

Umweltveränderungen als Ursache des Artenrückganges

W. Zielonkowski

Von den 2.032 bewerteten, in Bayern vorkommenden Farn- und Blütenpflanzen sind 455 in ihrem Bestand stark gefährdet oder gefährdet. Bei nicht weniger als 148 Pflanzen (7,3%) geht die Verbreitung derart stark zurück, daß diese Arten ohne aktive Schutzmaßnahmen des Menschen nicht erhalten werden können. In vielen Fällen würde die Zerstörung einiger weniger Wuchsorte bereits die Ausrottung der Art in Bayern bedeuten.

Die Vorkommen der bedrohten, in erheblichem Rückgang befindlichen Pflanzenarten liegen in drei Schwerpunktbereichen (Tabelle 1):

Tabelle 1: Verschollene und bedrohte Pflanzenarten

Pflanzenverbände	aus- gestorben	stark gefährdet	gefährdet	gesamt
Getreideacker- Gesellschaften				
Ruderal-, Schuttfluren, Lägerfluren u.a.	5	19	27	51
Trocken- und Steppenrasen	2	23	35	60
Magerrasen, Grasheiden u.a.	1	2	17	20
Felsgrusfluren	3	12	25	40
Steinschuttfluren		6	15	21
Felsspalten- Gesellschaften	1	4	12	17
Blaugras-Halden		3	14	17
Krummseggenrasen		2	4	6
Subalpine Borstgrasrasen		2	9	11
Streuwiesen		12	14	26
Zwergbinsen- Gesellschaften	3	8	18	29
Kleinseggen- Sümpfe	3	11	12	26
Teichrand- Gesellschaften	4	5	6	15
Laichkraut- und Schwimblatt- gesellschaften		4	12	16
Röhrichte	2	3	4	9
Bach-Staudenfluren		2	3	5
Nitrophile Wald- und Ufersäume	1	3	4	8
Meso- und xerophile Saumgesellschaften	1	4	10	15
Schlehengebüsche			11	11
Artenreiche Laubmischwälder	1	8	27	36
Nadelwälder und Zwergstrauchheiden	1	2	3	6
Sonstige	4	13	26	43
Gesamt	32	148	307	487

Nach KÜNNE, H.: Rote Liste bedrohter Farn- und Blütenpflanzen in Bayern, Schriftenreihe Naturschutz und Landschaftspflege. München. Heft 4, 1974

1. Acker-, Ruderal- und Schuttfluren
2. Trockenstandorten mit Trockenrasen, Magerrasen, Grasheiden, Felsgrusfluren und Borstgrasrasen
3. Feucht- und Naßstandorten mit Streuwiesen, Kalkflachmooren, Übergangs- und Hochmooren, Fluß-, Bach- und Seeufern, Teichen und Kleingewässern.

Organismen können generell als feinste Bioindikatoren für Veränderungen der Umweltbedingungen gelten und dies gilt insbesondere für stenöke Arten, deren ökologische Amplitude gering, ihre Sensibilisierung und Spezialisierung also sehr stark ist. Hierzu sind verständlicherweise die in ständigem Rückgang befindlichen Arten zu rechnen.

Die nach ökonomischen Gesichtspunkten verstellte Flächennutzungsstatistik Bayerns weist für Moore, Öd- und Unland 3,4%, für Wald, nicht mehr landwirtschaftlich genutzte Flächen und Gewässer 35,4% der Landesfläche aus. Zusammen 38,8% als meist natürliche, naturnahe und überwiegend naturnah bezeichnete Flächen (5. Raumordnungsbericht der BAY. STAATSREGIERUNG 1980).

Im Vergleich dazu liegt die Fläche der schutzwürdigen Biotoptypen nach Auswertung der Biotopkartierung Bayerns, außeralpine Naturräume, bei 4,02% der Landesfläche (Tabelle 2).

Tabelle 2: Einzelsummen der Biotoptypen nach Obergruppen absolut, relativ bezogen auf Gesamtbiotopfläche und Landesfläche Bayerns

	ha	%Biotopfläche	%Landesfläche
Wälder und Hecken	146 199	51,70	2,07
Fließgewässer	31 038	10,98	0,44
Stillgewässer	20 397	7,21	0,29
Moore	42 750	15,12	0,61
Quellgebiete	1 939	0,69	0,03
Wiesentäler	22 317	7,89	0,32
Trockenstandorte	18 130	6,41	0,26
Summe	282 770	100,00	4,02

Quelle: KAULE, G., SCHALLER, J. und SCHÖBER, H.-M.: Schutzwürdige Biotope in Bayern. Auswertung der Kartierung - Allgemeiner Teil. Hrsg. Bay. Landesamt f. Umweltschutz. München. 1979.

Aus diesem Vergleich läßt sich die auftretende Differenz nur so interpretieren, daß der Umfang von qualitativ intakten, natürlichen und naturnahen Flächen sich weit geringer als angenommen darstellt.

Vor dem Hintergrund der bisher genannten Fakten ist die Analyse der Ursachen des rapiden Artenrückganges vorzunehmen. Dabei muß betont werden, daß natürliche Veränderungen der Umweltbedingungen, wie Änderung des Klimas oder endogene genetische Veränderungen eine absolut geringfügige Rolle spielen.

Wesentlicher sind die durch den Menschen bedingten direkten Einwirkungen auf Flora und Vegetation, aber auch die indirekt wirkenden Veränderungen der Umweltbedingungen.

Nach HÄUPLER (1976) trug der Mensch seit dem Neolithikum bis Christi Geburt in einer langsamen Erhöhung, von der Römerzeit bis zum Ende des 18. Jahrhunderts zu einer starken Erhöhung der Artenzahlen bei. Von 1800 bis 1950 setzt ein Rückgang empfindlicher Arten und ab 1950 eine allgemeine starke Rückgangstendenz ein.

Die nachfolgenden Übersichten geben Aufschluß über die anthropogen bedingten Ursachen für höhere Pflanzen und die Tierwelt (aus ERZ 1979):

Tabelle 3:
Ursachen des Rückgangs höherer Pflanzen in Mitteleuropa

durch direkte Einwirkungen auf Flora und Vegetation

- Rückgang durch Sammeln und Pflücken
- Rückgang durch Bekämpfungsmaßnahmen:
Saattutreinigung, Herbizide, Reinigung von Gräben
- Rückgang durch Konkurrenz eingeführter Arten
- Rückgang durch Einführung von Pflanzenkrankheiten oder Schädlingen bzw. durch andere Veränderungen in der Fauna
- Rückgang durch Veränderung im Anbau von Kulturpflanzen oder durch Wechsel der Saatgutherkunft
- Rückgang durch mechanische Schäden infolge Erholungsaktivitäten

durch Veränderungen der Umweltbedingungen

- Änderung der Standorte
Rückgang durch Änderung des Wasserhaushaltes:
Grundwassersenkung, Dränagen, Aufgabe der Wiesenbewässerung, Verbau von Wasserläufen
- Rückgang durch Änderung der chemischen Faktoren:
Eutrophierung, Düngung, Verschmutzung des Oberflächenwassers, Verunreinigung der Luft
- Rückgang durch Änderung in der Form der Landnutzung:
Abholzen, Urbarmachung, Veränderung der Holzartenzusammensetzung, Intensivierung der Grünlandbewirtschaftung, Umwandlung feuchter Äcker in Wiesen, Aufgabe alter Formen der Landwirtschaft, Umwandlung von Heiden und Sandfeldern
- Zerstörung von Standorten
Rückgang und Verlust durch Bebauen, Zu- und Aufschütten (Siedlungen, Verkehrswege), Abtragen, Steinbrüche, Flurbereinigung, Campingplätze, Restaurieren von Mauern u.a.

Tabelle 4:
Ursachen des Rückgangs von freilebenden Tieren in Mitteleuropa

durch direkte Einwirkungen auf Populationen

- Rückgang durch Fang, Sammeln, Jagd, Fischerei usw.
- Rückgang durch Bekämpfungsmaßnahmen (direkte Giftanwendung oder Anreicherung von Giften in den Nahrungsketten, Sterilantien usw.)
- Rückgang durch akzidentelle (nicht unmittelbar zur Reduzierung von Tieren verabfolgte) toxische Substanzen
- Rückgang infolge Konkurrenz oder Predation durch eingeführte (oder andersartig synanthrop begünstigte) Arten
- Rückgang durch Haustierhaltung (Verdrängung, Verfolgung durch Hunde und Katzen, Zerstörung von Gelegeln usw.)
- Rückgang durch Einführung von Krankheiten und Parasiten
- Rückgang durch Streßwirkung infolge absichtlich (z.B. Nachstellen, Fotografieren usw.) oder unbeabsichtigt (z.B. Lärmen oder selbst nur »menschliche Nähe« oder Nähe menschlicher Einrichtungen, menschlicher Mobilität) herbeigeführte Störungen
- Rückgang durch mechanische Einwirkungen (Überfahren im Straßenverkehr, Bootsverkehr, Mähmaschinen, »Verdrahtung«)

durch Veränderungen der Umweltbedingungen

- durch Änderung von Standorten oder Standortfaktoren
Rückgang durch Änderung des Wasserhaushalts (Meliorierung, Gewässerausbau und -verbau usw.)
- Rückgang durch Änderung chemischer Faktoren (Eutrophierung, Düngung, Gewässerverunreinigung, Ölpest,

Luftverschmutzung usw.)

Rückgang durch Änderung von Relief und Bodenstrukturen (Steilhangabtragung, Bodenverdichtung, Bodenbearbeitung usw.)

Rückgang durch Änderung der Form und Intensität der Bodennutzung (Holzartenzusammensetzung, Waldbewirtschaftung, Mahd, Grünlandbearbeitung, Brache, Anlage von Fischteichen)

- durch Zerstörung von Standorten oder Teilstandorten
Rückgang durch Flächenverluste von Biotopen infolge der Bebauung, Betonierung, Anlage von Campingplätzen, Moorkultivierung, Eindeichung, Kultivierung von »Ödland« usw.
- Rückgang durch Zerstörung wichtiger Biotopstrukturen (Beseitigung von Hecken, Einzelbäumen, Holzstämmen, Steilwänden, Kiesbänken; Auffüllung von Senken, Steinbrüchen usw.)

An erster Stelle des Ursachenkataloges steht die Beseitigung (Zerstörung) von Lebensräumen, gefolgt von Entwässerungen, Nutzungsaufgabe, Auffüllungen und Überbauungen, Nutzungsänderung, Abbau und Abgrabungen, Herbizidanwendung, Gewässerausbau, Sammeln und Pflücken, Gewässereutrophierung u.a. mehr.

Die den Ursachen zuzuordnenden Verursacher ergeben ein komplexes Ursachen-Wirkungs-Gefüge, das in seiner Gesamtheit kaum darstellbar ist und in seiner Tragweite oft übersehen wird.

Anhand der Beispiele Trockenrasen, Streuwiesen und Moore soll die Komplexität des Gefüges aufgezeigt werden (s. Abb. 1).

Der Katalog der Ursachen und Verursacher erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, zeigt aber dennoch, daß der Komplex der landwirtschaftlichen Maßnahmen mit Flurbereinigung, Ackerbau, Grünlandnutzung, Sonderkulturen und Dorfsanierung eine gewichtige Rolle spielt.

Seit Beginn ackerbaulicher Nutzung, dem Seßhaftwerden bäuerlicher Wirtschaft fand durch Rodung von Waldflächen, durch intensitätsabgestufte Bewirtschaftung und durch kulturfolgende Arten eine ständige Bereicherung der Landschaft zu Biotopen und Arten statt. Die heutigen Landnutzungsmethoden führen jedoch zum umfangreichsten Artenrückgang.

Nach Erhebungen von SUKOPP (1980) ist die Landwirtschaft am Rückgang von 397 der 581 Gefäßpflanzen der »Roten Liste« der Bundesrepublik Deutschland beteiligt, das entspricht 68% der gefährdeten Arten.

Niemand sollte sich anmaßen, aufgrund solcher Daten, ein Urteil zu fällen. So komplex wie sich die Ursachen darstellen sind auch die Verursacher und letztlich, bei Berücksichtigung von Fernwirkungen, sind wir alle am beschleunigten Rückgang von Arten beteiligt.

In diesem Zusammenhang soll die ständig steigende Nachfrage nach Torfmüll im Bereich privater und öffentlicher Grünanlagen erwähnt werden. Diesem unerschütterlichen Glauben an die bodenverbessernde Wirkung des Torfmüll opfern wir jahrtausende alte Hochmoore durch großflächigen Frästorfabbau, statt Abfälle zu kompostieren und damit den Boden tatsächlich zu verbessern.

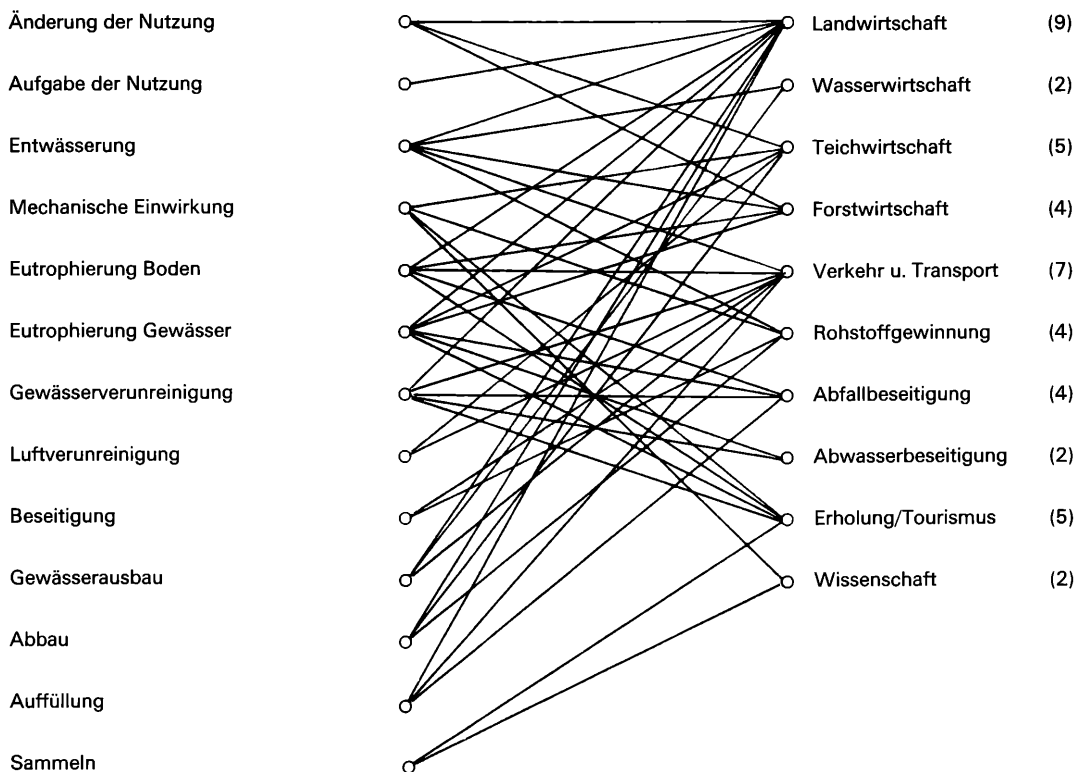
Nicht nur Eiszeitrelikten bei Pflanzen und Tieren wird damit der Lebensraum zerstört, sondern auch die im Landschaftshaushalt so bedeutende Abflußverzögerung bei Niederschlägen wird erheblich vermindert.

Ganz abgesehen, daß kompostierbare Abfälle unnötig die Kosten der kommunalen Abfallbeseitigung erhöhen.

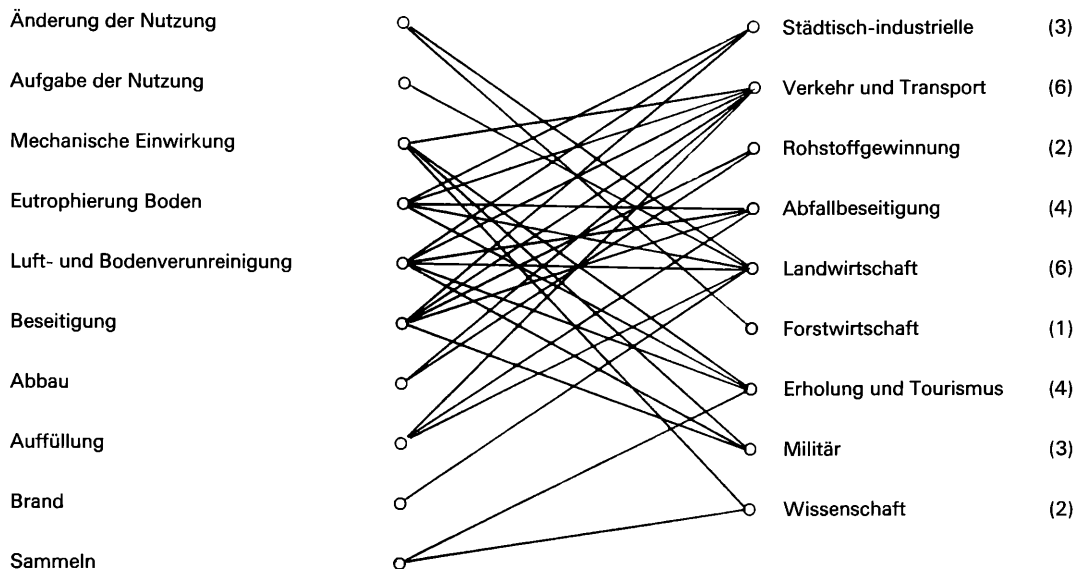
Völlig unterschätzt, weil weitgehend unbekannt, werden die Folgeerscheinungen von Straßenbaumaßnahmen, die kontinuierlich nach Abschluß des Eingriffes weiterwirken. Der

Abbildung 1:

Komplexität Ursache – Verursacher – Beziehungen, Beispiel Streuwiesen – Moore



Komplexität Ursache – Verursacher – Beziehungen, Beispiel Trockenrasen



Überörtliches Straßennetz und ländlicher Straßen- und Wegebau

Stand 1.1.1979

Region	Fläche 31.12.78 km ²	Bundesauto- bahnen km	Bundes- straßen km	Staats- straßen km	Kreis- straßen km	Überörtliche Straßen km	Ländlicher Straßen- u. Wegebau	Gesamt km	lfd. km je qkm
3 Main-Rhön	3992	57,0	450,1	854,4	1092,3	2453,8	3964	8871,6	2,222
5 Oberfranken-Ost	3713	137,6	460,7	706,8	840,7	2145,8	4682	8973,6	2,417
6 Oberpfalz-Nord	5200	44,2	539,9	1005,3	1263,4	2852,8	5942	11647,6	2,240
11 Regensburg	5186	105,6	438,4	1003,0	1291,5	2838,5	6282	11959,0	2,306
18 Südostoberbayern	5226	105,5	552,9	855,1	1107,8	2621,3	4336	9578,6	1,833

Straßenkörper stellt für viele Organismen eine abiotisch und biotisch wirkende Barriere dar, die zur Isolation von Tierpopulationen und zur Bildung von Insellagen führt.

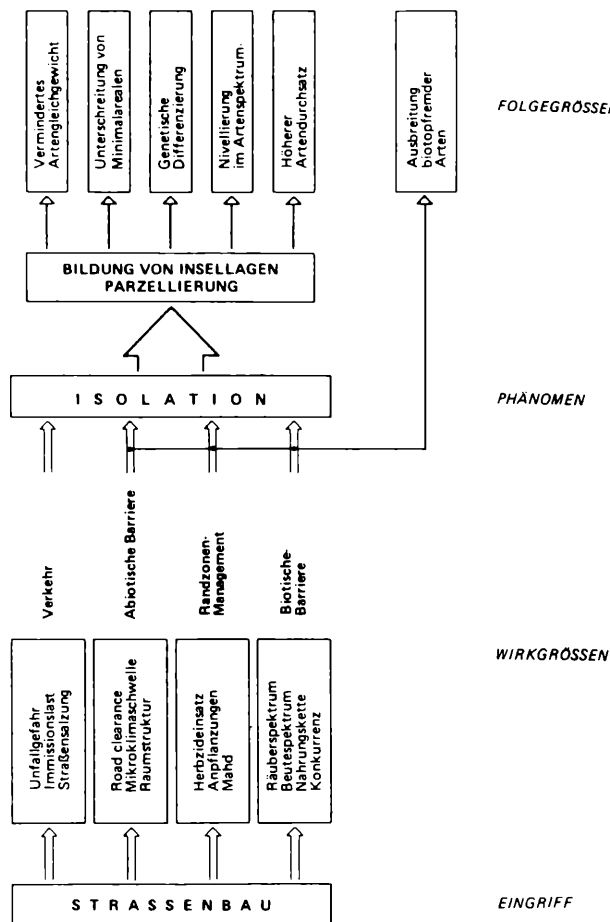


Abb. 2: Schema der Wirkgrößen, die infolge des straßenbaulichen Eingriffes zum Phänomen der Isolation von Tierpopulationen führen, und der daraus resultierenden Folgegrößen.

Die Folgen sind u.a. Unterschreitung von Minimalarealen, genetische Differenzierung, Nivellierung im Artenspektrum und Ausbreitung biotopfremder Arten. Wie weit die Verinselung unserer Landschaften durch hohe Straßen- und Wegedichten fortgeschritten ist, mögen einige Zahlen belegen.

In der Region Oberfranken - Ost trifft je km² Fläche ein Straßen- und Wegenetz von über 2,4 km, dabei sind Straßen in Siedlungen sowie staatliche und private Forstwege nicht eingerechnet.

Naturschutz, mit seinem traditionellen Aufgabengebiet des Artenschutzes, ist nur in einem Verbund von

Fachinformation

Bewußtseinsbildung und Handeln möglich (ERZ. 1979).

Möge dies ein kleiner Beitrag dazu gewesen sein.

Zusammenfassung

Von den 2.032 bewerteten, in Bayern vorkommenden Farn- und Blütenpflanzen sind 455 in ihrem Bestand stark gefährdet oder gefährdet. Bei nicht weniger als 148 Pflanzen (7,3%) geht die Verbreitung derart stark zurück, daß die Arten ohne aktive Schutzmaßnahmen des Menschen nicht erhalten werden können. In vielen Fällen würde die Zerstörung einiger weniger Wuchsorte bereits die Ausrottung der Art bedeuten.

Die Vorkommen der bedrohten Arten liegen schwerpunktmäßig in den Acker-, Ruderal- und Schuttfluren, den Trockenstandorten mit Trockenrasen, Magerrasen, Grasheiden, Felsgrusfluren und Borstgrasrasen und den Feucht-, bzw. Naßbereichen, mit Streuwiesen, Mooren, Sümpfen, Teichen und Röhrichtchen.

Bei genauer Analyse der Ursachen des Artenrückganges spielen natürliche Veränderungen der Umweltbedingungen, wie die Änderung des Klimas, eine absolut geringfügige Rolle. Vielmehr bedingt der Mensch durch direkte Einwirkungen auf Flora und Vegetation, aber auch durch Veränderung der Umweltbedingungen indirekt den seit der Jahrhundertwende zunehmend beschleunigten Artenrückgang. An vorderster Stelle des Ursachenkatalogs steht die Beseitigung (Zerstörung) von Lebensräumen, gefolgt von Entwässerungen, Nutzungsaufgabe, Auffüllung und Überbauungen, Nutzungsänderung, Abbau und Abgrabungen, Herbizidanwendung, Gewässerausbau, Sammeln, Gewässereutrophierung u.a. mehr.

Die den Ursachen zuzuordnenden Verursacher ergeben ein komplexes Ursachen-Wirkungsgefüge, das in der Tragweite oft übersehen wird. So bedingt der unerschütterliche Glaube an die bodenverbessernde Wirkung des Torfmulls eine steigende Nachfrage in der privaten und öffentlichen Grünpflege und trägt dazu bei, jahrtausende alte Hochmoore großflächig dem Frästorfabbau zu opfern.

Nicht nur Eiszeitrelikten bei Pflanzen und Tieren wird damit der Lebensraum zerstört, sondern auch die so wichtige Abflußverzögerung bei starken Niederschlägen wird im Landschaftshaushalt erheblich vermindert.

Seit den ackerbaulichen Anfängen der Menschheit in der Jungsteinzeit bis zu Beginn der Neuzeit hat die Landwirtschaft zu einer Bereicherung unserer Pflanzen- und Tierwelt beigetragen. Die heutigen Wirtschaftsmethoden führen jedoch im Bereich des landwirtschaftlichen Wirkungsbereichs von Flurbereinigung, Ackerbau, Grünlandnutzung, Sonderkulturen und Dorfsanierung zum umfangreichsten Artenrückgang.

Sehr hoch ist ebenso der Artenrückgang durch Tourismus

und Erholung sowie durch Rohstoffgewinnung, städtisch-industrielle Nutzungen, Wasserwirtschaft und Straßenbau. Insbesondere bei Straßenbaumaßnahmen ist nicht nur der Eingriff selbst, sondern verstärkt die Bildung von Insellagen bei hoher Straßendichte entscheidend, da Tier- und Pflanzenpopulationen in ständig engere Lebensräume durch die abiotische Barriere gedrängt werden.

In der Region Main-Rhön treffen auf 1 km² Fläche bereits über 2 laufende km Straßen und Wege.

Literatur

BAYER. STAATSREGIERUNG:

5. Raumordnungsbericht 1977/78. Hrsg. Bayer. Staatsmin. f. Landesentwicklung und Umweltfragen 1980.

ERZ, W.:

Naturschutz - Grundlagen, Probleme und Praxis. In: Handbuch für Planung, Gestaltung und Schutz der Umwelt. Hrsg. Buchwald/Engelhardt. 1979. München.

HÄUPLER, H.:

Die verschollenen und gefährdeten Gefäßpflanzen Niedersachsens, Ursachen ihres Rückgangs und zeitliche Fluktation der Flora. Schr.R.f. Vegetationskunde. H. 10, 1976. Bonn-Bad Godesberg.

KAULE, G., SCHALLER, J. und SCHÖBER, H.-M.:

Schutzwürdige Biotope in Bayern. Auswertung der Kartierung - Allgemeiner Teil. Hrsg. Bay. Landesamt f. Umweltschutz. 1979. München.

KÜNNE, H.:

Rote Liste bedrohter Farn- und Blütenpflanzen in Bayern. Schriftreihe Naturschutz und Landschaftspflege. München. Heft 4, 1974.

MADER, H.-J.:

Die Isolationswirkung von Verkehrsstraßen auf Tierpopulationen untersucht am Beispiel von Arthropoden und Kleinsäugern der Waldbiozönose. Schr.R.f. Landschaftspflege und Naturschutz. H. 19, 1979. Bonn-Bad Godesberg.

SCHLENKER, G.:

Organisatorische, technische und fachliche Voraussetzungen zur Erhaltung von Arten in Freiland-Museen. Tagungsbericht 4, 1979: Freiland-Museen - Chance für die Erhaltung gefährdeter Arten. Hrsg. Akademie f. Naturschutz und Landschaftspflege. Laufen.

SUKOPP, H.:

Arten- und Biotopschutz in Agrarlandschaften. Daten und Dokumente zum Umweltschutz, Nr. 30. Ökologische Probleme in Agrarlandschaften. 1980. Hohenheim.

SUKOPP, H., TRAUTMANN, W. und KORNECK, D.:

Auswertung der Roten Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen in der Bundesrepublik Deutschland für den Arten- und Biotopschutz. Schr.R.f. Vegetationskunde. H. 12, 1978. Bonn-Bad Godesberg.

Biologische Indikatoren für Umweltbelastungen

W. Pohl

In Pressemedien und Tagesgesprächen wird z.Z. mit Besorgnis über die schweren Schäden in unseren Nadelwäldern, vor allem das sogenannte Tannensterben diskutiert. Im Bayerischen Wald, Allgäu, Schwarzwald, Jura, Frankenwald, Thüringer Wald und Fichtelgebirge berichten die Forstleute, daß sich im Nadelwald die Nadeln verfärben, die Äste verkümmern und ihre Nadeln abwerfen, sich die Kronen bedrohlich lichten, dann oft Schädlinge einfallen und letztlich die Bäume sterben. Was sind die Ursachen? Sind es Standortbedingungen, klimatische Einflüsse oder Immissionen von umweltschädlichen chemischen Verbindungen, sogenannten Umweltchemikalien?

Das Bayer. Landesamt für Umweltschutz nimmt sich im Rahmen seiner Aufgaben des Problems der Umweltchemikalien und ihrer in aller Regel negativen Wirkungen auf Pflanze, Tier und Mensch, ganz allgemein auf Ökosysteme, in besonderer Weise an und untersucht sehr intensiv die dadurch hervorgerufenen Umweltbelastungen.

1. Umweltbelastungen

Schadstoffbelastungen, die im wesentlichen anthropogen bedingt sind, treten in zweierlei Hinsicht auf:

1.1 Atmosphärenbürtige Umweltbelastungen

Unter diesen versteht man ganz allgemein alle Schadstoffe, die über unseren Luftraum verbreitet werden. In diese Gruppe fallen Schadstoffe der verschiedensten chemischen Stoffklassen, z.B. die hauptsächlich aus Industrie und Hausbrand abgegebenen Schadgase SO₂ und NO_x, die von Kraftfahrzeugen emittierten Kohlenwasserstoffe und das Schwermetall Blei, aus sonstigen Verbrennungsvorgängen stammende Schadstoffe wie kanzerogene polycyclische Kohlenwasserstoffe sowie zahlreiche durch den Luftraum verbreitete Pestizide oder andere aus dem Bereich der Nahrungsmittelproduktion

stammenden Schadstoffe. Auch die von verschiedenen Industriezweigen ausgehenden spezifischen Luftverunreinigungen zählen hierzu.

Mit Niederschlägen werden solche luftverunreinigenden Schadstoffe in den Boden verfrachtet, wo sie, z.B. wegen des höheren Säuregehaltes, Veränderungen in Boden, Vegetation und Fauna bewirken können.

1.2 Sonstige Umweltbelastungen

Neben den atmosphärenbürtigen Immissionen gibt es auch Schadstoffe, bei denen die Luft nicht oder nur mittelbar als Transportmedium anzusehen ist.

Als Beispiel sei die Verfrachtung etwa von Düngemitteln und Pestiziden durch das Wasser bzw. durch Erosion genannt, die zu Gewässerbelastungen (Eutrophierung!) führen kann; auch die zur Schwarzräumung während der winterlichen Streuperiode auf die Verkehrswege ausgebrachten Auftausalze können in den Straßenrandbereichen Schäden an Vegetation und Boden verursachen.

Neben dieser Einstufung sind Umweltschadstoffe auch nach ihren Wirkungen zu beurteilen.

2. Schädwirkungen

Unterschiedliche Schadstoffe bewirken häufig recht ähnliche Schädbilder; es ist zweckmäßig, sie nach Stoffklassen zu gliedern. Neben akuten Schädigungen, wie sie z.B. durch Spitzenkonzentrationen von SO₂ und SO₃ hervorgerufen werden, können insbesondere chronische Schädigungen durch dauernde oder wiederholte längere Einwirkungen niedriger Schadstoffkonzentrationen auftreten.

2.1 Säurebildende Schadgase

Zu ihnen gehören Schwefeldioxid (SO₂), Fluorwasserstoff

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge \(LSB\)](#)

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: [9_1980](#)

Autor(en)/Author(s): Zielonkowski Wolfgang

Artikel/Article: [Umweltveränderungen als Ursache des Artenrückganges 12-16](#)