den Naturschutz. Die Ähnlichkeit des Verhaltens des Naturschutzwertes mit zunehmendem Nährstoffgehalt und zunehmender Feuchtigkeit ist frappant. Allerdings sind die Gründe für das Zustandekommen einer ähnlichen Verteilung von anderen Faktoren abhängig als bei der Feuchtigkeit.

Vergleichbar mit Feuchtigkeit und Nährstoffgehalt ist das Verhalten mit zunehmender Beschattung der Aufnahmeflächen. Während die Gesamtartenzahl eines Standortes nur wenig abnimmt mit zunehmender Verbuschung und Kronenschluss, ist die Abnahme von Arten aus allen für den Naturschutz relevanten Listen gravierend. Bemerkenswert sind die Resultate bei der roten Liste Aargau: Bei niederen und hohen Lichtzahlen sind die Punktezahlen höher als bei der Liste Nordjura. Allerdings ist die Streuung der Werte relativ hoch.

Aus der Sicht des Artenschutzes ist ein konsequenter und langfristiger Schutz der heute noch vorhandenen lichten Föhrenwälder dringend notwendig. Dazu gehört nicht nur die Einzonung dieser Wälder in eine Naturschutzzone oder in eine entsprechende Waldzone. Die langfristige Erhaltung dieser Bestände muss durch wirksame Pflegemassnahmen garantiert werden. Solche Massnahmen müssen v.a. die Eutrophierung sowie stärker werdende Beschattung verhindern resp. rückgängig machen. Nur auf diese Weise behalten die Föhrenwälder ihren Artenschutzwert auch in Zukunft.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Föhrenwälder in der Region Brugg werden aufgrund ihres Artenschutzwertes klassiert, gleichzeitig werden die ökologischen Standortfaktoren mittels der Zeigerwerte berechnet und die Resultate miteinander in Beziehung gesetzt. Mit mehr Feuchtigkeit, grösserem Nährstoffgehalt und mehr Beschattung nehmen die Zahlen der geschützten Arten, der ökologischen Kennarten und der roten Liste-Arten in einem Standort viel stärker ab als die totale Artenzahl. Der Basengehalt des Bodens hat keinen Einfluss auf den Artenschutzwert der Föhrenwälder.

Die Verzeichnisse des Aargaus (geschützte Arten, ökologische Kennarten und rote Liste) haben relativ hohe Artenzahlen auf den trockenen, nährstoffarmen und hellen Standorten im Vergleich zu den entsprechenden eidgenössischen Listen. Dies lässt sich auf die relativ grossen Anteile von Arten des *Mesobromion* in den entsprechenden Listen zurückführen. Die geringen Artenzahlen in den feuchten Föhrenwäldern ist auf die lokale Verarmung der Flora zurückzuführen. Die Abnahme des Artenschutzwertes mit zunehmendem Nährstoffgehalt und Beschattung bedeutet eine grosse Gefahr für diese wertvollen Wälder. Ein wirksamer Schutz kann nur mit Pflegemassnahmen, die eine Verminderung des Nährstoffangebotes als auch eine geringere Beschattung zum Ziel haben, realisiert werden.

SUMMARY

The pine forests in the region of Brugg are classified by the preservation value estimated by species whereas the ecological factors are calculated by the ecological indicator values.

The number of protected species, ecological characteristic species and species of red lists is decreasing much faster than the total amount of species with regard to increasing humidity, nutrient supply and shade. The content of the soil with bases has neither influence on the preservation value nor on the total amount of species of the pine forests investigated.

The catalogues of the canton Argovia (protected species, ecological characteristic species and red list) have relatively many species on dry, poor and light sites in comparison with the corresponding federal catalogues. The reason of this fact is the relatively high content of species of the *Mesobromion* in the respective catalogues.

The low number of species in the humid forests is explained by the relatively poor flora of humid sites in the local region. The depression of preservation value estimated by species with increasing nutrient supply and shade means a great threat for these valuable forests. An efficient protection can only be realized by the implementation of measures which reduce the nutrient supply and lower shade.

LITERATUR

- BRAUN-BLANQUET J., 1964: Pflanzensoziologie. (3. Aufl.). Springer, Wien. 865 S.
- ELLENBERG H., 1991: Zeigerwerte der Gefässpflanzen (ohne *Rubus*). Scripta Geobot. 18, 9-166.
- ELLENBERG H. und KLÖTZLI F., 1972: Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Mitt.Schweiz.Anst.Forstl.Versuchsw. 48, 388-930.
- GASSER M., 1989a: Der "mediterrane" Föhrenwald des Bözbergs. 800 Jahre Bozeberch, Beilage Badener Tagblatt 21. Juni 1989 S. 21.
- GASSER M., 1989b: Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora auf HyperCard™. Ber. Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich 55, 260-263.
- GASSER M., 1992: Naturschutzwert der Föhrenwälder in der Umgebung von Brugg. Brugger Neujahrsblätter 102, 141-161.
- HESS H.E., LANDOLT E. und HIRZEL R., 1976-80: Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete. Birkhäuser, Basel. 3 Bde. 2690 S.
- KELLER H. und HARTMANN J., 1986: Ausgestorbene, gefährdete und seltene Farn- und Blütenpflanzen im Kanton Aargau: Rote Liste Aargau. Mitt.Aarg.Naturf.Ges. 31, 189-216.
- LANDOLT E., 1978: Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veröff.Geobot.Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich 64, 208 S.
- LANDOLT E., 1991: Gefährdung der Farn- und Blütenpflanzen in der Schweiz mit gesamtschweizerischen und regionalen roten Listen. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) Bern. 185 S.
- SCHMID-HOLLINGER R., 1972: Der Föhrenwald Bürersteig. Brugger Neujahrsblätter, 82, 50-84.
- WELTEN M. und SUTTER R., 1982: Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. Birkhäuser, Basel. 2 Bde. 1414 S.
- ZOLLER H., 1954: Die Typen der *Bromus erectus*-Wiesen des Schweizer Juras. Beitr.Gebot.Landesaufn. 31, 309 S.

Kantonale und bundesrechtliche Verordnungen:

Kanton Aargau: Verordnung über den Schutz der einheimischen Pflanzen- und Tierwelt und ihrer Lebensräume, Naturschutzverordnung, vom 17. September 1990.

Schweiz: Verordnung über den Natur- und Heimatschutz, NHV, vom 16. Januar 1991.

Adresse des Autors: Dr. Max GASSER
Mülligerstrasse 5a
CH-5200 Windisch