

## Die Bedeutung der Brunnen für den Amphibien-Bestand Portugals

RUDOLF MALKMUS

Mit 4 Abbildungen

### 1. Zur Geschichte der Brunnen Portugals

Die Fläche des heutigen Portugal wurde bereits in präromanischer, spätestens jedoch in römischer Zeit weitgehend ihres Waldkleides beraubt, um als Acker- und Weideland genutzt zu werden. Da mit Ausnahme einiger vollhumider Inseln im Nordwesten die gesamte Region zwischen Juli und September nahezu niederschlagsfrei ist, wurde bereits in lusitanischer Zeit besonders entlang der nördlichen und mittleren Westküste ein Bewässerungssystem aufgebaut. Die 600jährige Römerherrschaft führte zur Durchkolonisation Iberiens und machte es zur wirtschaftlich reichsten Provinz des römischen Imperiums. Dies war nur möglich durch den Bau eines unübersehbaren Labyrinths von Kanälen und Rinnen entlang der Flüsse, so daß manche Gebiete (Tejo-Sado-Becken, Lissaboner Halbinsel bis Santarém) einem großen Fruchtgarten, wie er uns heute noch in der Nieder- algarve begegnet, glichen. Auf den Trockenfeldern (campo sequeiro) wurden Ziehbrunnen (cegonhas) gebaut, um die Grundwasserreserven der Nutzung zugänglich zu machen. Als im 8. Jhd. die Araber das Land einnahmen, wurde dieses Bewässerungssystem nicht nur übernommen, es kam dank des islamischen Bodenstatuts und Pachtwesens zu einer intensiven Aufparzellierung und Kleinnutzung der Flur, mit der eine große Zahl neuer „cegonhas“ und die durch die Araber mitgebrachten Göpelwerke errichtet wurden (LAUTENSACH 1960, KRESS 1968). Die christlichen Herrscher, die im Zuge der „reconquista“ Portugal zurückeroberten, waren nicht in der Lage, dieses Kulturland, besonders jenes südlich des Tejo, in seiner vorgefundenen Physiognomie zu erhalten: Ein Großteil der Bewässerungsanlagen in den Latifundien verfiel. Die meisten der heute noch bestehenden Brunnen haben ihren Ursprung in römischer und arabischer Zeit. Biologisch betrachtet, handelt es sich um anthropogen bedingte uralte Öko-Nischen, die in einzelnen Fällen ein Alter von 2000 Jahren aufweisen dürften (DIAS & GALHANO 1953, LAUTENSACH 1932).

### 2. Die wichtigsten Brunnentypen und ihre Verteilung im Lande

(a) „Cegonhas“ (das heißt „Störche“): meist kreisrunde zylindrische Tiefbrunnen, deren Inhalt durch ein eingefäßiges Brunnenschöpfergerät mit ungleicharmigem Hebel oder mit Blockrolle und Seilwinde nach oben gebracht wird. Der Schacht reicht bis zu einer wasserführenden Schicht, so daß das Wasser durch die offene Sohle eintritt. Der Wasserkörper hat gelegentlich eine Tiefe von drei

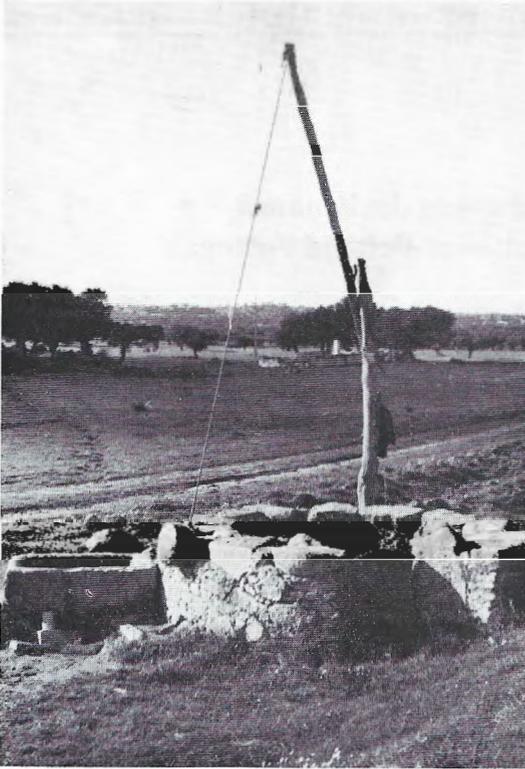


Abb. 1. Eine „cegonha“ im Alentejo, östlich Évora.

und mehr Metern und verliert im Laufe des Sommers regelmäßig über 50% seines Volumens. Selten trocknen Brunnen ganz aus, wie im extrem niederschlagsarmen Winter 1980/81 in manchen Teilen des Alentejo, des südlichen und mittleren Litorals. Der Brunnendurchmesser liegt zwischen 4 und 0,5 m. Besonders in regenarmen Gebieten mit hohen Verdunstungswerten überwiegen Brunnen mit schmaler Öffnung. Im Karst um Fátima, im Alentejo und Transgadianaland werden sie sogar mit Klappdeckel oder Steinplatten verschlossen. Die Innenwandungen sind aus Bruchsteinen hochgemauert, wodurch vornehmlich bei Schiefer und Kalk ein sehr großer Nischenreichtum entsteht. Neuere Brunnen werden meist aus Ziegelsteinen gebaut, die Wände mit Zement geglättet

(b) „Noras“. „Göpelwerke, die an einem endlosen Doppelseil eine ununterbrochene Folge von Tonkrügen oder Blechbüchsen aufweisen und von einem Zugtier in Bewegung gehalten werden“ (KRESS 1968). Heute wird das Zugtier fast durchweg von Diesel- oder Elektromotoren ersetzt. Dieser Brunnentyp wird nur aus Vollständigkeitsgründen erwähnt, da in ihm kaum Amphibien anzutreffen sind, was wohl auf die permanente Beunruhigung durch die das Wasser abziehenden Apparaturen zurückzuführen ist.

(c) „Albercas“, „poços“. In den Gebirgsregionen des mittleren und nördlichen Portugal begegnen wir im Zusammenhang mit Terrassenkultur häufig gemauerten Wasserbecken. In ihnen wird Quell-, Sicker- und Bachwasser aufgefangen und der abfließende Überlauf agrarwirtschaftlich genutzt. Es gibt „albercas“, deren Wasserstand durch eine Öffnung am Mauerfuß beliebig verändert werden kann; jene, die nur einen Überlauf besitzen, sind, sofern sie nicht einer Dorfgemeinschaft als Wäschebecken dienen, für unsere Untersuchungen von besonderem Interesse. Nicht selten zeigen die Brunnen natürliche Begrenzungselemente in Form von Felsabbrissen. In niederschlagsreichen höheren Regionen werden Brunnen oft aus mit Grassoden abgedichteten Erdwällen gebaut und dienen als Sammelstellen eines weitverzweigten Rieselwiesensystems (Serra do Gerês, Soajo, Montemuro, Barroso). In der Serra de Santo António werden Karstsickerquellen in tiefen Karreneinrissen aufgefangen und das Wasservolumen durch Zementaufsätze auf den Abflußrändern vergrößert. Südlich des Tejo trifft man nur in Gebirgen mit über 900 mm Jahresniederschlag (Serra de Monchique, Serra de Sao Mamede) „albercas“ in größeren Mengen an.

Alle drei Brunnenformen sind im gesamten hispano-muslimischen Raum vertreten. „Cegonhas“ stellen den auffallendsten Brunnentyp der weiten Ebenen südlich des Tejo, durchwirken in besonderer Dichte den durch parzellierte Polykultur charakterisierten Küstenstreifen der Extremadura bis Coimbra, behaupten sich im Portugiesischen Hauptscheidegebirge neben den hier zunehmend häufiger werdenden „albercas“ und prägen das Landschaftsbild des im Regenlee

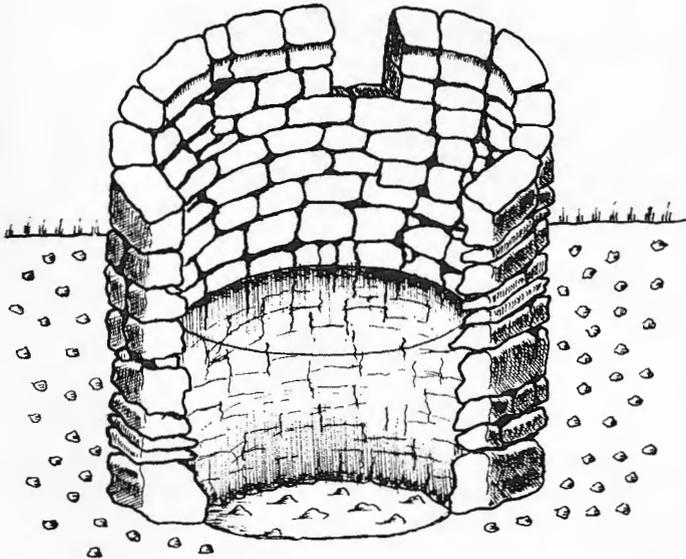


Abb. 2. Querschnitt durch eine „cegonha“.  
Well of the „cegonha“ type, cross-section.

liegenden spanischen Grenzlandes nach Norden über den Douro bis Bragança und Chaves. Im gesamten Bereich, der über 900 mm Niederschlag empfängt, dominieren die „albercas“. Oberhalb 1200 m sind kaum noch Brunnen anzutreffen, da hier Weidewirtschaft zur dominierenden Nutzungsform wird.

Brunnen bedürfen einer Pflege. Wie rasch Brunnen verfallen, zeigt derzeit die seit einigen Jahrzehnten zunehmende Zahl an Streusiedlungswüstungen der ostalgarvischen Bergzüge: Die Brunnen verwachsen, die Wandungen stürzen ein, Erdstürzungen folgen, das Wasser versiegt.

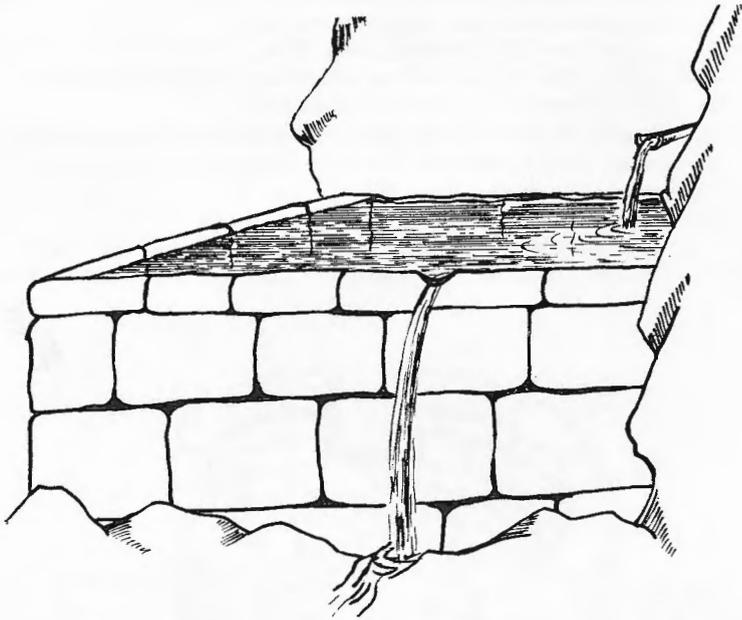


Abb. 3. Eine „alberca“ in N-Portugal.

### 3. Brunnen als Öko-Nischen

Mehr noch als natürliche Kleingewässer stellen die Öko-Nischen der „albercas“, insbesondere aber die der „cegonhas“, sehr klar umrissene und gegen die Umgebung abgegrenzte Einheiten dar. Der Einfluß abiotischer Umweltfaktoren, besonders kurzzeitiger Änderungen, hinterläßt bei den „cegonhas“ kaum Spuren. Untersuchungen zu saisonalen Wassertemperatur- und Wasserspiegelschwankungen, zur Durchlichtung und zum Chemismus dieser Gewässer liegen nicht vor. Die Wassertemperatur dürfte nur geringen Schwankungen unterworfen sein.

Ganzjährige Messungen in einem Brunnenbecken am Nordhang der Serra de Sintra weisen eine durchschnittliche Wassertemperatur von 12°C aus (min 8°C; max 14,5°C) (MALKMUS, im Druck). Diese Temperatur-Amplitude dürfte bei den „cegonhas“ noch geringere, bei den klimatischen Einflüssen zugänglicheren Karstbecken dagegen höhere Werte anzeigen. In vielen besonders schmalen „cegonha“-Schächten wird der Wasserkörper das ganze Jahr über nie direkt von der Sonne beschienen. Der Sauerstoffgehalt liegt in den „albercas“ durchwegs höher. Das Wasser beider Brunnentypen neigt mehr zur Oligotrophie. Steht der Wasserinhalt jedoch mit eutrophen Bächen oder Flüssen in Verbindung, so zeigt sich dies bereits in einer von dichten Algenwatten überzogenen Oberfläche. Becken besitzen ferner einen meist kleinen, stets strömungsstarken Teil, während in „cegonhas“ selbst starke Winde kaum Wasserbewegungen hervorrufen.

#### 4. Zur Flora und Fauna der Brunnen

Die Ränder der „albercas“ sind häufig überwuchert von Moosen, Lebermoosen und Farnen (*Osmunda regalis*, *Selaginella denticulata*, *Blechnum spicant*, *Phyllitis scolopendrium*, *Dryopteris borreeri*). In den Dauerbrunnen siedeln in dichtem Verwuchs submerse Pflanzen der Gattungen *Ceratophyllum*, *Ranunculus*, *Fontinalis*, *Elodea*, *Rorippa* und *Potamogeton*, die sich als günstige Laichplätze für Tritonen erweisen. Meterlange Grünalgen durchziehen die Wasserbehälter. Die Flora der „cegonhas“ ist vergleichsweise artenarm (Wasserstern, Wassermoose, *Ranunculus*, Grünalgen). Im Schiefer sind sie nicht selten völlig vegetationslos. Häufig ist die Oberfläche von einem dichten Film Wasserlinsen überzogen. Um die Verdunstung herabzusetzen, steht der Brunnen in der Regel im Schatten eines Baumes (*Quercus*, *Ficus*, *Tamarix*, *Olea*). Aus den Wandungen wächst dichtes Strauchwerk (*Nerium*, *Pistacia*, *Lonicera*, Brombeere) neben Mauerfugen-Farnen (*Polypodium vulgare*, *Asplenium billotti*, *Ceterach officinarum*, *Adiantum capillus*, *Cheilanthes catanensis*) und *Umbilicus rupestris*.

Werden die Brunnen nicht in den Dienst der Fischhaltung gestellt, was allerdings nur sehr selten geschieht, so müssen die Amphibien als die weitaus auffallendsten Faunenelemente gelten. Ihre Mitbewohner sind unverhältnismäßig klein: Turbellaria, Nematocera, Cladocera, Hydracarina und Larven von Ephemeroptera. Wasserkäfer und deren Larven, besonders aber Odonata-Larven, müssen als die Haupt-Prädatoren der Amphibienlarven angesehen werden.

Gelegentlich findet man auch *Natrix maura* in den Brunnen, ausnahmsweise auch *Mauremys caspica* (5. VI. 1980: Rib. das Ilhas nördlich Mafra; 23. III. 1978: bei Orca/Castelo Branco) und *Natrix natrix astreptophora*.

*Lacerta schreiberi* und *Podarcis bocagei* / *P. hispanica* begegnet man häufig an den Mauern der „albercas“ nördlich des Mondego, *Podarcis hispanica* und *Tarentola mauritanica* an den „cegonhas“ der Lissaboner Halbinsel, wo sich vereinzelt auch *Coluber hippocrepis* als hervorragende Mauerkletterin erweist.

Tab. 1. Verteilung der Amphibien in den beiden Brunnentypen in Portugal.  
Distribution of amphibians in two types of wells in Portugal.

Art	cegonhas	albercas
<i>Chioglossa lusitanica</i>	—	+
<i>Pleurodeles waltl</i>	+	+
<i>Salamandra s. gallaica</i>	+	+
<i>Triturus boscai</i>	+	+
<i>Triturus marmoratus</i>	+	+
<i>Rana perezi</i>	+	+
<i>Rana iberica</i>	+	+
<i>Alytes cisternasii</i>	+	+
<i>Alytes obstetricans boscai</i>	+	+
<i>Pelodytes punctatus</i>	+	—
<i>Pelobates cultripes</i>	+	—
<i>Discoglossus pictus</i>	+	+
<i>Bufo b. spinosus</i>	+	+

##### 5. Zur Amphibienfauna der Brunnen Portugals

Systematische herpetologische Erhebungen in südeuropäischen Brunnen sind bisher nicht durchgeführt worden, mit Ausnahme dreier Untersuchungen, in denen auf den Individuen- und Artenreichtum der alten, differenziert strukturierten mediterranen Polykulturen und die in ihnen stehenden Brunnen als wichtigstem Ort der Amphibien-Reproduktion dieser Agrarräume hingewiesen und dies durch quantitative Analysen belegt wird (MALKMUS 1979a, b, im Druck).

Außerungen, die allerdings nicht darüber hinausgehen, daß diese oder jene Art in Brunnenbecken anzutreffen sei, finden sich bei CRESPO 1971, SALVADOR 1974, ALMAÇA 1978 und ANDRADA 1980.

Auf ca. 50 umfangreichen Reisen und Hunderten kleiner Exkursionen in Portugal (1976-1981) untersuchte ich rund 1500 Brunnen. 245 waren von Amphibien beziehungsweise deren Larven bewohnt ( $\cong 16,3\%$ ). Diese geringe Anteiligkeit erstaunt, wenn man sie in Beziehung zu Ergebnissen in einer Region der Lissaboner Halbinsel setzt: Dort waren ca. 90% der „cegonhas“ mit Amphibien besetzt (MALKMUS 1979b). Diese Unstimmigkeit ist darauf zurückzuführen, daß der Kleinraum bei Lissabon über Jahre hinweg zu allen Jahreszeiten systematisch durchforscht werden konnte, während viele Brunnen des Großraumes „Portugal“ oft nur ein einziges Mal, zudem häufig noch außerhalb der Aktivitätszeit der Amphibien abgesucht wurden. Die Zahl der tatsächlich von Amphibien besiedelten Brunnen muß also weit höher veranschlagt werden.

Die Populationsgröße auf Art-Ebene dürfte bei den Tritonen im Durchschnitt zwischen 10 bis 50, bei *Rana perezi* bei vier bis sechs liegen. Die Durchführung brauchbarer quantitativer Analysen stößt jedoch wegen der Brunnentiefe, der ungünstigen Lichtverhältnisse, des häufig starken Bewuchses und ungeheueren Nischenreichtums der Brunnenwandung auf nahezu unlösbare Probleme.

Deshalb sollen sich die weiteren Untersuchungen auf die Artenkombinationen in den beiden Brunnentypen beschränken, wobei für die Artnamen folgende Abkürzungen Verwendung finden:

*Chioglossa lusitanica* BOCAGE (Ch), *Pleurodeles waltl* MICHAHELLES (Pw), *Salamandra salamandra gallaica* SEOANE (S), *Triturus boscai* (LATASTE) (Tb), *Triturus helveticus sequeirai* (WOLTERSTORFF) (Th), *Triturus marmoratus* (LATREILLE) (Tm), *Alytes cisternasii* BOSCA (Ac), *Alytes obstetricans boscai* LATASTE (Ao), *Discoglossus pictus* OTTH (D), *Pelobates cultripes* (CUVIER) (Pc), *Pelodytes punctatus* (DAUDIN) (Pp), *Bufo bufo spinosus* DAUDIN (B), *Bufo calamita* LAURENTI (Bc), *Hyla arborea molleri* BEDRIAGA (Ha), *Hyla meridionalis* BOETTGER (Hm), *Rana iberica* BOULENGER (Ri), *Rana perezi* SEOANE (R).

Von den 17 in Portugal nachgewiesenen Amphibienarten fehlen den Brunnen nur Bc/Ha/Hm und Th; Th ist aber mit hoher Wahrscheinlichkeit in „albercas“ bisher nur übersehen worden.

In 112 „albercas“ wurden folgende 29 Kombinationen von Amphibien beobachtet; in nahezu 50% der untersuchten Becken (55) befand sich nur je eine Art:

S: 20mal; Tb: 18mal; R: 5mal; Tm: 6mal; Ao: 3mal; Ac: 1mal; D: 1mal.

Zweier-Kombinationen:

Tb + S: 9mal; Tb + Tm: 7mal; Tb + Ac: 3mal; Tb + Ao: 1mal;  
Tb + R: 1mal; Tm + S: 3mal; Tm + R: 2mal; Tm + Ao: 1mal;  
S + R: 3mal; Ao + R: 1mal; S + Ri: 1mal.

Dreier-Kombinationen:

Tb + Tm + S: 5mal; Tb + Ao + S: 2mal; Tb + Ac + S: 1mal;  
Tb + Ri + S: 1mal; Tb + R + S: 1mal; Tb + Tm + R: 1mal;  
Tb + R + B: 1mal; Tm + S + Pw: 3mal; Tm + R + Ri: 1mal;  
Tm + Ao + S: 1mal; Tm + R + Ac: 1mal; Ac + R + S: 1mal.

Vierer-Kombinationen:

Tb + Ac + S + R: 1mal; Tb + Tm + S + R: 1mal;  
Tb + Ao + Tm + S: 1mal; Tb + Tm + Ao + R: 1mal;  
Tb + Tm + Pw + S: 1mal; Tb + Tm + Ch + R: 1mal.

In 137 „cegonhas“ fanden sich 17 unterschiedliche Artenkombinationen, allerdings in über 60% der Brunnen (84) nur je eine Art:

R: 47mal; Tm: 14mal; Tb: 14mal; S: 4mal; B: 3mal; Ac: 1mal; D: 1mal.

Zweier-Kombinationen:

R + Tb: 8mal; R + Tm: 7mal; R + B: 1mal; R + Ac: 1mal;  
S + Ac: 2mal; Tb + Tm: 13mal; Tb + S: 3mal; Tb + Ao: 1mal;  
Pw + B: 1mal.

Dreier-Kombinationen:

Tb + Tm + R: 3mal; Tb + R + S: 2mal; Tm + R + S: 2mal;  
Ac + R + S: 1mal; Tb + Tm + S: 1mal; Pw + Pc + Pp: 5mal.

Vierer- und Fünfer-Kombinationen:

Tb + Ac + Ao + R: 1mal; Tm + B + Ri + Ao + S: 1mal.

Die untersuchten „albercas“ und „cegonhas“ stehen mengenmäßig in einem ausgewogenen Verhältnis zueinander und liegen weitflächig über das gesamte Land verstreut, so daß ein Vergleich des Amphibienbesatzes der beiden Brunnentypen gewagt werden kann, sofern man regionalspezifische Kombinationen eliminiert. Das Verbreitungsbild der beiden Brunnentypen deckt sich zwar nicht, doch spielt die gesamt-zoogeographische Situation der westiberischen Herpetofauna insofern eine untergeordnete Rolle, als die in den Brunnen dominanten Arten in ganz Portugal verbreitet sind und in den 46 beobachteten Kombinationen nur zweimal fehlen.

Die Amphibienfauna der „cegonhas“ ist trotz höherer Artenzahl weit unformer. Über 50% der „albercas“, aber keine 40% der „cegonhas“ weisen

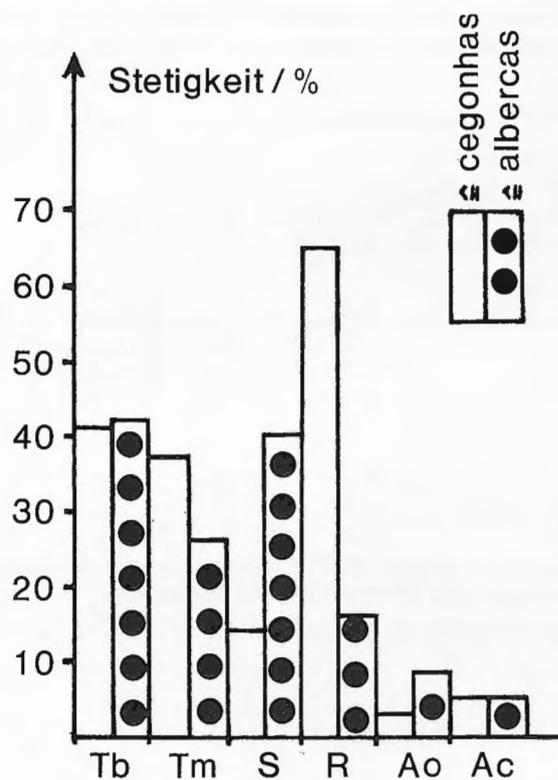


Abb. 4. Prozentualer Anteil von sechs Amphibienarten an zwei untersuchten Brunnentypen als Laichgewässer. — Tb = *Triturus boscai*, Tm = *Triturus marmoratus*, S = *Salamandra s. gallaica*, R = *Rana perezi*, Ao = *Alytes obstetricans boscai*, Ac = *Alytes cisternasii*.

Quota of six species of amphibians at two controlled types of wells (breeding sites).

Begleitarten auf. Die Zahl der realisierten Artkombinationen, aber auch die Populationsgrößen liegen in den „albercas“ bedeutend höher, insbesondere liegt die Zahl der Kombinationen, bei denen mehr als zwei Arten beteiligt sind, in den „albercas“ mit 18 über doppelt so hoch wie in den „cegonhas“ (8). Die Ursache hierfür ist vermutlich darin zu suchen, daß (a) die abiotischen — noch näher zu erforschenden — Voraussetzungen besonders in den oft völlig vegetationslosen Schieferzisternen für Amphibien ungünstig sind (die „cegonhas“ im Mesozoikum zeigen hingegen einen reichen Amphibienbestand), und (b) etwa ein Drittel des „cegonha“-Bereiches in den amphibienfeindlichen Latifundienflächen des Alentejo liegt, wo in den Brunnen meist *Rana perezi* als einzige Art mit einer Stetigkeit von 100% erscheint.

Die konstanteste Stetigkeit weist der iberische Endemit *Triturus boscai* auf (41% „cegonhas“, 42% „albercas“), was auf seine hohe ökologische Valenz hinweist; *Triturus marmoratus* ist stärker in den „cegonhas“ vertreten. Wenig verwundern wird die hohe Stetigkeit der Larven des *Salamandra s. gallaica* in den „albercas“ (40%), die häufig ökologische Komponenten von Quellbecken und Bergbachkolken aufweisen, gegenüber nur 14% in den „cegonhas“; diese bieten allerdings meist ungünstige Voraussetzungen für das Larvenabsetzen der Adulti. *Rana perezi* ist hingegen in den „albercas“ relativ selten (16%), während er in den „cegonhas“ die absolut dominante Art mit 65% Stetigkeit darstellt.

Als charakteristische Kombinationen der „cegonhas“ können gelten: Tm + Tb / R + Tb / R + Tm, als solche der „albercas“ Tb + S / Tb + Tm / Tb + Tm + S. Die Brunnen erweisen sich zweifellos als die bedeutendsten Laichgewässer der beiden Tritonen *Triturus boscai* und *T. marmoratus* in Portugal.

Die übrigen Begleitarten spielen eine vergleichsweise untergeordnete Rolle. Besonderer Erwähnung bedürfen jedoch einige regionalspezifische Kombinationstypen: (a) Serra de Santo António / Serra de Aire (Karstgebiete um Fátima): In der Polje von Minde, in der zur Regenzeit oft ein bis 3 km<sup>2</sup> großer Karstsee steht, befinden sich zahlreiche birnenförmige, mit einem Deckel verschlossene Zementzisternen, in denen ich stets die Kombination Pw + Pp + Pc in einem allerdings beklagenswerten Zustand vorfand: Dutzende halbverweste Kadaver, zum Skelett Abgemagerte, mit eiternden Hautabschürfungen, nur wenige unverseht (1./2. XI. 1979). Wie die Tiere in die verschlossenen Brunnen gelangten, ist schwer erklärlich. Eigentümlicherweise befanden sich zudem zwei Arten darunter, die im übrigen Lande Brunnen als Aufenthalts- und Laichplatz grundsätzlich meiden: *Pelodytes punctatus* und *Pelobates cultripes*. Für beide Arten befanden sich in unmittelbarer Umgebung genügend geeignete Ablaugewässer. (b) Serra de Santo António: Auf dem stark verkarsteten Plateau befinden sich bereits eingangs beschriebene Beckenkarren und Flachdolinien, die eine bemerkenswert individuenreiche Pw-Tm-S-R-Population als Reproduktionsgemeinschaft aufweisen, während im gesamten Karststock *Triturus boscai* eigenartigerweise zu fehlen scheint. (c) Serra de São Mamede: Die Verbreitungsbilder von *Alytes cisternasii* und *A. obstetricans boscai* weisen in Portugal eine ausgeprägte Vikarianz beider Arten aus: die erstere südlich des Tejo (mit einem Vorstoß in das Hügelland östlich Castelo Branco, wo es zu einer schmalen Berührungszone beider Arten kommt), die zweite nördlich des Tejo. Es gibt nur einen gesicherten Bereich sympatrischen Vorkommens südlich des Tejo: die Serra de São

Mamede (CRESPO 1971, 1979), wo ich am 5. II. 1978 in der Serra de Selada die Larven beider Arten im gleichen Brunnen antraf.

Das Vorkommen von *Alytes obstetricans* in der Serra de Monchique (SALVADOR 1974, ANDRADA 1980), einer zweiten Örtlichkeit möglicher Sympatrie südlich des Tejo, konnte trotz mehrjähriger intensiver Nachforschungen durch CRESPO und mich nicht bestätigt werden.

Die *Rana perezi*-Populationen fallen häufig durch ihre abweichende Farbgebung auf: Besonders im Alentejo und in den ostalgarvischen Gebirgen mangelt es den Tieren nicht selten jeglichen Grünanteils in einer Tracht differenzierter Brauntönungen. Bemerkenswert ist ferner die beachtliche Größe und der gute Ernährungszustand der Tiere sehr kleiner Populationen. Die Ethologie, besonders das territoriale Verhalten von *Rana perezi*-Populationen in Biotopen mit Ausweichflächen (HEUSSER 1969), ist mit Sicherheit Abwandlungen solchen Populationen gegenüber unterworfen, die einen eng umgrenzten, für sie nicht überschreitbaren Bezirk besiedeln (bei Vendas Novas befinden sich in einer „cegonha“ mit einem Durchmesser von 3 m 80 bis 100 Frösche). Welcher Art die Verhaltensmodulationen in solchen räumlich zusammengepackten Kolonien sind, bedarf noch detaillierter Untersuchungen.

#### 6. Die Bedeutung der Brunnen für die Amphibien Portugals

Für die Zeit einer weitgehend geschlossenen Bewaldung, wie sie vor Einwanderung des Menschen in den westiberischen Raum bestand, darf ein feines Netz überwiegend konstant wasserführender Bäche angenommen werden. Wie reich die Amphibienfauna auch südlich des Tejo einst war, zeigen heute noch durch Korkeichenhaine fließende kolkreiche Bäche in naturnahem Zustand. Mit einsetzender Entwaldung wurden zahlreiche konstante Gewässer zu temporären, manche versiegten ganz. Die intensive Sonneneinstrahlung und verdunstungsfördernden Windverhältnisse während der weitgehend niederschlagsfreien Sommer- und oft niederschlagsarmen Frühlings- und Herbstmonate machten eine künstliche Bewässerung unumgänglich. Bestimmte Typen der dadurch geschaffenen Sekundärgewässer wurden zu wichtigen Refugien für Amphibien, die nur überleben, wenn das für ihre Reproduktion nötige Gewässer vorhanden ist. Das Gewässer muß vor allem über den Zeitraum der Larvalentwicklung hinweg von Bestand sein.

In weiten Bereichen des Alentejo existieren solche Gewässer mit Ausnahme der „cegonhas“ nur in letzten Resten. Einst kontinuierlich bewohnte Areale mit ihren Verbreitungsschwerpunkten entlang verzweigter Bachsysteme zerfielen inselhaft zu Isolaten, die man geradezu als Agrar-Isolate bezeichnen könnte. Ihre Populationen stehen vielerorts mit Sicherheit nicht mehr miteinander in Verbindung. Oft gestattet das völlig denaturierte Umgebungsmilieu den Tieren nur einen sehr begrenzten Aktionsradius. Im Sommer ziehen sie sich vermutlich in ein permanent feuchtes Spaltensystem hinter den unteren Brunnenwandungen zurück. Das Fehlen von Amphibien — auch während der zentralen Reproduktionszeit — in zahlreichen „cegonhas“ südlich des Tejo deutet allerdings darauf

hin, daß sie mancherorts auf Dauer nicht einmal dem Existenzminimum dieser Tiere gerecht werden.

Infolge günstigerer klimatischer Bedingungen bieten die Brunnen des übrigen Landes den Amphibien-Populationen zuträglichere Voraussetzungen für ihr Überleben, ja für manche Gebiete, wie der Extremadura, muß hier wiederholt werden, was ich an anderer Stelle schrieb (MALKMUS 1979b): „So hat ein wahrscheinlich reicheres, durch Sekundärgewässer bedingtes rezentes Laichplatzangebot infolge seiner Streuung auf einer überwiegend agrarisch genutzten Fläche dennoch bei einem sogar möglichen Wachstum der Gradationen zu einer Flächenreduktion des ehemals besiedelten Areals geführt.“

Nach den bisher vorgetragenen Bemerkungen kann die Bedeutung der Brunnen für Portugals Amphibienfauna kurz zusammengefaßt werden: (a) Von 17 portugiesischen Arten wurden 13 in Brunnen nachgewiesen. Die beiden Brunnentypen der „cegonhas“ und „albercas“ stellen einen bedeutsamen Beitrag zur Verbreitungssicherung der Urodelen: Unter allen Amphibien-Kombinationen, die in 110 Brunnen beobachtet wurden, waren nur drei ohne Urodelen und zehn ohne einen Vertreter der Gattung *Triturus*. Die Froschlurche — mit Ausnahme von *Rana perezi* — trugen nur mit einem bescheidenen Prozentsatz zur Artenzusammensetzung bei. (b) Die Bedeutung der Brunnen muß regional differenziert beurteilt werden. Ist das Überleben mancher Amphibienarten im Alentejo weitflächig geradezu an das Vorhandensein der „cegonhas“ gebunden, so besitzt der Nordwesten des Landes eine große Zahl von Alternativgewässern, zumal die Brunnen selbst meist als künstlich geschaffene Kolke eines natürlichen Bachlaufes angesehen werden können. In erstgenannten Regionen ist das rezente Verbreitungsbild der brunnentypischen Amphibien wesentlich bestimmt durch die eingangs geschilderte, die ökonomischen Entwicklungen stark prägende historisch-politische Situation. (c) Benachbarte Primärgewässer oder andersgeartete Sekundärgewässer (Steinbruchtümpel, ephemere Pfützen) zeigen, bezogen auf die brunnentypischen Arten, eine fast durchweg geringere Individuenzahl und generell ein weniger reiches oder anders zusammengesetztes Artenspektrum. (d) Auf Agrarflächen verhinderte die Existenz von Brunnen größere „Löcher“ in einst kontinuierlich von Amphibien bewohnten Arealen. Im Alentejo kam es neben einer extremen „Verdünnung“ der einstigen Besiedlungsdichte zu weit verstreuten Isolaten. (e) Im Gegensatz zu anderen Kleingewässern scheint auch die Zukunft der Brunnen gesichert. Die überwiegend mehr als 1000 Jahre alte Agrarstruktur nördlich des Tejo und in der Algarve wird auch in Zukunft großräumig nur geringen Wandlungen unterworfen sein. Brunnenwüstungen treten selten und in der Regel nur in Verbindung mit der Aufgabe zugehöriger Siedlungen auf.

Vorstehende Ausführungen wollten vordringlich Anregung zu differenzierten Langzeit-Untersuchungen sein, in denen etwa Fragen zu klären sind nach den saisonalen Trends der Populationsdynamik, nach der Geschlechter-Relation der *Triturus*-Populationen (vgl. MALKMUS, im Druck), nach dem Verbleib der Amphibien während ihres Landaufenthaltes, nach der Besiedlungsfolge neu angelegter Brunnen, nach den Regulationsmechanismen der Populationsgrößen und ähnlichem mehr, ja überhaupt erst Anregung zu Untersuchungen der abiotischen Bedingungen, die in den Brunnen-Ökonischen herrschen.

## Zusammenfassung

Zwei Brunnentypen sind in Portugal Wesens-Elemente einer ca. 2000 Jahre alten Agrarstruktur: die „cegonhas“ und die „albercas“. Von ca. 1500 untersuchten Brunnen waren 245 mit Amphibien in 46 verschiedenen Kombinationen besiedelt. Charakteristische Kombinationen in den „cegonhas“ sind *Triturus marmoratus* / *Triturus boscai*, *Triturus boscai* / *Rana perezi*, *Triturus marmoratus* / *Rana perezi*, in den „albercas“ *Triturus boscai* / *Salamandra s. gallaica*, *Triturus boscai* / *Triturus marmoratus*, *Triturus boscai* / *Triturus marmoratus* / *Salamandra s. gallaica*. Von 17 portugiesischen Amphibienarten kommen 13 in den Brunnen vor. Die Brunnen liefern einen regional unterschiedlich bedeutsamen Beitrag zur Erhaltung der Amphibienfauna, besonders der Urodelen. Für manche Teile des Alentejo ist das Erscheinen von *Triturus boscai* und *Triturus marmoratus* von der Existenz der Brunnen als einzige Laichgewässer abhängig. Im Gegensatz zu anderen Kleingewässern scheint die Zukunft der Brunnen gesichert, wodurch ihre Bedeutung als Laichgewässer steigt.

## Summary

In Portugal two types of wells represent important elements of an about 2000 years old agricultural structure: "cegonhas" and "albercas". About 1500 wells had been controlled; 245 of them were inhabited by amphibians, "cegonhas" showing 17 different combinations, "albercas" 29. Characteristic combinations of species for "cegonhas" are *Triturus marmoratus* / *Triturus boscai*, *Rana perezi* / *Triturus boscai*, *Rana perezi* / *Triturus marmoratus*, for "albercas" *Triturus boscai* / *Salamandra s. gallaica*, *Triturus boscai* / *Triturus marmoratus*, *Triturus boscai* / *Triturus marmoratus* / *Salamandra s. gallaica*. 13 of the 17 Portuguese amphibians or their larvae could be found in the wells: *Chioglossa lusitanica*, *Pleurodeles waltl*, *Salamandra s. gallaica*, *Triturus boscai*, *Triturus marmoratus*, *Alytes cisternasii*, *Alytes obstetricans boscai*, *Discoglossus pictus*, *Pelobates cultripes*, *Pelodytes punctatus*, *Bufo bufo spinosus*, *Rana iberica*, and *Rana perezi*. The wells represent a regional different, but important contribution towards the preservation of amphibians, and especially urodeles. For some regions of the Alentejo the occurrence of *Triturus boscai* and *Triturus marmoratus* depends on the existence of wells, being the only breeding sites in these areas. In contrast to other habitats the future of the wells seems to be secured, so that their importance as breeding sites will still increase.

## Schriften

- ALMAÇA, C. (1978): Guia para uma excursão à Serra de Sintra. Anfíbios. — Sér. Ext. Cult. e Ensino, 14. Lisboa.
- ANDRADA, J. (1980): Guía de campo de los anfíbios y réptiles de la Península Ibérica. — 159 S. Barcelona.
- CRESPO, E. G. (1971): Anfíbios de Portugal continental das colecções do museu Bocage. — Arq. Mus. Boc., (2) 3 (8): 203-304. Lisboa.
- — — (1979): Contribuição para o conhecimento da biologia dos *Alytes* ibéricos, *Alytes obstetricans boscai* LATASTE, 1879 e *Alytes cisternasii* BOSCÁ, 1879 (Amphibia - Salientia). — 1: 1-227. Diss. Univ. Lisboa.
- DIAS, J. & GALHANO, F. (1953): Aparelhos de elevar a água da rega. Contribuição para o estudo do regadio em Portugal. — 263 S. Porto.
- HEUSSER, H. (1969): Ethologische Bedingungen für das Vorkommen von Territorialität bei Anuren. — *Salamandra*, 5: 95-104. Frankfurt am Main.

- KRESS, H. J. (1968): Die islamische Kulturepoche auf der Iberischen Halbinsel. — Marburg. geogr. Schr., 43: 1-393. Marburg.
- LAUTENSACH, H. (1932): Zur Geographie der künstlichen Bewässerung auf der Iberischen Halbinsel. — Geogr. Anz., 1932: 345-359, 419-424. Gotha.
- — — (1960): Maurische Züge im geographischen Bild der Iberischen Halbinsel. — Bonn. geogr. Abh., 28: 1-98. Bonn.
- MALKMUS, R. (1979a): Zur Faunistik und Ökologie der Amphibien und Reptilien in der Serra de Sintra/Portugal. — Nachr. naturwiss. Mus. Aschaffenburg, 88: 1-55. Aschaffenburg.
- — — (1979b): Herpetologische Untersuchungen in einem Agrargebiet in Portugal. — Bolm. Soc. port. Ciênc. nat., 19: 99-124. Lisboa.
- — — (1979c): Beitrag zur vertikalen Verbreitung der Herpetofauna Portugals. — Bolm. Soc. port. Ciênc. nat., 19: 125-145. Lisboa.
- — — (im Druck): Bemerkungen zu einer *Triturus boscai*-Population in einem Brunnenbecken der Serra de Sintra. — Bolm. Soc. port. Ciênc. nat., 20. Lisboa.
- SALVADOR, A. (1974): Guía de los anfibios y réptiles españoles. — 282 S. Madrid (Icona).

Verfasser: RUDOLF MALKMUS, Gartenstraße 21, 8751 Heigenbrücken.