Höhlen als Lebensräume in Hessen

Erfassung, Bewertung und Schutz subterraner Ökosysteme

Von Martin Reiss, Gerhard Stein und Stefan Zaenker

Zusammenfassung

Höhlen sind einzigartige, besonders schutzwürdige Lebensräume für hochspezialisierte Tiere, die sich an die relativ konstanten, ohne Jahresschwankungen gekennzeichneten Umweltbedingungen, wie absolute Finsternis, hohe Luftfeuchte und niedrige Lufttemperatur, angepasst haben. Die unterschiedlichen Höhlen- bzw. Lichtregionen subterraner Lebensräume werden von verschiedenen Arten besiedelt, wobei in Hessen nach dem jetzigen Kenntnisstand vier grundsätzliche ökologische Klassifikationen der Fauna vorgenommen werden können: (1) ausschließlich in Höhlen lebende, eutroglobionte Tiere, (2) eutroglophile Tiere, die dauerhaft mehrere Generationen in Höhlen leben, (3) subtroglophile Tiere, die Höhlen gezielt zur Paarung oder zur Ruhephase (Winter- oder Sommerquartier) aufsuchen, sowie (4) Tiere als zufällige Gäste in Höhlen, die als eutrogloxen bezeichnet werden. Ein mittlerweile recht umfangreicher Erfassungsstand zur Kenntnis vorkommender Höhlen und deren Höhlenfauna in Hessen liefern die beiden Kataster des Landesverbands für Höhlen- und Karstforschung Hessen e.V. Das Katastergebiet beinhaltet neben dem gesamten Bundesland Hessen auch angrenzende Kartenblätter in den benachbarten Bundesländern.

Im Höhlenkataster sind bislang 481 Höhlen dokumentiert, von denen 378 biospeläologisch erfasst sind. Von insgesamt 2 707 erfassten Taxa sind 1 008 Taxa in Höhlen nachgewiesen. Besonders häufige Artenvorkommen zeigen sich bei eutroglophilen Tieren. Daneben sind subtroglophile Arten wie Fledermäuse ebenfalls häufig in Höhlen zu finden. Da es sich hier um FFH-Arten handelt, wird die Bedeutung von Höhlen als besonders schutzwürdige Biotope unterstrichen. Der aktuelle Schutzstatus von Naturhöhlen in Hessen, vor allem außerhalb von deklarierten FFH-Gebieten, ist allerdings defizitär, denn Höhlen besitzen hier keinen besonderen Schutzstatus. Angesichts der Biodiversität in den subterranen Ökosystemen ist umfangreicher Handlungsbedarf zu erkennen.

Summary

Caves as Habitats in Hesse – Mapping, evaluation and protection of subterranean ecosystems
Caves are unique habitats for highly specialised animals, and they require particular protection. The environmental conditions, such as absolute darkness, high humidity and low air temperature, are comparatively stable and do not vary in the course of the year. The different cave regions or light regions of subterranean ecosystems are colonised by different kinds of species. The paper provides an ecological classification of subterranean fauna in Hesse, distinguishing four basic ecological classes: 1) eutroglobiont species are strongly bound to hypogean habitats like caves, 2) eutroglophile species are essentially epigean animals able to maintain a permanent subterranean population, 3) subtroglophile species temporarily inhabit a cave but are associated with epigean habitats and selectively visit subterranean ecosystems seasonally, 4) eurogloxene species only occurring sporadically or accidentally in a hypogean habitat. The State Federation of Cave and Karst Research in Hesse keeps two registers – the Cave Register and the Biospeleological Register of Hesse. The register area number 4 "Hesse" also includes some ordinance maps from other German federal states.

Currently, 481 caves have been registered and 378 caves have been reviewed biospeleologically. In Hesse alone there are 352 known caves. The biospeleological register altogether describes 2.707 taxa, with 1.008 taxa found in caves. Most of the species are eutroglophile animals strongly bond to subterranean habitats. Subtroglophile species such as bats are also often found in caves in Hesse. Bats are specially protected animals according to the EU-wide NATURA 2000 network established under the 1992 Habitats Directive. Outside such protected areas the conservation status of caves in Hesse is not sufficient yet, since caves have no particular protection status. In view of the biodiversity of the subterranean ecosystems there is comprehensive need for action.

1 Einleitung

Die Biospeläologie ist eine Teildisziplin der Höhlenforschung (Speläologie), die sich mit den Lebewesen und dem Lebensraum unterirdischer Ökosysteme beschäftigt (Trimmel 1965). Fragen zum Vorkommen und zur Verbreitung solcher Organismen sowie die Kennzeichnung der Lebensbedingungen sind Forschungsgegenstand der Höhlenbiologie.

Als subterrane Ökosysteme kann man alle unter der Erdoberfläche befindlichen Lebensräume und deren Lebensgemeinschaften ansehen, die ein weitestgehend ganzheitliches Wirkungsgefüge zueinander aufweisen, d.h. eine Biogeozönose darstellen. Eine allgemeingültige Definition hat sich in der Ökosystemforschung noch nicht durchgesetzt, zeigt aber lediglich, wie wenig sich die Disziplin mit diesen Lebensräumen auseinandergesetzt hat. Die Erklärung zur „Biodiversität in subterranen Ökosystemen" (Weber & Zaenker 2008) des Verbandes der deutschen Höhlen- und Karstforscher e.V. sollte einen motivierenden Anlass geben, unterirdische Lebensräume in Zukunft stärker in den Fokus der Forschung zu stellen.

Die Definition des Begriffs „Höhle" wurde vielfältig und kontrovers diskutiert (Trimmel 1968, 1965; Wrede 1996). Übereinkunft innerhalb der Speläologie besteht darüber, dass Höhlen weitgehend von festem Gestein umschlossene, mit Luft, Sediment oder Wasser gefüllte natürliche Hohlräume in der Erdrinde sind, die eine Mindestgröße aufweisen müssen, welche einen menschlichen Zugang ermöglicht (Rosendahl 2004). Höhlenbildungen können in allen Gesteinen der Erde auftreten, d.h. mit der Gesteinsbildung (Primärhöhlen) oder nach der Gesteinsbildung (Sekundärhöhlen) (Trimmel 2008), sind also geogenen Ursprungs und damit deutlich zu anderen unterirdischen Hohlräumen abgegrenzt (Abb. 1). Demnach sind Tierhöhlen, d.h. Hohlräume, die von Tieren selbst geschaffen werden (Baumhöhlen, Erdhöhlen), und alle vom Menschen geschaffenen Hohlräume, wie Bergwerksstollen, Felsenkeller oder Brunnen, keine „echten" Höhlen im geowissenschaftlichen Sinne. Gleichwohl können sie identische Lebensbedingungen wie natürlich entstandene Höhlen aufweisen und werden in der modernen Biospeläologie als gleichwertig betrachtet, untersucht und dokumentiert. Für eine systematische Erfassung in Höhlenkatastern müssen Höhlen in Deutschland eine Mindestlänge von fünf Metern besitzen (Rosendahl 2004). In Hessen wird der Standort von Kleinsthöhlen mit einer gesonderten Zählnummer als „nicht aufgenommene Objekte" im Kataster registriert (Stein 2009), zusätzlich aber biospeläologisch untersucht und dokumentiert (Zaenker 2009).

2 Höhlen in Hessen als Lebensraum

Die Umweltbedingungen in hessischen Höhlen sind im Allgemeinen charakteristisch für Höhlen der gemäßigten Breiten. Das Höhlenklima wird im Wesentlichen von den Lichtverhältnissen, dem Wärmehaushalt und der Luftfeuchtigkeit bestimmt. Hierbei muss die Höhlenzonierung berücksichtigt werden, da es lokale Unterschiede innerhalb einer Höhle gibt (Abb. 2).

Die Eingangsregion (I) erstreckt sich bis zu 10 m vom Eingang entfernt und steht noch unter dem gemindert wirksamen Einfluss der Außenwitterung, in Abhängigkeit der Eingangsgröße des Portals und dem Verlauf des Höhlengangs. Das Tageslicht gelangt lediglich im unmittelbaren Eingangsbereich je nach Einfallswinkel noch in voller Intensität herein und nimmt sehr schnell auf wenigen Metern Tiefe ab, reicht aber aus, damit Foto-

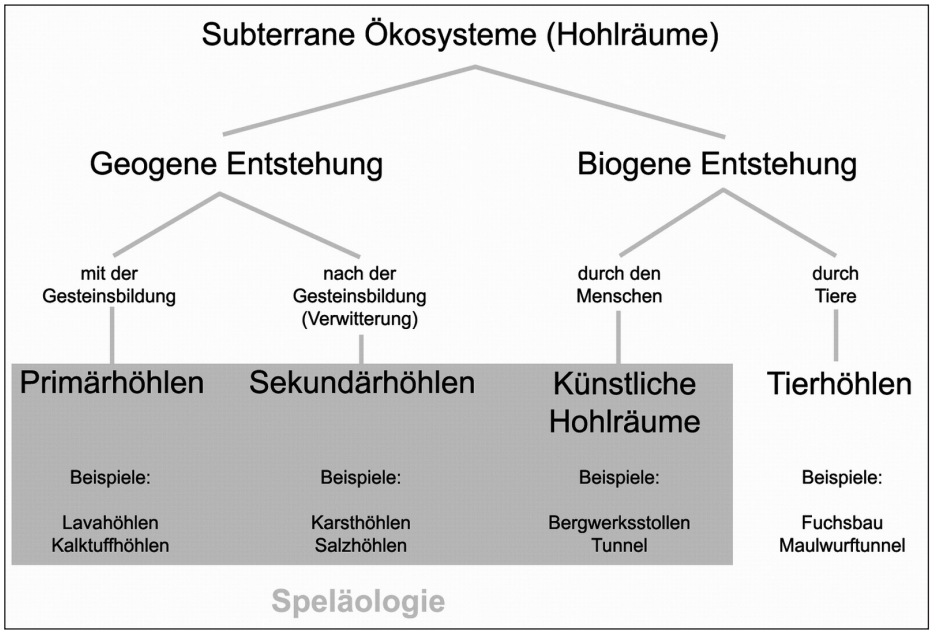

Abb. 1: Einteilung subterraner Ökosysteme. Entwurf: M. Reiss.

synthese stattfinden kann. Tages- und jahreszeitliche Lichtunterschiede können abgeschwächt Einfluss nehmen, so dass hier schattenangepasste Pflanzen existieren können (JASINSKI 1966). Dementsprechend können auch Tages- und Jahresschwankungen der Lufttemperatur abgemildert einwirken. Die Luftfeuchtigkeit ist ebenfalls den Witterungseinflüssen des Außenklimas unterworfen und kann stärkere Amplituden aufzeigen als im Höhleninnern. Die in der Eingangsregion lebende Fauna hat TRIMMEL (1968) als Chasmotofauna (= „Fremdlingsfauna") bezeichnet, allerdings bereits darauf verwiesen, dass es keine Arten gibt, die eine enge oder ausschließliche Habitatbindung an den Eingangsbereich von Höhlen haben. Häufig finden sich feuchtigkeitsliebende Arten, die auch im Umfeld der Höhle oder anderen feuchten Stellen, wie unter Steinen oder Totholz, anzutreffen sind (FISCHER 2004, ZAENKER 2008).

Die Übergangsregion (II) schließt sich an die Eingangsregion an und liegt zwischen 3 bis 10 m und 20 bis 80 m vom Eingang entfernt. Eine Abgrenzung erfolgt anhand des Wärmehaushalts, insofern keine tageszeitlichen Temperaturschwankungen, jedoch jahreszeitliche Amplituden festzustellen sind. FISCHER (2004) bezeichnet die Übergangsregion als Zwielichtzone, deren Grenze zur Tiefenregion dort liegt, wo keine tages- und jahreszeitlichen Temperaturunterschiede mehr festzustellen sind, und die als Wettergrenze bezeichnet wird. TRIMMEL (1968) bezeichnet die hier aufgeführte Eingangs- und Übergangsregion zusammenfassend als Eingangsregion.

Die Tiefenregion (III), welche an die Übergangsregion anschließt und bis zum Ende des Höhleninnern reicht, beginnt bei 20 bis 80 m vom Höhleneingang. Wärmehaushalt und Luftfeuchtigkeit zeigen das ganze Jahr relativ konstante Verhältnisse, d.h. eine hohe relative Luftfeuchte zwischen 95 und 98 % und eine Jahresmitteltemperatur um die 8 °C mit einer Amplitude von nur 2 °C. In der Tiefenregion herrscht absolute Finsternis, so dass keine Primärproduktion von grünen Pflanzen stattfindet. TRIMMEL (1968) hat die Tiefenregion deshalb als aphotische (= lichtlose) Region bezeichnet. Nahrungsknappheit ist eine wesentliche Auswirkung der immer währenden Dunkelheit. Die Fauna ist hoch spezialisiert an diese Umweltverhältnisse angepasst. Auffällig ist die Rückbildung bzw. das Fehlen von Augen und eine pigmentlose, meist dünne Haut, die keine Ultraviolettstrahlung abwehren muss. Allesfresser (Omnivoren) überwiegen, da lediglich organisches Material von außen oder von toten Tieren zur Verfügung steht. Eine moderne Einteilung der subterranen Fauna sowie die Verteilung bisheriger Artenfunde in Hessen auf diese Klassifikation zeigt Tab. 1. Die Übergangsklassifikationen ergeben sich aus den Unsicherheiten einer eindeutigen Zuordnung bestimmter Taxa, da über die Habitatpräferenzen zum Teil sehr wenige Forschungserkenntnisse vorliegen. Die hier vorgeschlagene Einteilung entspricht dem internationalen Standard bzw. dem aktuellen Kenntnisstand (SKET 2008).

Die hohe Zahl der Zufallsgäste (eutrogloxene Arten) im Biospeläologischen Kataster von Hessen (Tab. 1) ist vor allem auf die große Anzahl der untersuchten Quellen zurückzuführen. Hier werden bis auf Tiere, die aus dem Grundwasser in die Quellbiotope einwandern, in der Regel höhlenfremde Arten festgestellt.

Eine maßgebliche Bedeutung haben Höhlen als Winterquartier für Fledermäuse oder bestimmte Schmetterlingsarten (Tagpfauenauge, Zackeneule, Wegdornspanner). Im Sommer ziehen sich bestimmte Köcherfliegen- und Mückenarten zur Fortpflanzung in Höhlen zurück (ZAENKER 2008). In Hessen ist die Rheinschnake (*Limonia nubeculosa*) ein häufiger Sommergast. Diese subtroglophilen Arten suchen Höhlen gezielt zu verschiedenen Jahreszeiten auf und benötigen intakte Höhlensysteme für ihre Entwicklung.

Höhlengewässer bieten eine Gelegenheit, den ansonsten verborgenen Lebensraum Grundwasser zu erforschen. Häufig finden sich besonders angepasste aquatische Tiere in Höhlen, wie der Grundwasserflohkrebs *Niphargus* oder Ruderfuß- und Muschelkrebse. Neben den wenigen Insekten wie bestimmten spezialisierten Pilzmückenarten (PLASSMANN & ZAENKER 2005) oder der Höhlenwasserassel (*Proasellus cavaticus*) als weiterer Vertreter der Krebstiere haben sich die „echten" Höhlentiere (Eutroglobionten) dauerhaft den Umweltbedingungen angepasst.

Auf dem Boden sowie an Wänden und Decken der Höhlen leben terrestrisch hypogäische Arten, die mehrere Generationen in

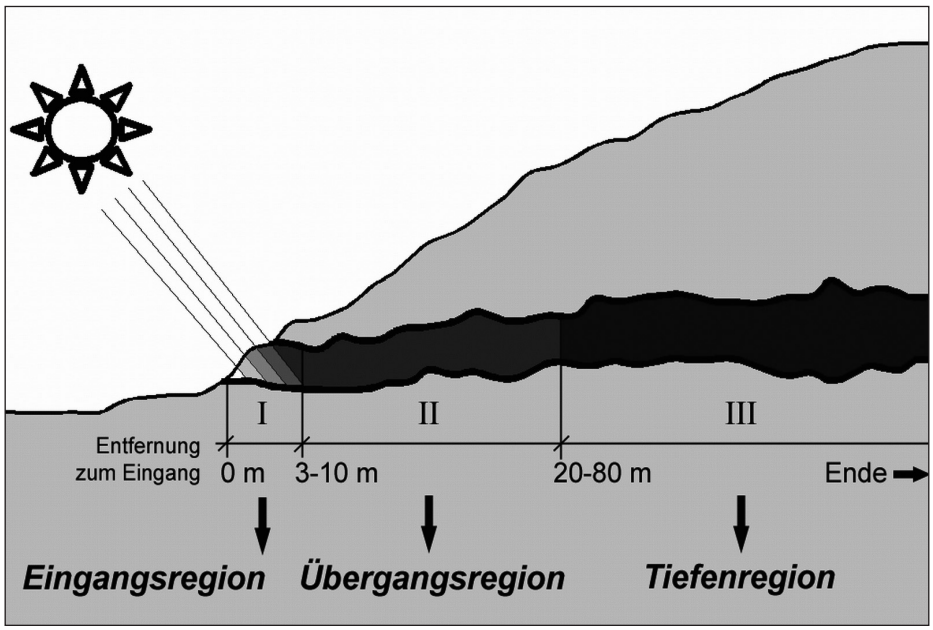

Abb. 2: Unterirdische Lebensräume nach Lichtregionen (Höhlenregionen). Entwurf: M. Reiss, nach WEBER (1988).

Tab. 1: Klassifikation bislang gefundener Arten in subterranen Ökosystemen Hessens (Höhlen, künstliche Hohlräume und Quellen) (Stand: 01.03.2009). Klassifikation nach CHRISTIAN & MOOG (1982) und WEBER (1988); Daten aus ZAENKER (2009).

ökologische Klassifikation	Beschreibung	Artenzahl in Hessen (relativ)	Artenzahl in Hessen (absolut)
eutrogloxen	Tiere, die nur durch Zufall in die Höhle gelangen	1 855	84,1 %
eutrogloxen bis subtroglophil	Übergangsklassifikation, d.h. die hierunter fallenden Tiere sind zurzeit nicht eindeutig der Klasse „eutrogloxen" oder „subtroglophil" zuzuordnen	11	0,5 %
eutrogloxen bis eutroglophil	Übergangsklassifikation, d.h. die hierunter fallenden Tiere sind zurzeit nicht eindeutig der Klasse „eutrogloxen", „subtroglophil" oder „eutroglophil" zuzuordnen	17	0,8 %
subtroglophil	Tiere, welche die Höhle gezielt aufsuchen, aber sie nicht ihr ganzes Leben bewohnen	78	3,5 %
subtroglophil bis eutroglophil	Übergangsklassifikation, d.h. die hierunter fallenden Tiere sind zurzeit nicht eindeutig der Klasse „subtroglophil" oder „eutroglophil" zuzuordnen	12	0,5 %
eutroglophil	Tiere, die dauerhaft meist über mehrere Generationen die Höhle besiedeln; dabei ist es nicht von Bedeutung, ob die Tiere eine direkte physiologische Bindung an die Höhle haben, oder ob es sich um eine indirekte Bindung handelt	167	7,5 %
eutroglophil bis eutroglobiont	Übergangsklassifikation, d.h. die hierunter fallenden Tiere sind zurzeit nicht eindeutig der Klasse „eutroglophil" oder „eutroglobiont" zuzuordnen	8	0,4 %
eutroglobiont	Tiere, deren gesamter Lebenszyklus in der Höhle abläuft, die also unbedingt an die Höhle gebunden sind; „echte Höhlentiere" oder Cavernicole	59	2,7 %
Summe		**2 116**	**100 %**

Höhlen verbringen (Eutroglophile). Hierzu zählen in Hessen insbesondere Spinnenarten wie *Meta menardi* und *Metellina merianae* als Vertreter der Kieferspinnen. Weitere häufige Vertreter eutroglophiler Arten finden sich bei den Insekten, Schnecken und Tausendfüßern. In Hessen gibt es für bestimmte Tiergruppen erste genauere Untersuchungsergebnisse (PRESCHER & ZAENKER 2005, SCHMIDT-RHAESA & ZAENKER 2006, SCHULZ & ZAENKER 2006). Amphibien wie der Feuersalamander halten sich nicht nur während des Larvenstadiums in Höhlengewässern auf, man kann auch das ganze Jahr über adulte Tiere finden, wobei kontinuierliche Beobachtungen fehlen (MALKMUS & ZAENKER 2008).

In der Öffentlichkeit werden unterirdische Lebensräume häufig nur mit Fledermäusen (Microchiroptera) in Verbindung gebracht. Die einzigen flugfähigen Säugetiere bewohnen Höhlen und künstliche Hohlräume vor allem als Winterquartier längere Zeit. Im Sommer können die nachtaktiven Fledermäuse in Höhlen Ruhe finden. Insbesondere die Störung der Winterruhe durch unachtsames Betreten unterirdischer Habitate kann den physiologischen Kreislauf der Tiere lebensbedrohlich beeinflussen. Fledermäuse legen Fettreserven an, damit sie zum Frühjahr genug Energie haben, ihre Herzfrequenz zu erhöhen und ihre normale Körpertemperatur zu erlangen. Wird dieser Prozess durch Störungen häufiger ausgelöst, können die Tiere vor Erschöpfung sterben, da sie im Winter meist nicht genügend Nahrung finden.

Der Kenntnisstand zum Vorkommen und zur Lebensweise der subterranen Fauna wird in Hessen zwar intensiv bearbeitet, doch zeigen sich nach wie vor viele Wissensdefizite. Die Erforschung unterirdischer Lebensräume einschließlich des Grundwassers sollte mit Blick auf die Erhaltung und den Schutz dieser einzigartigen Ökosysteme forciert werden und mehr in den Mittelpunkt der Forschungsförderung gelangen.

3 Biospeläologische Forschung in Hessen

3.1 Entwicklung des Forschungsfelds

Eine systematische und flächendeckende Erforschung subterraner Ökosysteme in Hessen erfolgt seit der Gründung des Landesverbands für Höhlen- und Karstforschung in Hessen e.V. im Jahr 1995. Eine erste Erwähnung der „Dunkelfauna" zur biospeläologischen Erkundung von Höhlen stammt von FRIES (1879) aus der Kammerbacher Höhle im Meißnervorland (Nordhessen). In der Folgezeit ergeben sich aus der Literatur lediglich Einzelfunde von Höhlentieren (z.B. NOLL 1939, NOLL & STAMMER 1953). Mitte der 1980er-Jahre waren in Hessen nur 30 Tierarten in Höhlen nachgewiesen (ZAENKER 2001).

Dem Landesverband für Höhlen- und Karstforschung in Hessen e.V. gehören mittlerweile acht regionale Höhlenforschergruppen, zwei fledermauskundliche Arbeitsgemeinschaften und zwei universitäre Einrichtungen an. Die wichtigsten Aufgaben bestehen in der Erforschung und Dokumentation subterraner Ökosysteme, der Umsetzung praktischer Höhlenschutzmaßnahmen, der Sicherheit und Technik der Höhlenbefahrung sowie der Öffentlichkeitsarbeit und Umweltbildung (REISS & ZAENKER 2009 in prep.).

Zentral beim Landesverband für Höhlen- und Karstforschung in Hessen e.V. werden zwei wesentliche Instrumente der Höhlenforschung geführt: das Höhlenkataster von Hessen (STEIN 2009) und das Biospeläologische Kataster von Hessen (ZAENKER 2009). Diese Instrumente sind die Archiv- und Dokumentationsstellen zur Karst- und Höhlenkunde in Hessen, in denen subterrane Ökosysteme lokalisiert, deren räumliche und abiotischen Merkmale gekennzeichnet und das Vorkommen der Fauna und Flora beschrieben sind.

Das Biospeläologische Kataster von Hessen dient darüber hinaus als wichtiges Planungsinstrument für die naturschutzfachliche Verwaltung und Praxis. Mehrere Gutachten zur Grunddatenerhebung, die der Überprüfung von Schutzmaßnahmen nach der FFH-Richtlinie dienen, wurden durch das Land Hessen in Auftrag gegeben und erarbeitet.

3.2 Erfassung und Bewertung von Höhlen als Lebensraum

Eine systematische Erfassung und Datensicherung in einem Kataster erfordert eine standardisierte Kartiermethode und ein vorher definiertes Untersuchungsprogramm. Zunächst werden Lage und räumlichen Gegebenheiten der Höhle ermittelt. Dazu werden mittels GPS-Gerät die geographischen Koordinaten des Eingangsbereichs bestimmt. Die Vermessung der Höhlen erfolgt mit Hilfe eines digitalen Distanzmessgeräts, Maßband, Neigungsmesser und Kompass. Vor Ort wird eine Planskizze erstellt, aus der später die Reinzeichnungen (Höhlenpläne) gefertigt werden. Die biospeläologische Untersuchung der Höhlenhabitate erfolgt durch Absuchen der Fauna an Wand, Decke und Boden der Höhle sowie der aquatischen Bereiche. Die Tiere werden weitgehend lebend bestimmt und ihre Artzugehörigkeit schriftlich festgehalten. Taxa, die nicht im Gelände determiniert werden können, insbesondere Wirbellose, werden mit einer Federstahlpinzette aufgesammelt und in Ethanol fixiert. Eine Vorsortierung und Bestimmung wird später im Labor mit einem Stereomikroskop (Binokular) vorgenommen. Daneben erfolgt eine Fotodokumentation der Höhle und der Tiere.

Für die Erfassung von Höhlen stehen unterschiedliche Kartierbögen zur Verfügung. Das Ablaufschema der Erfassungsmethode (Abb. 3) zeigt, dass zunächst Erhebungsdaten in das Höhlenkataster von Hessen fließen. Diese werden mit dem „Meldebogen zur Aufnahme von Höhlen und künstlichen Hohlräumen in das Höhlenkataster Hessen"

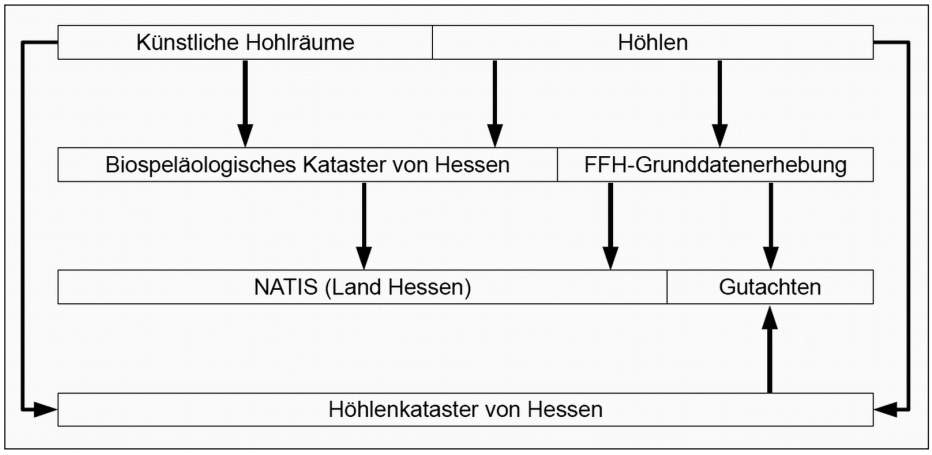

Abb. 3: Ablaufschema der Erfassungsmethode (Untersuchungsprogramm). Entwurf: M. Reiss.

entsprechend kartiert. Hier werden zunächst die geographische Lage, Horizontal- und Vertikalerstreckungen sowie eine Kennzeichnung des Höhlentyps und des geologischen Untergrunds angegeben. Weitere Erfassungsparameter umfassen Angaben zur Höhlenbefahrung (Schwierigkeiten, Materialaufwand), eine Einschätzung der Schutzwürdigkeit und des Zustands der Höhle. Entsprechendes gilt für die Kartierung künstlicher Hohlräume. Die faunistische Erfassung für das Biospeläologische Kataster von Hessen erfolgt mit einem gesonderten zweiseitigen Kartierbogen für Höhlen und künstliche Hohlräume. In einer vorgefertigten Liste können Tierfunde nach Habitat und Höhlenregion angekreuzt und Angaben zur Abundanz aufgeschrieben werden. Darüber hinaus gehende Funde können schriftlich festgehalten werden. Ergänzend werden Daten zur Objektart, der geographischen Lage, Längen- und Höhenangaben, zum Feuchtigkeitsgrad sowie der Umgebungslage erfasst. Weitere Angaben wie z.B. zum geologischen Untergrund, administrative Angaben (Gemeinde, Landkreis) sowie eine Zuordnung nach naturräumlichen Einheiten werden im EDV-gestützten Kataster mittels relationaler Datenbank über die geographischen Koordinaten automatisch ergänzt. Durch Katasternummern sind Objekte und Tierfunde eindeutig zugeordnet und werden in das hessische Artenerfassungsprogramm „natis“ exportiert.

Für die Grunddatenerhebung nach der FFH-Richtlinie kommt ein gesonderter, eigens erarbeiteter Kartierbogen zum Einsatz, der eine Berücksichtigung der Natura-2000-Ziele gewährleistet (Stein & Zaenker 2003). Die Erfassungsmethode ist hierbei mit einer ökologischen Bewertung verbunden, wobei unterschiedliche Leitarten als Bioindikatoren herangezogen werden, um einen ökologischen Zustand der Höhle einzuschätzen. Leitarten werden unterschieden in einen Grundartenbestand (G1 in Tab. 2), die eine Punktezahl von „1“ erhalten, und in wertsteigernde Arten (G2 in Tab. 3), die eine Punktezahl von „2“ erhalten. Es werden nur Arten berücksichtigt, bei denen eine eindeutige ökologische Klassifikation (vgl. Tab. 1) als sicher gilt. Eine Einordnung in Kategorien der Roten Liste von Deutschland steht vor allem bei Spinnen, Krebstieren und Insekten in Höhlen noch aus, weil die Kenntnisse zur biogeographischen Verbreitung der einzelnen Arten noch zu lückenhaft sind. Die Rote Liste der Säugetiere, Reptilien und Amphibien Hessens (Kock & Kugelschafter 1996) bedarf einer Aktualisierung bezüglich der vom Landesverband für Höhlen- und Karstforschung Hessen e.V. gemeldeten Funde der Fledermausarten *Rhinolophus hipposideros* (Kleine Hufeisennase) und *Myotis dasycneme* (Teichfledermaus), da wenige Individuen wiederentdeckt werden konnten.

Die Bewertung von Höhlen nach Leitarten erfolgt unmittelbar im Kartierbogen. Hierzu werden die Punktezahlen addiert. Bewertet wird der Erhaltungszustand der Höhle, der eine dreistufige Klassifikation vorsieht. Die Artenbewertung ist dabei wie folgt definiert: Erhaltungszustand A (hoch) = sieben und mehr Punkte, Erhaltungszustand B (mittel) = fünf bis sechs Punkte sowie Erhaltungszustand C (gering) = vier und weniger Punkte.

Neben dem Parameter „Arteninventar“ werden noch die Parameter „Habitate und Strukturen“ und „Beeinträchtigungen“ erfasst. Als Habitate und Strukturen sind folgende anzukreuzende Kategorien möglich: Höhlengewässer, Tropfsteine/Sinter, vorhandene Tiefenregion, Ungestörtheit sowie archäologische/paläontologische Funde. Die Bewertung des Parameter „Habitate und Strukturen“ wird folgendermaßen vorgenommen: Erhaltungszustand A (hoch) = vier und mehr Typen, Erhaltungszustand B (mittel) = zwei bis drei Typen sowie Erhaltungszustand C (gering) = ein und weniger Typen. Unter den Beeinträchtigungen wird aufgelistet: Verfüllung/Auffüllung, Müllablagerungen, schädliche Umfeldstrukturen und Nutzungen, Beunruhigung/Störung, Lager-/Feuerstelle, Freizeit- und Erholungsnutzung

Tab. 2: Leitarten (G1) aus dem Grundartenbestand (aus Stein & Zaenker 2003, ergänzt). „3“ = gefährdet, „V“ = Vorwarnliste, „N“ = nicht gefährdet.

zoologischer Name	deutscher Name	Tiergruppe	Rote Liste (Deutschland)	Rote Liste (Hessen)
Salamandra salamandra	Feuersalamander	Schwanzlurche	V	3
Scoliopteryx libatrix	Zackeneule	Nachtfalter	N	nicht aufgelistet
Triphosa dubitata	Wegdornspanner	Nachtfalter	V	nicht aufgelistet
Inachis io	Tagpfauenauge	Tagfalter	nicht aufgelistet	N
Meta menardi	Herbstpinne	Kieferspinnen	nicht aufgelistet	nicht aufgelistet
Metellina merianae		Kieferspinnen	nicht aufgelistet	nicht aufgelistet
Nesticus cellulanus	Höhlenspinne	Höhlenspinnen	nicht aufgelistet	nicht aufgelistet
Oniscus asellus	Mauerassel	Asseln	nicht aufgelistet	nicht aufgelistet
Niphargus aquilex	Höhlenflohkrebs	Flohkrebse	nicht aufgelistet	nicht aufgelistet
Niphargus schellenbergi	Schellenberg-Grundwasserkrebs	Flohkrebse	nicht aufgelistet	nicht aufgelistet
Polydesmus angustus	Bandfüßer	Tausendfüßer	nicht aufgelistet	nicht aufgelistet
Tachypodoiulus niger	Schwarzer Schnurfüßer	Tausendfüßer	nicht aufgelistet	nicht aufgelistet
Speoleota leptogaster		Pilzmücken	nicht aufgelistet	nicht aufgelistet
Limonia nubeculosa	Rheinschnake	Stelz-, Sumpfmücken	nicht aufgelistet	nicht aufgelistet
Heleomyza captiosa		Scheufliegen	nicht aufgelistet	nicht aufgelistet
Scoliocenta amplicornis		Scheufliegen	nicht aufgelistet	nicht aufgelistet
Diphyus quadripunctorius		Schlupfwespen	nicht aufgelistet	nicht aufgelistet
Oxychilus cellarius	Keller-Glanzschnecke	Schnecken	N	N

Tab. 3: Wertsteigende Leitarten (G2) (aus Stein & Zaenker 2003, ergänzt). „0" = ausgestorben, „1" = vom Aussterben bedroht, „2" = stark gefährdet, „3" = gefährdet, „R" = extrem selten, „G" = Gefährdung anzunehmen, „V" = Vorwarnliste.

zoologischer Name	deutscher Name	Tiergruppe	Rote Liste (Deutschland)	Rote Liste (Hessen)
Rhinolophus hipposideros	Kleine Hufeisennase	Fledermäuse	1	0
Barbastella barbastellus	Mopsfledermaus	Fledermäuse	1	1
Myotis bechsteini	Bechsteinfledermaus	Fledermäuse	3	2
Myotis dasycneme	Teichfledermaus	Fledermäuse	G	0
Myotis myotis	Großes Mausohr	Fledermäuse	3	2
Myotis brandtii und *Myotis mystacinus*	Kleine und Große Bartfledermaus	Fledermäuse	2,3	2,2
Plecotus auritus und *Plecotus austriacus*	Braunes und Graues Langohr	Fledermäuse	V,2	2,2
Myotis daubentonii	Wasserfledermaus	Fledermäuse	nicht aufgelistet	3
Myotis nattereri	Fransenfledermaus	Fledermäuse	3	2
Proasellus cavaticus	Höhlenwasserassel	Asseln	nicht aufgelistet	nicht aufgelistet
Bradysia forficulata		Trauermücken	nicht aufgelistet	nicht aufgelistet
Heteromyza atricornis	Schwarzhörnige Schattenfliege	Scheufliegen	nicht aufgelistet	nicht aufgelistet
Porrhomma rosenhaueri		Zwergspinnen	2	nicht aufgelistet
Porrhomma egeria		Zwergspinnen	nicht aufgelistet	nicht aufgelistet
Porrhomma convexum		Zwergspinnen	nicht aufgelistet	nicht aufgelistet
Porrhomma myops		Zwergspinnen	nicht aufgelistet	nicht aufgelistet
Amilenus aurantiacus		Weberknechte	R	nicht aufgelistet
Ischyropsalis helwigi	Schneckenkanker	Weberknechte	3	nicht aufgelistet
Isotoma neglecta		Springschwänze	nicht aufgelistet	nicht aufgelistet

(Höhlentourismus), Gewässerbelastung sowie im Kartierbogen selbst zu definierende weitere Beeinträchtigungen. Eine Bewertung ist im folgenden gekennzeichnet: Erhaltungszustand A (hoch) = keine oder nur eine flächige Beeinträchtigung von sehr geringer Intensität, Erhaltungszustand B (mittel) = eine bis zwei flächige Beeinträchtigung von sehr geringer Intensität und nur kleinflächige Beeinträchtigungen mittlerer bis hoher Intensität sowie Erhaltungszustand C (gering) = mehrere flächige Beeinträchtigungen von geringer Intensität oder eine bis mehrere flächige Beeinträchtigungen von mittlerer bis hoher Intensität.

Den Ablauf der Gesamtbewertung zeigt Abb. 4. Ausgehend von der Bewertung der Leitarten gelangt man sukzessive den Bewertungsergebnissen der Parameter „Habitate und Strukturen" und „Beeinträchtigungen" folgend zum Gesamtergebnis.

Bewertung

Arten	A									B									C								
Habitate / Strukturen	A			B			C			A			B			C			A			B			C		
Beeinträchtigungen	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Wertstufe der Fläche	A	A	B	A	B	B	B	B	C	A	B	B	B	B	C	B	C	C	B	B	C	B	C	C	C	C	C

Abb. 4: Gesamtbewertung der Höhlen (aus Stein & Zaenker 2003).

3.3 Stand der Erfassung in Hessen

Das Höhlenkataster von Hessen führt 481 Objekte die als Höhlen gekennzeichnet (Stein 2009, siehe Abb. 5) und von denen 378 Höhlen biospeläologisch untersucht sind (Zaenker 2009).

Das Bearbeitungsgebiet des Höhlenkatasters Hessen umfasst das gesamte Gebiet des Bundeslandes Hessen sowie die rechtsrheinischen Teile von Rheinland-Pfalz und den baden-württembergischen Anteil des Odenwaldes nördlich des Neckar. Die Aufteilung Deutschlands in Höhlenkatastergebiete wurde 1974 auf einer Tagung der deutschen Höhlenkatasterführer festgelegt. Das hier betrachtete Katastergebiet ist das Gebiet Nr. 4. Die bisher bekannten Höhlen in Hessen kommen vor allem in verkarstungsfähigen Gesteinen vor, insbesondere in den Gesteinen des Ober- und Mitteldevon (Massenkalke), dem Zechstein- und dem Muschelkalk. Auch im Buntsandstein, der in Hessen häufig als anstehendes Gestein den geologischen Untergrund bildet, kommen Höhlen vor, die zumeist tektonischen Ursprungs sind. Einzelne Basalthöhlen existieren zum Teil aufgrund bergbaulicher Nutzung nicht mehr, konnten aber zumindest dokumentiert werden.

Im Biospeläologischen Kataster von Hessen kommen noch Objekte aus anderen Katastergebieten, soweit diese auf Grenzblättern (TK 1 : 25 000) zum Katastergebiet „Hessen" liegen und einzelne Objekte auf den Kartenblättern 4626 Heiligenstadt, 5327 Hümpfershausen (Höhlenkataster Thüringen), 5427 Helmershausen, 5527 Mellrichstadt, 5626 Sandberg, 5627 Bad Neustadt an der Saale, 5725 Stangenroth, 5921 Schöllkrippen und 6021 Haibach (Höhlenkataster Unterfranken), die naturräumlich mit dem Bearbeitungsgebiet zusammenhängen, hinzu. Objekte der linksrheinischen Gebiete von Rheinland-Pfalz werden nicht bearbeitet.

Das Datenmanagement und die Datensicherung des Biospeläologischen Katasters von Hessen erfolgt mit der Office-Software Access der Firma Microsoft. Die relationalen Datenbank ermöglicht neben der digitalen Erfassung vor allem vielfältige Möglichkeiten der Datenauswertung. Für die Ein- und Ausgabe von aufbereiteten Rohdaten wurden sog. Erfassungsmasken und Abfragemodule programmiert, so das der Datenexport (z.B. für „natis" und das GIS-System des Biosphärenreservats Rhön) aus dem Kataster automatisch generiert werden kann.

Mit Stand vom 01.03.2009 sind im Bearbeitungsgebiet 2 707 Taxa nachgewiesen, die mindestens bis zur Gattung bestimmt wurden. Davon sind 1 008 Taxa in Höhlen gefunden worden. Insgesamt sind im Biospeläologischen Kataster von Hessen derzeit 89 690 Einzelfunde aus 4 988 Objekten erfasst (Tab. 4).

Tab. 4: Anzahl der untersuchten Objekte im Bearbeitungsgebiet (nach Zaenker 2009).

Objektbezeichnung	absolute Anzahl	relative Anzahl
Quelle (inkl. Karstquellen)	3 195	64,0 %
Bergwerksstollen	818	16,4 %
Naturhöhle	378	7,6 %
Brunnen	103	2,1 %
Sonstige	494	9,9 %
Insgesamt	**4 988**	**100 %**

Von allen 252 Kartenblättern (Topographische Karte im Maßstab 1 : 25 000) im Bearbeitungsgebiet liegen inzwischen biospeläologische Untersuchungsergebnisse vor. Hiervon sind allerdings zahlreiche Kartenblätter nur wenig bearbeitet. Als recht gut bearbei-

tet können derzeit das Fulda-Werra-Bergland, der Vogelsberg, die Rhön, der Taunus und Teile des Ederberglandes und des Kellerwaldes angesehen werden. Beim Erfassungsstand der subterranen Fauna rangiert das Bearbeitungsgebiet neben Rheinland-Pfalz/Saarland und Westfalen noch vor den klassischen Höhlengebieten der Fränkischen Alb und Schwäbischen Alb.

Tab. 5 zeigt eine ausgewählte Übersicht zu den am häufigsten gefundenen und determinierten Arten in hessischen Naturhöhlen. Es zeigt sich deutlich, dass vor allem subtroglophile und eutroglophile Arten dominieren. Hierbei muss allerdings berücksichtigt werden, dass viele Arten vor Ort nur sehr schwer bestimmbar sind. Zahlreiche gesammelte Taxa befinden sich zur endgültigen Bestimmung noch bei anerkannten Experten.

Ausschließlich Höhlen besiedelnde eutroglobionte Arten sind in hessischen Höhlen vor allem der Grundwasserkrebs *Niphargus schellenbergi*, die Trauermücke *Bradysia forficulata* sowie die Höhlenassel *Proasellus cavaticus* (Tab. 6). Zumindest in den Fundergebnissen sind eutroglobionte Tiere selten. Das dürfte darauf zurückzuführen sein, dass es in Hessen wenig aktive Wasserhöhlen gibt, in denen Grundwasser bzw. Höhlengewässer vorhanden sind. Ein weiterer Grund sind ausstehende Bestimmungen von schwer zu determinierenden Arten.

Die Datenauswertung zum Stand der Erfassung von Naturhöhlen als FFH-Lebensraumtyp (Tab. 7), bezogen auf das administrative Gebiet Hessen, zeigt, dass insgesamt 352 Höhlen im Bundesland Hessen erfasst wurden. Davon liegen 54,5 % in FFH-Gebieten des europäischen Schutzgebietssystems Natura 2000. Die restlichen Naturhöhlen (45,5 %) in Hessen liegen außerhalb von FFH-Gebieten.

Die zahlenmäßig größten Vorkommen befinden sich in den naturräumlichen Haupteinheiten „Osthessisches Bergland, Vogelsberg und Rhön“ (D 47), „Westhessisches Bergland“ (D 46) „Odenwald, Spessart und Südrhön“ (D 55), „Thüringer Becken und Randplatte“ (D 18) und „Westerwald“ (D 39). Hierbei liegen die meisten Höhlen insbesondere im „Westhessischen Bergland“ (D 46), „Odenwald, Spessart und Südrhön“ (D 55) sowie „Osthessisches Bergland, Vogelsberg und Rhön“ (D 47) nicht in FFH-Gebieten. Zu den zerstörten Naturhöhlen in Hessen gehören u.a. die Höhle „Wildscheuer“ bei Steeden an der Lahn, eine wichtige archäologische Fundstelle und ehemals als Naturdenkmal geschützt, die durch den Kalkabbau zerstört wurde, und die Basalthöhle bei Ortenberg-Bergheim, die ehemals größte Basalthöhle auf dem europäischen Festland, die als Naturdenkmal einstweilig sichergestellt war.

4 Höhlenschutz

Höhlen sind einzigartige Lebensräume für hoch spezialisierte und besonders schutzwürdige Tier- und Pflanzenarten in Deutschland. Allerdings muss der Schutz von Höhlen in Deutschland und speziell in Hessen als

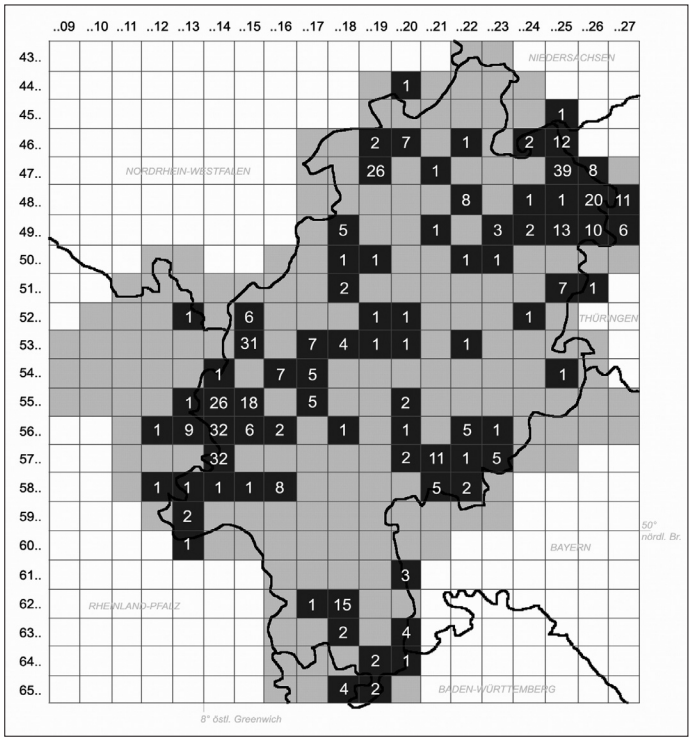

Abb. 5: Übersicht zum Katastergebiet und Bearbeitungsstand des Höhlenkatasters Hessen auf Basis der Topographischen Karten im Maßstab 1 : 25 000 (Gitternetz). Hellgrau: Katastergebiet, dunkelgrau: TK bearbeitet mit Objektanzahl (Stand: 01.03.2009). Kartographie: M. Reiss, nach Stein (2009).

Tab. 5: Die häufigsten Arten in hessischen Höhlen (nach Zaenker 2009).

zoologischer Name	deutscher Name	Tiergruppe	Einzelfunde
Meta menardi	Herbstpinne	Kieferspinnen	465
Limonia nubeculosa	Rheinschnake	Stelz- und Sumpfmücken	208
Scoliopteryx libatrix	Zackeneule	Nachtfalter	164
Oniscus asellus	Mauerassel	Asseln	161
Metellina merianae		Kieferspinnen	153
Triphosa dubitata	Wegdornspanner	Nachtfalter	147
Myotis myotis	Großes Mausohr	Fledermäuse	111
Discus rotundatus	Gefleckte Schüsselschnecke	Schnecken	110
Nesticus cellulanus	Höhlenspinne	Höhlenspinnen	103
Pogonognathellus flavescens		Springschwänze	95
Glomeris marginata	Gesäumter Saftkugler	Tausendfüßer	68
Tarnania fenestralis		Pilzmücken	60
Helicigona lapicida	Steinpicker	Schnecken	60
Rymosia fasciata		Pilzmücken	58
Inachis io	Tagpfauenauge	Tagfalter	58
Monachoides incarnatus	Rötliche Laubschnecke	Schnecken	58
Oxychilus cellarius	Kellerglanzschnecke	Schnecken	58
Helicodonta obvoluta	Riemenschnecke	Schnecken	54
Rhinolophus hipposideros	Kleine Hufeisennase	Fledermäuse	46
Myotis nattereri	Fransenfledermaus	Fledermäuse	43

Tab. 6: Die eutroglobionten Arten in hessischen Höhlen (nach Zaenker 2009).

zoologischer Name	deutscher Name	Tiergruppe	Anzahl Einzelfunde (absolut)
Niphargus schellenbergi	Schellenberg-Grundwasserkrebs	Flohkrebse	20
Bradysia forficulata		Trauermücke	8
Proasellus cavaticus	Höhlenassel	Asseln	6
Porrhomma myops		Zwergspinnen	3
Schaefferia quadrioculata		Springschwänze	3
Niphargus aquilex	Grundwasserflohkrebs	Flohkrebse	1
Hydra oligactis f. *subterranus*		Süßwasserpolypen	1
Phagocata vitta		Strudelwürmer	1

Tab. 7: Verteilung hessischer Höhlen nach naturräumlichen Haupteinheiten und Berücksichtigung in FFH-Gebieten (nach STEIN & ZAENKER 2003, aktualisiert nach STEIN 2009; Stand: 01.03.2009).

naturräumliche Haupteinheit	Vorkommen		
	Anzahl	in FFH-Gebieten	außerhalb von FFH-Gebieten
D18 Thüringer Becken und Randplatten	44	42	2
D36 Weser- und Weser-Leine-Bergland (Niedersächsisches Bergland)	1	0	1
D38 Bergisches Land, Sauerland	5	5	0
D39 Westerwald	42	32	10
D40 Lahntal und Limburger Becken	30	12	18
D41 Taunus	25	3	22
D44 Mittelrheingebiet (mit Siebengebirge)	2	1	1
D46 Westhessisches Bergland	56	19	37
D47 Osthessisches Bergland, Vogelsberg und Rhön	96	63	33
D53 Oberrheinisches Tiefland	1	0	1
D55 Odenwald, Spessart und Südrhön	50	15	35
Gesamt (nur Bundesland Hessen)	352	192	160

defizitär bezeichnet werden. Subterrane Ökosysteme werden im Naturschutzrecht auf Bundesebene nicht berücksichtigt. Nach dem Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) existiert kein besonderer Schutzstatus, d.h. im Sinne des § 30 BNatSchG werden Höhlen nicht als besonders geschützte Biotope genannt. Konkrete lebensraumtypbezogene Schutzmaßnahmen und Entwicklungskonzepte sind demnach nicht erforderlich. Allerdings sind einige Bundesländer (Baden-Württemberg, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt und Thüringen) von dieser Rahmenregelung abgewichen und haben Höhlen als besonders geschützte Biotope ausgewiesen. Liegen Höhlen in Natur- oder Landschaftsschutzgebieten, so sind nicht zwingend Betretungsverbote geregelt. Eine weitere Möglichkeit bietet die Ausweisung als Naturdenkmal, da ähnlich den besonders geschützten Biotopen Höhlen nicht beseitigt, beschädigt oder gestört werden dürfen (vgl. FISCHER & BEDACHT 2004).

Ansonsten ist Höhlenschutz nur in FFH-Gebieten naturschutzrechtlich geregelt. Nach dem europäischen Schutzgebietssystem Natura 2000 bzw. der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen – FFH-Richtlinie) sind Höhlen als sog. prioritärer Lebensraumtyp „Nicht touristisch erschlossene Höhlen“ (EU-Code 8310) unter besonderen Gebietsschutz gestellt. Das schließt Einzugsgebiete von Höhlengewässern mit ein. Hierbei steht vor allem der Fledermausschutz im Vordergrund. Als Schutzmaßnahmen werden angesehen: ein für Fledermäuse durchlässiger Verschluss und eine Verminderung von Nähr- und Schadstoffeinträgen in Höhlengewässer-Einzugsgebieten. Weitere, genauere Maßnahmen zum Höhlenschutz lässt die FFH-Richtlinie offen.

Selbst wenn Höhlen als Geotope bei den geologischen Diensten der Länder (in Hessen das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie) in einem Kataster als geologisch schützenswerte Objekte aufgelistet sind, bedeutet das keinen rechtlichen Schutzstatus und erfordert somit keine entsprechenden Maßnahmen oder Regelungen.

Beeinträchtigungen erfahren Höhlen in vielfältiger Weise, wie zum Beispiel durch Mülleintrag, Bauschutt- oder Erdaushubverfüllung, Ruhestörung von Winterquartieren, Zerstörung von Höhlenteilen oder Karsterscheinungen, Bergbautätigkeiten, Mitnahme archäologischer und paläontologischer Hinterlassenschaften sowie durch Feuer und Rauch. Eine weitere zunehmende Beanspruchung können touristische Höhlentrekkingtouren darstellen, für die es im Sinne freiwilliger Vereinbarungen eine Richtlinie gibt (FISCHER & BEDACHT 2004).

Der Verband der deutschen Höhlen- und Karstforscher e.V. (VdHK) hat in einer „Resolution zum Schutz von Höhlen als Kultur-, Natur- und Umwelterbe“ (www.cavedeclaration.eu) verschiedene weiterreichende Vorschläge und Forderungen zum Höhlenschutz verfasst. Hierzu zählen:

- ► Einbeziehung von Höhlen und Karsterscheinungen als Geo- und Biotope in die Naturschutzgesetzgebung,
- ► Dokumentation von Höhlen- und Karstgebieten durch Speläologen,
- ► Schutz der Höhlen als Lebensraum für hochspezialisierte Tiere,
- ► Handelsverbot von Tropfsteinen und Sinterformationen,
- ► Schutz der Höhlen als Archive der Vergangenheit (Klima, Paläontologie),
- ► Einbeziehung von Speläologen bei Baumaßnahmen in Höhlen- und Karstgebieten und vollständige Dokumentation der angetroffenen Objekte durch Speläologen,
- ► Erhalt der Zugänglichkeit für wissenschaftliche Zwecke,

Abb. 6: Fledermausfreundliche Vergitterung. **Foto: Stefan Zaenker**

Abb. 7: Internetstartseite der Aktion „Höhlentier des Jahres“ (www.hoehlentier.de).

► ein striktes Befahrungsverbot in der Zeit von Anfang Oktober bis Anfang Mai (Fledermausschutz).

Bei besonders schutzwürdigen Höhlen innerhalb von FFH-Gebieten hat der Landesverband für Höhlen- und Karstforschung in Hessen e.V. eine Methode zur guten naturschutzfachlichen Praxis entwickelt, die von den Naturschutzbehörden unterstützt wird. Hierbei handelt es sich um den Einbau einer fledermausfreundlichen Vergitterung des Höhleneingangs (Abb. 6, linkes Foto). Zum einen können flugfähige und laufende Tiere in die Höhle ein- und auswandern und zum anderen ist die Höhle für Forschungszwecke über einen Verschluss zugänglich. Unkontrollierte Störungen des Lebensraumes sind nicht möglich. Ein wichtiger praktischer Beitrag zum Höhlenschutz wird regelmäßig von den höhlenkundlichen Vereinen im Zuge von Müllaufsammlungen geleistet (Abb. 6, rechtes Foto). Nicht nur die Ästhetik wird durch Haus- und Sperrmüll beeinträchtigt, sondern vor allem illegale Sonder- und Giftmüllablagerungen bedrohen den Lebensraum. Inwieweit Schutzmaßnahmen wie Höhlenverschlüsse hier Abhilfe leisten, muss im Einzelfall kritisch hinterfragt werden, denn die unterirdischen Habitate sollen für die Tierwelt zugänglich (Migration) bleiben.

Unter dem Gesichtspunkt der Besucherlenkung können auch Schauhöhlen eine Funktion im Höhlenschutz ausüben. Schauhöhlen erfüllen eine wichtige Aufgabe zum Naturerlebnis und können somit zum Verständnis bzw. zur Sensibilisierung über die Eigenart und Schönheit dieser Geotope beitragen. Andere subterrane Ökosysteme in einer Schauhöhlenregion oder weitere Abschnitte im gleichen Höhlensystem bleiben unberührt und können entsprechend geschützt werden. Nach diesem Prinzip entsteht zurzeit in Hessen eine Schauhöhle im Karstgebiet von Erdbach-Breitscheid im Landkreis Lahn-Dill (DORSTEN et al. 2005).

Eine weitere Initiative zum Höhlenschutz soll in der Öffentlichkeit und bei Behörden auf die wenig bekannte zoologische Artenvielfalt in unterirdischen Lebensräumen hinweisen (www.hoehlentier.de). Die Aktion wurde vom Verband der deutschen Höhlen- und Karstforscher e.V. erarbeitet und soll allgemein verständlich zur Kenntnis des faszinierten Lebens der „Unterwelt" beitragen (Abb. 7).

Die Aktivitäten der Speläologen in Deutschland machen deutlich: Der Schutz von Höhlen muss gesetzlich im internationalen und nationalen Umwelt- und Naturrecht festgeschrieben werden, ansonsten macht eine angewandte Forschung, die zur Umsetzung von europäischen Richtlinien wie der FFH-Richtlinie oder der Grundwasserrahmenrichtlinie notwendig ist, keinen praktischen Sinn. Darüber hinaus drohen wertvolle wissenschaftliche Archive, einzigartige Lebensräume und nicht zuletzt unersetzbare Naturgebilde verloren zu gehen.

Literatur

BNatSchG = Bundesnaturschutzgesetz (Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege) in der Fassung vom 21.12.2004. BGBl. I 2005, 186.

CHRISTIAN, E., MOOG, O. (1982): Zur Frage der ökologischen Klassifikation der Cavernicolen am Beispiel der Höhlen-Schmetterlinge Österreichs. Zool. Anz. 208, 382-392.

DORSTEN, I., HÜLSMANN, T., HÜSER, A. (2005): Das Herbstlabyrinth-Adventhöhle-System – die erste Riesenhöhle in Hessen. Mitt. Verb. Dt. Höhlen- u. Karstforsch. 51, (1), 4-10.

FFH-Richtlinie (Richtlinie 92/43/EWG des Rates) vom 22.7.1992. Abl. EU Nr. L 206, 7, zuletzt geändert durch Richtlinie 2006/105/EG des Rates vom 20. November 2006, Abl. EU Nr. L 363, 368.

FISCHER, C. (2004): Leben ohne Licht. In: BEDACHT, A., Hrsg., Fahrt in die Tiefe, Ein Handbuch für Höhlenbefahrungen, Verlag ZIEL, Augsburg, 20-30.

–, BEDACHT, A. (2004): Höhlen- und Naturschutz: Gesetze und freiwillige Selbstbeschränkung. In: BEDACHT, A., Hrsg., Fahrt in die Tiefe, Ein Handbuch für Höhlenbefahrungen, Verlag ZIEL, Augsburg, 182-188.

FRIES, S. (1879): Mittheilungen aus dem Gebiete der Dunkel-Fauna. Zool. Anz. 2, No. 18-45, 18-38, 56-60, 129-134 und 150-155.

JASINSKI, M. (1966): Höhlen und Höhlenkunde. Delphin, Stuttgart/Zürich.

KOCK, D., KUGELSCHAFTER, K. (1996): Rote Liste der Säugetiere, Reptilien und Amphibien Hessens. Teilwerk I, Säugetiere (3. Fassung, Stand: Juli 1995). Hessisches Ministerium des Innern und für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz, Wiesbaden.

MALKMUS, R., ZAENKER, S. (2008): Vorkommen des Feuersalamanders (*Salamandra salamandra*) in den Naturhöhlen und künstlichen Hohlräumen Hessens und angrenzender Gebiete. Zeits. f. Feldherpetologie 15, 1-10.

NOLL, W. (1939): Die Grundwasserfauna des Maingebietes. Mitt. des Naturw. M. d. Stadt Aschaffenburg, 1939, (1), 3-25.

–, STAMMER, H.J. (1953): Die Grundwasserfauna des Untermaingebietes von Hanau bis Würzburg mit Einschluß des Spessarts. Mitt. d. Naturw. M. d. Stadt Aschaffenburg, (6),1-75.

PLASSMANN, E., ZAENKER, S. (2005): Eine erste Bestandsaufnahme der Pilzmücken Hessens (Diptera Sciaroidea: Ditomyiidae, Bolitophilidae, Diadocidiidae, Keroplatidae, Mycetophilidae). Entomofauna 26, (3): 17-28.

PRESCHER, S., ZAENKER, S. (2005): Buckelfliegen (Diptera, Phoridae) aus hessischen Höhlen mit einer selten gefangenen Art. Hess. Faun. Briefe 24, (2), 21-25.

REISS, M., ZAENKER, S., STEINER, H. (2009 in prep.): The biospeleological register of the State Federation of Cave and Karst Research in Hesse (Germany) In: Cave and Karst Science Vol. 34.

ROSENDAHL, W. (2004): Karren, Schächte und Stalagmiten – Kleine Höhlenkunde. In: BEDACHT, A. Hrsg., Fahrt in die Tiefe, Ein Handbuch für Höhlenbefahrungen, Verlag ZIEL, Augsburg, 31-40.

SCHMIDT-RHAESA, H.J., ZAENKER, S. (2006): Saitenwürmer (Nematomorpha) aus hessischen Höhlen, Bergwerksstollen und Quellen, mit der Beschreibung einer Abnormalität bei einem Individuum. Hes. Faun. Briefe 24, (4), 65-77.

SCHULZ, H.J., ZAENKER, S. (2006): Ein Beitrag zur Erforschung der Collembolenfauna Hessens und den angrenzenden Gebieten, insbesondere von Höhlen- und Quellstandorten (Insecta, Collembola). Hess. Faun. Briefe 25, (1), 1-24.

SKET, B. (2008): Can we agree on an ecological classification of subterranean animals? Journal of Nat. Hist. Vol. 42, Nos. 21-22, June 2008, 1549-1563.

STEIN, G. (2009): Höhlenkataster Hessen. Datenbank, unveröff.

–, ZAENKER, S. (2003): Gutachten zur gesamthessischen Situation der nicht touristisch erschlossenen Höhlen LRT 8310 (Anhang I der FFH-Richtlinie). Unveröff. Gutachten im Auftrag des Hessischen Dienstleistungszentrums für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturschutz (HDLGN).

TRIMMEL, H. (1965): Speläologisches Fachwörterbuch (Fachwörterbuch der Karst- und Höhlenkunde). Landesverein für Höhlenkunde in Wien und Niederösterreich, Wien. (= Jahresheft 1964 für Karst- und Höhlenkunde des Verbandes der Deutschen Höhlen- und Karstforscher e.V., Bd. 5).

– (1968): Höhlenkunde. Vieweg, Braunschweig.

– (2008): Verborgene Welten – Höhlengebiete der Erde. In: KEMPE, S., ROSENDAHL, W., Hrsg., Höhlen, Verborgene Welten, WBG, Darmstadt, 23-38.

WEBER, D. (1988): Die Höhlenfauna und -flora des Höhlenkatastergebietes Rheinland-Pfalz/Saarland. Abh. zur Karst- und Höhlenk. 22, 1-157.

–, ZAENKER, S. (2008): Biodiversität in subterranen Ökosystemen. Mitt. d. Verb. d. dtsch. Höhlen- und Karstf. 54, (4), 118-119.

WREDE, V. (1996): Fremde Welten unter unseren Füßen. Was sind Höhlen. In: ROSENDAHL, W., KRAUSE, E.-B., Hrsg., Im Reich der Dunkelheit, Höhlen und Höhlenforschung in Deutschland, Björn Krause, Gelsenkirchen, 10-14.

ZAENKER, S. (2001): Das Biospeläologische Kataster von Hessen. Die Fauna der Höhlen, künstlichen Hohlräume und Quellen. In: Abh. zur Karst- und Höhlenk. 32, CD-ROM, München.

– (2008): Spezialisten der Dunkelheit. Tiere und Pflanzen in Höhlen. In: KEMPE, S., ROSENDAHL, W., Hrsg., Höhlen, Verborgene Welten, WBG, Darmstadt, 136-149.

– (2009): Das Biospeläologische Kataster von Hessen. Datenbank, Fulda, unveröff.

Anschriften der Verfasser: Martin Reiss, Landesverband für Höhlen- und Karstforschung Hessen e.V., Referent für Geowissenschaften, Fachbereich Geographie der Philipps-Universität Marburg, Deutschhausstraße 10, D-35032 Marburg, E-Mail martin.reiss@hoehlenkataster-hessen.de; Gerhard Stein, Landesverband für Höhlen- und Karstforschung Hessen e.V., Höhlenkataster Hessen, Froschmarkt 9, D-55129 Mainz, E-Mail gerhard.stein@hoehlenkataster-hessen.de; Stefan Zaenker, Landesverband für Höhlen- und Karstforschung Hessen e.V., Biospeläologisches Kataster von Hessen, Königswarter Straße 2a, D-36039 Fulda, E-Mail stefan.zaenker@hoehlenkataster-hessen.de.