

Thesen zur Dissertation einer Kandidaturgraduierung

**ZUR SYNÖKOLOGIE REGIONALER SCHNECKENGEMEINSCHAFTEN,
TIERGEOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN IN DER UNGARISCHEN
TIEFEBENE UND IM BÜKKGEBIRGE**

K. BÁBA

Pädagogische Hochschule Gyula Juhász, H-6722 Szeged, Boldogasszony sgt. 6., Ungarn

Wissenschaftliche Aufgabenstellung

Diese Arbeit faßt 35-jährige ökologische Untersuchungen im Gebiet der Theiß-nahen Ungarischen Tiefebene und im Bükkgebirge zusammen. Die durch frühere, zumeist sporadisch und mit faunistischer Zielstellung durchgeführten synökologischen und ökologischen Untersuchungen führten zu Befunden über die Schneckenfauna und lassen nach ihrer Aufgliederung Einflüsse durch abiotische Faktoren erkennen, betonen insbesondere die Bedeutung der Flüsse bei der Arten-zusammensetzung der Vegetation, weisen auf eine Parallelität zwischen artspezifischer und struktureller Veränderung dieser Regulative hin. Hauptaufgabe ist die Kenntnis der regionalen Zusammensetzung der Schneckenfauna im Verhältnis zur Umwelt sowie eine Bewertung der natürlichen und kulturell bedingten Veränderungen.

Methoden und wissenschaftliche Zielstellung

Geschichte der Erforschung der Schneckengemeinschaften

In der Malakologie ist die Sammlung von Material Werkzeug und Methode zugleich, schließt somit Zoologie, Ökologie und Tiergeographie mit ein und es besteht ein Zusammenhang zwischen allgemeiner Entwicklung und Zielstellung. Es bestand die Notwendigkeit zur Herausbildung richtiger Methoden auch in der Malakologie. Demnach kommen eine qualitativ relative (Bodenfalle, Zeitsammlung) sowie eine quantitativ absolute (Quadraterfassung) Sammelweise als einmalige Form diesen Bedürfnissen nicht entgegen, da sie einen Vergleich der unterschiedlichen mittleren Kombinationen hinsichtlich der realen lokalen Abundanz nicht gestattet. Am brauchbarsten scheint für eine vergleichende Massencharakterisierung die 10-fache Quadraterfassung zu sein. Diese absolute Methode wurde bereits bei Untersuchungen des Artenbestandes im Pleistozän und Holozän verwendet und erweckte das Interesse in der tiergeographischen Forschung.

Eine statistische Klassifikation und systematische Auswertung der Sammlungen erfolgte in Amerika in den 70-er Jahren und in Europa in den 80-er bis 90-er Jahren. Der Verfasser verwendet für seine Analysen eine seit 1977 verwendete Klassifikation. Die in der heimischen Malakologie und Ökologie erfolgten Fortschritte in der Materialsammlung und die Grundlagen der Datenerfassung wurden bereits früher veröffentlicht.

Geschichte der Erforschung in der Ungarischen Tiefebene und im Bükkgebirge

Hier erfolgt eine Zusammenstellung der vollständigen Artenliste dieser beiden Landschaftsgebiete sowie deren Analyse. In beiden Landschaften begann die Erforschung der Landschnecken im Jahre 1868. Die Arbeiten in der Ungarischen Tiefebene erfolgten auch außerhalb der gegenwärtigen Grenzen. Die Erforschung beschränkte sich in der Anfangsperiode auf das alleinige Sammeln. Sammlungen aus und an der Theiß machte HORVÁTH. Aus tierhistorischer Sicht faßte SOÓS die Ergebnisse zusammen. Nach ökologischen Gesichtspunkten sind die Arbeiten von ROTARIDES und HORVÁTH bedeutend. ROTARIDES führte die Rauminhaltssammlung, VÁGVÖLGYI und AGÓCSI die Quadratmethode ein.

Mit der 1956 systematisch beginnenden Theiß-Forschung begann dann auch die ökologische Erforschung. In den 60-er Jahren führten Schüler von HORVÁTH diese Landschaftsuntersuchungen durch und PINTER begann mit systematischen Arbeiten. Die in diesem Gebiet gesicherte Artenzahl erhöhte sich von anfänglich 42 auf 104 Arten in den 90-er Jahren. Hierzu wurden 120 Arbeiten veröffentlicht.

Im Bükkgebirge waren bis in die 70-er Jahre mehr als 53 Sammler an der Erstellung sporadischer Sammlungen beteiligt. Das Material wurde in den Jahren 1976-77 von VARGA zusammengestellt. Unter Beteiligung von HORVÁTH begannen seit 1950 systematische hydrobiologische Untersuchungen. Bis 1977 wurden so in 58 Arbeiten 71 Arten aus diesem Gebiet vorgestellt. Systematische ökologische Arbeiten sind zwei gesonderten Programmen zu verdanken: dem seit 1973 laufenden MAB Projekt (Sikfökút) und dem seit 1980 in Kraft getretenen Programm: Mensch und Biosphäre, in dessen Rahmen bis zum Jahre 1990 komplexe malakologische Arbeiten erfolgten. Die Ergebnisse wurden in eignen Veröffentlichungen vorgestellt.

Untersuchungsmaterial, Methoden

Die Geländeuntersuchungen erfolgten seit 1958 unter Verwendung eines Quadrats mit den Maßen von $10 \times 25 \times 25$ cm in bestimmten Vegetationseinheiten. Die untersuchten Waldgebiete bestanden in der Mehrzahl aus intensiv genutzten Wäldern, daneben aber auch aus zwei- bis dreijährigen Pflanzungen. Zusätzlich zur Feldarbeit wurden Daten zum Biotop und zur Boden-zusammensetzung (Ergebnisse von Bodenproben aus Fachlaboratorien) einbezogen. In der Ungarischen Tiefebene wurden 17 Pflanzengesellschaften in 273 Wäldern und Graslandschaften, im Bükkgebirge 36 Pflanzengesellschaften in 175 Wäldern, Graslandschaften und Strauchregionen untersucht. Zusätzlich erfolgten mehrjährige Untersuchungen über Fluktuationen und saisonale Änderungen in Auwald- und Sumpfwald. Mehrjähriges Material stammt aus Boden-

fallen aus dem Gebiet um Sikfökút (13 Jahre), aus Rejtek und dankenswerterweise durch LOKSA aus Bockerek. Aus dem Gebiet der Donau, der Theiß sowie deren Nebenflüssen wurden 24 Sedimentssammlungen analysiert. Die Gesamtzahl untersuchter Individuen beträgt 86000.

Alle analytischen und klassifikatorischen Bestimmungen wurden an diesem Gesamtmaterial durchgeführt. Für assoziative Analysen wurden die Bodenvegetation und für Schnecken die mittlere Streuungsoberfläche mit Temperatur- und Feuchtigkeitsdaten verglichen. Die Determination der Pflanzengesellschaften, die Analyse der Sukzessionsreihen, die Herausbildung der Graphen der artspezifischen Matrix erfolgte mittels Clusteranalyse. Abiotische Variablen und Spezies-Korrelationen in der Aufeinanderfolge innerhalb der Faunengebiete erfolgten mittels Hauptkomponenten-Analyse. Diese Untersuchungen erfolgten auf der Grundlage der Arbeiten von PODANI mit Hilfe des von ihm entwickelten Programmpakets. Die Arten- und Biotop-Analyse erfolgte mit Hilfe der Clusteranalyse, womit die ökologischen Artgruppierungen getrennt werden können. Regressionsanalysen erfolgten zwischen Faunenkreis und Klima-situation, Rangkorrelationen wurden zur Analyse der Geschiebefauna durchgeführt, der χ^2 -Test fand Verwendung bei der Trennung der Faunenkreise.

Neben den ökologischen Artgruppen, erfolgte eine Biotopeinteilung und Biotop-Typisierung, in die neben Ernährungstyp-Einteilungen auch Untersuchungen über saisonale und fluktuative Faktoren mit einbezogen wurden. Die Zusammensetzung von Pflanzen-gesellschaften und der Einfluß auf die Schneckengemeinschafts-Sequenzen werden diskutiert. Zwei Wald-Sukzessionsserien aus der Ungarischen Tiefebene wurden nach dem Graphen-Verfahren mittels Pascal-Algorithmus rechentechnisch ausgewertet. Die Spitzen-Stabilisation wurde nach GALLOPIN errechnet. Bezüglich der Schneckenvermehrung sowie über den Laubabbau wurden Wachstums- und Nahrungs-verbrauchs-Untersuchungen durchgeführt.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Tiergeographische Neugliederung

Mittels arealanalytischer Verfahren gelang es, 139 in Ungarn nicht synanthrop vorkommende Landschneckenarten nachzuweisen. Weiterhin gelang es mit diesem Verfahren, 23 Faunenkreise 10 Verbreitungsräumen zuzuordnen. Im Unterschied zu anderen auf dem Festland lebenden Tiergruppen gehören zur Landschneckenfauna auch fossile Vorfahren. Zieht man die Entstehungsgeschichte des Karpatenbeckens in die Überlegungen mit ein, läßt sich ein eigenes dynamisches paleoklimatisches Verhalten in den einzelnen Faunenkreisen erkennen. Diese Faunenkreise sind an glaziale, interglaziale bzw. interstatale Abschnitte trockener bzw. feuchter Perioden sowie an preboreale und boreale Zeitabschnitte des Atlantiks gekoppelt. Boreo-montane Disjunktionstypen spielen als Arten in den Schneckengemeinschaften nur eine akzessori-

sche Rolle. Im europäischen Pliozän vorkommende Arten dominieren auch gegenwärtig in unseren Flußniederungen.

Im Monat Juli wird auf Grund des bestehenden Feuchtigkeitsminimums, über eine Zeitdauer von 14 Stunden ermittelt, ein Mittelwert entsprechend geographischer Landschaftseinheiten ausgewiesen und je nach Art ein Wert mit zugehöriger Abweichung als Korrelation errechnet; ein negativer Korrelationskoeffizient ist mit kontinentalen, ein positiver Wert mit subatlantischen Faunenelementen auf einem Irrtumsniveau von $p = 0.1$ bis 5% verbunden. Die rezenten Klimazeichen der Faunenkreise machen auf der Grundlage aktueller Kriterien wahrscheinlich, daß sie als Refugien dienen können, mittels derer man auf frühere Klimaverläufe schließen kann. In Einklang mit den Grenzen gegenwärtiger Verbreitungstypen gibt es solche Klimatypen, die ein kühles-mildes und verbreitetes mittleres, trocknes Kontinentalklima bevorzugen und sie gestatten eine Trennung von jenen Typen, die ein warmes-kontinentales subatlantisches Klima bevorzugen; so gestatten diese Arten eine Differenzierung der zu trennenden Faunenkreise. Auf der Grundlage gemeinsamer Verbreitungsmodi der Pflanzen wird die Nützlichkeit des areal-analytischen Verfahrens hervorgehoben. In der ungarischen Schneckenfauna spielen vor allem ponto-mediterrane, sibirisch-asiatische, mitteleuropäisch-montane und holometiterrane Faunenkreise eine größere Rolle.

Faunistische Ergebnisse

In der Ungarischen Tiefebene kommen 104 Arten vor. Der größte Teil von ihnen sind Bewohner der Waldgesellschaften und der Flußtäler. Im Bükkgebirge leben 100 verschiedene Arten. Eine faunistische Seltenheit ist eine für Wiesen typische Art die Feuchtigkeit, Schluchten- und Bergwälder bevorzugt und die klimazonalen Waldgesellschaften zugeordnet werden kann.

Die Verteilung der die Arten beeinflussender Faktoren

Neben der Artenaufteilung spielen in den naturgeographischen Einheiten historische sowie klimatische, bodenkundliche und fluviatile Ursachen eine Rolle. Unter den klimatischen Faktoren wurde der Einfluß von mikro-, meso- und makroklimatischen Auswirkungen untersucht. Dabei wurden zur Beurteilung des Faunenbestandes faunistische, ökologische und tiergeographische Verfahren herangezogen.

Im Bükkgebirge lassen sich auf Grund intrazonaler und zonaler Vegetationsgesellschaften die Schneckenarten in 2 Gruppen einteilen: die der Wärmeperioden (Pr, B) und die mit atlantischem Ursprung. Beide Kurven verlaufen zueinander komplementär. Die komplementäre Ausbildung verdeutlicht im Falle des Bükkgebirges die Faunengeschichte und die zonale Waldzugehörigkeit, zwischen beiden Artengruppen gehören die preborealen-borealen Arten zu 4 ökologischen (xeromesophilen) Artengruppen, die atlantischen Arten verkörpern die 1-2 (hygrophilen, mesohygrophilen) ökologischen Artgruppen.

Im Bükkgebirge sind auf Grund der Klusterverteilung die zonalen und intrazonalen Schneckenbestände an die planare Eichenzone und an die collin-montanen intrazonalen Gesellschaften gekoppelt. Hierbei spielt die Inklination submediterranen Klimas eine

Rolle. In den Zerreichenwäldern des Bükkgebirges ändert sich die Individuenzahl und die Abundanz periodisch und die Nieder-schlagsmengen lassen deutlich einen 4 - 5 jährigen Rhythmus erkennen. Eine Senkung der Abundanz ist mit einer zunehmenden Zahl schneckenfressender Räuber korreliert.

In der Ungarischen Tiefebene sind auf Grund der Entstehungsgeschichte kontinentale Faunenkreise erstrangig. Vor der Entwässerung waren sibirisch-asiatische, aus preborealen-borealen Faunenkreisen stammende Faunenelemente aus Sand- und Lößwiesen kaspischen und turkestanischen Ursprungs typisch. Daneben spielt ein Faunentransport durch die Flüsse eine Rolle, wobei das gegenwärtige Klima und hydrologische Parameter die rezente Einwanderung limitieren. Der Faunentransport durch Flüsse wird durch 48 begrenzende Artaufgliederungen im Überschwemmungsgebiet der Flüsse belegt.

Neben den Flüssen spielen für die Artenverteilung die mittlere Transportkapazität der Ströme eine Rolle. Von 48 Arten gelangen 24,9 % durch eine Waldvermittlung in die Ungarische Tiefebene. Die aus dem Donau-Theiß-Staugebiet stammenden Faunenkreise belegen einen solchen Faunentransport (alpin-karpato, boreo-alpin, bzw. karpatisch und karpatisch-sudetisch). Dies wird sowohl durch neuzeitliche aber auch durch die Rangfolge fossiler Elemente der Flußgeschiebe belegt. Die individuellen Flußgeschiebe und initialen Gesellschaften der Uferregionen sind in ihrer Rangfolge mit jenen der Theiß vergleichbar.

Auf Grund von Untersuchungen zum Mikroklima wird eine gelegentliche und ständige Ansiedlung im Uferbereich vom Neigungswinkel, der West-Ost-Lage, dem dadurch beeinflussten Feuchtigkeitsgehalt, dem Verdunstungsgrad, der Ufererosion sowie Anlagerungs- und Ausschwemmungserscheinungen beeinträchtigt. Einbürgerungsvorgänge werden durch das feuchte Klima im oberen Theißbereich begünstigt. Während der Überschwemmungen ziehen sich die Schnecken in den Boden oder in den Luftraum zwischen den Wurzeln des Uferbereichs zurück. Zwei Wochen nach dem Hochwasser werden die ursprünglichen Verteilungen wieder hergestellt. Laut saisonaler Untersuchungen außerhalb des Inundationsraumes der Gras- und Waldbiotope ist die Bodenfeuchtigkeit einer der begrenzenden Faktoren. Unter den einzelnen naturgeographischen Landschaftseinheiten entstehen in der Verteilung der Arten wegen Unterschieden hinsichtlich des Wärmehaushalts genetisch determinierte bodenständige Typen, was bereits aus Arbeiten von HORVÁTH für das Pleistozän der Ungarischen Tiefebene geschlußfolgert werden kann.

Auf Grund gegenwärtiger Daten dieser Klimakreise lassen sich Befunde über Schnecken mit den Daten der Klimagebiete mit Hilfe der χ^2 -Probe untersuchen, wobei einerseits ein trocken-warmer (A1-2; Crisicum, Prematricum), ein moderat-warmer (B4, A4, B1) Klimabereich (Colecense, Titelicum, Samicum, Nyirseense) zu erkennen ist und eine Verteilung der Schnecken den Klimazonen entsprechend vorgefunden wird. Trocken-warmes Klima erweist sich dabei für eine Expansion als der begrenzende Faktor. Das andere vorkommende Ordnungsprinzip der naturgeographischen Landschaftseinheiten ist die geographische Faunenkreisordnung. Ein Ergebnis dieser

Zuordnung zu den tiergeographischen Faunenkreisen ist, daß sich auf Grund der aus den Karpaten kommenden Flüsse die Landschaftseinheiten der Ungarischen Tiefebene von denen der Donau und der Drauebene unterscheiden. Laboratoriumsuntersuchungen bezüglich des Nahrungsbedarfs von Schnecken aus dem Bükkgebirge und der Ungarischen Tiefebene machen wahrscheinlich, daß in trockenem Klima der Substanzabbau niedriger (5 %) und in feuchtem Klima höher (40 %) ist.

Zusammenhang zwischen den Arten und abiotischen Faktoren

Für beide Landschaftseinheiten wurden die Einflüsse abiotischer Faktoren auf die Arten untersucht. Mit Hilfe der Methode von FEOLI und ORLÓCZI wurden die ökologischen Artgruppen je nach Individuenzahl der Einzelart assoziiert und mit abiotischen Faktoren korreliert. Im Bükkgebirge waren es hygro-mesohygrofile Arten (1-2 Artengruppen) die mit der Meereshöhe (Temperatur, Feuchtigkeit) und der Flußwasserdichte, von den mesoxerophilen Arten (4 Artengruppen) jene, die mit dem Neigungswinkel, den Arten der Uferzone (3 Artengruppen) jene, die mit den Werten der Quellgewässer korrelieren.

Die an offenes Gelände gebundenen Arten in der Ungarischen Tiefebene (D) korrelieren mit dem pH-Wert, der Uferzone, die der Sumpfwälder (E, B) mit hydrologischen Werten, mit der Feuchtigkeit, die der C-Gruppe mit dem Klima und dem Alter des Waldes, die schattenliebenden der A-Gruppe mit dem Kronenschluß und dem Klima, und es gibt eine Korrelation zu hydrologischen Graden. Es gibt 5 ökologische Artengruppen (D, E, B, C, A). Die der offenen (D) Landschaft, die der Uferzone (E, B), die des Waldes (A, C), eingeteilt nach ihrer Häufigkeit. Die häufigsten Arten korrelieren miteinander.

Regionale Zusammenhänge.

Die Zusammenhänge zwischen der Schneckenfauna aus klimazonalen Eichenwäldern von 36 Sammelplätzen wurden anhand einer nach Faunenkreisen geordneten Artenliste untersucht. Entsprechend einer Cluster- und Hauptkomponenten-Analyse werden die Arten aus den europäischen Eichenwäldern 3 Untergruppen zugeordnet: der westlich-paleoarktisch-mediterranen Landschaft, dem atlantischen Faunenkreis (Südschweden, Herzyn-Gebiet, den Mittelgebirgen, den Berner Alpen) sowie den Nordkarpaten und dem Bükkgebirge, das auch das mittlere Donau-Faunengebiet mit einschließt. Die hier vorkommenden Faunenkreise dominieren in diesen Arealen mit mehr oder weniger hohen Zahlen in Abhängigkeit vom Verbreitungszentrum und der durchschnittlichen Entfernung zum Mittelpunkt.

Schneckengemeinschaften beeinflussende Faktoren.

Entsprechend der Pflanzenzöologischen Literatur des Bükkgebirges und der Ungarischen Tiefebene wurden die zugehörigen Sukzessionsserien untersucht: im Bükkgebirge die Uferpartien, Kalkwiesen und vulkanischen Wiesengesellschaften bis hin zum Buschwald, zonale und intrazonale Waldgesellschaften dieser Klimazone. In der Ungarischen Tiefebene waren es die Sukzessionsreihen der sandig-organogenen und mineralogenen Serien.

Die Sukzessionsstadien der Schneckengemeinschaften stimmen laut Kluster- und Hauptkomponenten-Analyse mit den in der Literatur beschriebenen Pflanzen-zönologien überein. Dabei decken sich die Mittelwerte der Sukzessionsreihen mit dem Temperatur-Niederschlags-Index und mit der mittleren Streuung des Wachstumsortes, und die Folgen von Drainage und Waldbaumaßnahmen werden sichtbar. Die Schneckenpopulationen der Ungarischen Tiefebene und des Bükk-gebirges werden auf der Grundlage der Ergebnisse von speziellen Bodenuntersuchungen einem mittleren Gradienten der Feuchtigkeitsdurchschnitte am Wachstumsplatz zugeordnet. Hierbei spielen die unmittelbare Bodenfeuchtigkeit und im Bükkgebirge der Bodensatz eine Rolle.

Strukturelle Charakteristika der Schneckengemeinschaften

Die untersuchten Schneckengemeinschaften des Bükkgebirges und der Ungarischen Tiefebene weisen in den Sukzessionsreihen Schneckengemeinschafts-Charakteristika auf (eine mittlere Konstanz-Subkonstanz akzessorischer Arten, A/m^2 , und H' Meßwertverteilungen und eine Verhältnisverteilung der Artengruppen), deren Charakteristika eine wachsende Tendenz aufweisen. Mit Ausnahme der unter menschlichem Einfluß stehenden (Tourismus, Waldwirtschaft) Grasland- und Waldkulturen, treten eine Verringerung der Diversitas und Abbundanz auf und die akzessorischen Elemente nehmen zu. Gleiche Erfahrungen liegen für die in der Ungarischen Tiefebene gelegenen Waldpflanzungen vor. Die strukturellen Charakteristiken lassen sich so für eine Indikation von Kultureinflüssen heranziehen. Anzeichen für die unter Siedlungs- und Waldbewirtschaftung stehenden Bereiche sind Verringerung der Artenzahl sowie eine Abnahme früher Sukzessionsreihen. Die einzelnen Artengruppen verändern sich in ihrer Aufeinanderfolge sowie auch innerhalb der Sukzessionsreihen beträchtlich.

Auf Kalkstein und vulkanischem Untergrund erfolgt im Verlauf der Bewaldung Strauchwald-typischer Areale mit Steppenelementen ein prozentuales Anwachsen der Strauchwaldbewohner, für Sukezessionsreihen der Uferbereiche und zonalen Wälder ist eine Zunahme der Waldbewohner typisch. Unter den einzelnen ökologischen Artengruppen sind für Kalk- und Vulkangestein xeromesophile Arten, für die Uferzonen und zonalen Wälder die 1-3 Feuchtigkeitsgrade liebenden Arten sowie xeromesophile Vertreter mit komplementären Anteilen typisch. Kultureinfluß begünstigt das Zunehmen ubiquitärer Artengruppen.

In der Ungarischen Tiefebene nehmen in den Sukzessionsreihen parallel mit zunehmender Trockenheit oder Feuchtigkeit die Artenzahl zu, die Diversität und die Zahl der häufig vorkommender Arten steigt an. Unter den einzelnen ökologischen Artengruppen sind es in der sandigen Sukzessionsreihe (D) vor allem Arten der offenen Landschaft, in organogenen Sukzessionsreihen E, B, C (Uferregion, Sumpfbewohner, lichtliebende subhygrophile) Arten, in mineralogenen Sukzessionsreihen (E, C), die eine dominante Konstanz aufweisen. Im räumlichen Verlauf der Sukzessionsreihen verändern sich die Artengruppen in komplementärer Weise. Bei Sandbodenreihen sind dies die A, C -Artengruppen und die untergeordnete D-Gruppe (Schatten- oder Lichtliebend, mit Feuchtigkeitsansprüchen), bei den organogenen Sukzessionsreihen die E

und D-Gruppen, bei den mineralogenen Reihen die A- und C-Gruppen, die eine komplementäre Veränderungstendenz erkennen lassen.

Vergleichbare komplementäre Veränderungen zeigen sich auch je nach Biotop- und Ernährungstyp. Bei der Sandreihe sind die Steppenbewohner (S-) und die Bewohner der Strauchregion (BE-Gruppen) komplementär, anderenorts sind es omnivore (O) und herbivore Arten (H-), die im komplementären Verhältnis stehen. Bei den organogenen Sukzessionsreihen sind es die VP-Gruppe (Uferregionen), sowie die BE-, O- und die H-S-Artengruppen (omnivor, herbivor, saprophag), bei den mineralogenen Sukzessionsreihen sind die VP-, BE- und E-Gruppen (Waldbewohner) für die eine Zunahme der O- bzw. eine Verringerung der H-Gruppen typisch ist.

Waldwirtschaft und Siedlungseinflüsse, Weidewirtschaft und Mähvorgänge beeinflussen die Dominanz der Sukzessionsreihen. Bei Sandreihen sind es vor allem die D- und S-Gruppen, im Siedlungsbereich die herbivoren Arten. Heu- und Weidewirtschaft in den Graslandkulturen begünstigen die Ausbreitung saprophager Arten. Bei den organogenen Reihen dominieren im Siedlungsbereich vor allem Steppenbewohner und omniphore Arten. Bei mineralogenen Reihen herrschen im Siedlungsbereich vor allem die Steppenbewohner (S) und die Typen mit omnivorer Ernährungsweise vor.

Auswertung der Sukzessionen mittels Graphen

Die Sukzessionsstadien der Sand- und Mineralreihen werden mittels graphischer Auswertung (Pascal-Algorithmus) beurteilt. Die einzelnen Wiesen- und Waldgesellschaften liegen auf Graphenniveau, die Subassoziationen sind in Spitzenwerten sichtbar. Der Algorithmus wählt auf dem Niveau von 5 % die charakteristischen Wege aus und es erfolgt eine Analyse der Strukturelemente.

Die Sukzessionswege sind kürzer und verlaufen mit 2-5 Spitzenwerten. Dabei ist eine Wachstumstendenz charakteristisch, der Verlauf ist nicht linear, sondern verzweigt in Richtung Feuchtigkeit oder Trockenheit. Ein Teil der Charakterarten verbleibt in der Sukzessionsreihe ständig im oberen Bereich. Dem Graphenniveau folgend wächst die Stabilität. Im Verlauf der Sukzessionsreihen der Schnecken-gemeinschaften scheint sich das Sukzessions-Toleranz-Modell zu bestätigen. Ähnliche Befunde ergaben sich auch beim Austausch der Charakterarten in Skandinavien bei der Besiedlung einer Insel.

Tiergeographische Aufteilung zwischen den Sukzessionsreihen

Für die Ungarische Tiefebene sind für die drei Sukzessionsreihen die Faunenkreisaufteilung und die Veränderungen in den Sukzessionsreihen als vergleichbare ökologische Charakteristika typisch. Kennzeichnend für die Faunenkreise sind dominant charakteristische Elemente. Für den Bereich der mineralogenen Reihen sind es 18 Faunenkreise, den anderen zwei Sukzessionsreihen stehen 12-12 Faunenkreise gegenüber. In extrazonalen Sandreihen dominieren kontinentale ponto-pannonische und sibirisch-asiatische Faunenkreise und diese sind dominant und komplementär zu holo- und ponto-mediterranen Faunenkreisen. Anthropogene Einwirkungen gehen zu Lasten kontinentaler Elemente wobei der Anteil holo-mediterraner Arten zunimmt.

Für organogene Reihen sind kontinentale Faunenkreise (ostsibirische, holarktische) typisch. Mit der Kronenschließung von *Fagion illyricum* stellt sich ein wichtiges Element ein. In Siedlungsgebieten nimmt der Anteil des holarktischen Faunenkreises zu. Bei mineralogenen Sukzessionsreihen ist die Zusammensetzung des Faunenkreises infolge der Wirkung des Flußfaunatransports reicher. Typische Faunenkreise sind der ostsibirische, der holarktische, der ponto-adriatisch-holo-mediterrane und der karpato-sudetische Teil. In Siedlungsgebieten nimmt infolge holarktischer Elemente eine Kontinentalisierung zu. Die einzelnen Sukzessionsreihen spiegeln in ihren Faunenkreisen ihre Geschichte wider. In den preboralen-borale Sandgebieten weisen kontinentale, ponto-kaspische, turkestanische, ponto-pannonische Elemente auf ihre Herkunft aus preboralen-borale Faunenkreisen der Steppe hin. In den mineralogenen Reihen weisen zum großen Teil subatlantische Elemente auf die Herkunft vom Atlantik hin. Die Existenz dieser Faunenkreise, bzw. ihr Fehlen in den Sukzessionsreihen, sowie Unterschiede zwischen den Landschaften (bodenkundliche, orographische, hydrologische, waldmäßige, klimatische, faunen-geschichtliche) erweisen sich als brauchbare Indizien, um natürliche und anthropogene Faktoren zu differenzieren.

Möglichkeiten des Nachweises menschlicher Einwirkung

Das Vorhandensein einer Empfindlichkeit gegenüber den vielfältigen abiotischen Faktoren der Umwelt zeigt sich auch in den einzelnen Biotopen wobei das Material, das aus absoluten Sammelmethode stammt, und insbesondere die gebietsmäßige Zusammensetzung der wenig beweglichen Bodenschnecken, als Index für Veränderungen aus deren begrenzten Lebensraum dienen kann. Die Erfassung von Umweltfaktoren erfolgte auf vielfältige Weise. So ist das Verschwinden der wenig toleranten Arten in der Ungarischen Tiefebene und im Bükkgebirge eine Begleiterscheinung anthropogenen Einflusses. Die Artspezifität der Wachstumskurve einzelner Arten sowie deren phenotypischen Veränderungen (Bänderung, Farbe) spiegeln Einflüsse auf den Feuchtigkeitzustand des Biotops wider.

Die Aufteilung der Populationen (Untersuchung von 100 Quadraten in den Abmessungen von je 10×10 Einheiten) wurde in den meisten Biotopen saisonal, im Frühjahr und Herbst inequal-kumulativ, mit Pausen in der Sommerzeit inselmäßig in nicht entwässerten Lebensbereichen durchgeführt. Drainage, Kronenschluß, Lichtverhältnisse und Bodenfeuchtigkeitsänderungen beeinflussen die Verteilung mit inselmäßiger Verringerung der Diversität. Die Mittelwerte für lebende und tote Individuen ergaben sich auf der Basis einer 50 % igen Abweichung, wobei die Wirkung von Luftverunreinigungen im Straßengrabenbereich im Engpaßtal von Szádelő aufgezeigt werden konnte bzw. über Windeinwirkungen in den einzelnen Waldtypen der Spitzenlagen des Bükkgebirges, Ost-, Ost-West-, und Westwind. Bekannte anthropogene (Drainage, Schutzwald, Auslichtung, Waldwirtschaft) und natürliche Einflüsse (Hochwasser, *Lymantria* Gradation) auf die Fluktuation zeigen sich bei saisonalen Untersuchungen in drei der derzeit geschützten Gebiete. Auf Grund der seit mittlerweile

ca. 15 Jahren erfolgenden Probesammlungen läßt sich feststellen, daß fortschreitende Drainagemaßnahmen Ursache für die Artenzunahme biotopfremder Individuen in bestimmten Arealen sind. Die Auswirkungen der sowohl in feuchtem als auch in trockenem Klima vorgenommenen Waldbaumaßnahmen (der Ortschaften Bagiszeg und Landor) führen in trockenem Klima zu einer Eutrophisierung des Bodens (z. B. in Landor). Tourismus und Heuwirtschaft verursachen bei Bergwiesen einer Verringerung und Homogenisierung der Arten. In der Ungarischen Tiefebene verursacht Heuwirtschaft eine Vermehrung saprophager Arten und führt zur Eutrophisierung. Sukzessionsreihen der verschiedenen Altersgruppen waldbevorzugender und der zum Wald gehörenden Arten und die Diversität nehmen ab. Die Auswirkung der Beweidung und des Anbaus mit starkwachsenden Pflanzen besonderer Arten führt im Vergleich zu Kontrollflächen zu Subassoziationen wie sie sonst nur auf Sandbodenweiden und in Auwäldern anzutreffen sind, wobei sich eine Abnahme der Charakterarten von ca. 25-88 % bemerkbar macht, die Artenzahl, die Individuenzahl, der A/m^2 -Wert, die Diversität, die Zahl der Jugendstadien und des Feuchtigkeitsgehaltes des Bodens gegenüber der Vergleichsflächen ist verringert.

Schlußfolgerungen für den Naturschutz

Um die anthropogenen Einflüsse im Bükkgebirge und in der Ungarischen Tiefebene zu verhindern, die sich sowohl im Bükkgebirge als auch in der Ungarischen Tiefebene hier bisher gezeigt haben, sind Veränderungen in der Behandlung der Naturschutzgebiete notwendig. In der Ungarischen Tiefebene ist dabei die vorrangige Frage, wie eine Korrektur des Wasserabflusses zu erfolgen hat. Bei Wiesenflächen der Bergregion und in der Ungarischen Tiefebene sind während der Vermehrungszeit der Schnecken im Frühjahr, im Interesse der Feuchtigkeits- und Schattenliebenden Bodenfauna, Mähprozesse zu verringern bzw. ganz zu unterlassen. Die intensive Waldwirtschaft in Naturschutzgebieten ist zu beenden. Die Gesundungsprozesse im Wald sind unter Aufsicht der Naturschutzbehörden durchzuführen. Die altherwürdigen Baumbestände an den Bachläufen der Gebirge, die stationären und zonalen Waldgesellschaften in Gebieten mit sehr dünner Bodendecke bedürfen des besonderen Schutzes, die zugehörige Fauna muß der Wiederbesiedlung der Stammgebiete dienen. Muffelwild hat aus den intrazonalen Felswäldern und aus den Nationalparks zu verschwinden.