

Hyla arborea (Linnaeus, 1758) – Europäischer Laubfrosch

Von

HANS SCHNEIDER und WOLF-RÜDIGER GROSSE

Diagnose. Kleiner Froschlurch mit grüner Oberseite und dunklem bis schwarzem Streifen entlang der Flanke, der im Bereich der Leiste eine markante, nach oben oder leicht nach vorne gerichtete Spange bildet. Körperunterseite der Weibchen meist weiß, die der Männchen mit Ausnahme der gelbgrün bis bräunlich gefärbten Kehle ebenfalls. Finger- und Zehenspitzen verbreitert und mit Haftscheiben. Pupille längs oval. Männchen mit kugeligem, kehlständiger Schallblase. Paarungsrufe aus Impulsgruppen mit jeweils ca. neun Impulsen. Tagsüber Aufenthalt auf Röhricht, Büschen oder Bäumen. Während der Rufperiode Männchen abends am oder im Wasser rufend.

Beschreibung. Äußere Merkmale: Die Oberseite des Körpers und der Extremitäten ist glatt und in der Regel auffallend grün gefärbt. Auf den Extremitäten reicht die grüne Färbung bis zur Hand- und Fußwurzel oder bis auf die basalen Abschnitte der Phalangen. Die peripheren Anteile der Finger und Zehen sowie die Unterseite der Gliedmaßen sind dunkel pigmentiert. Zwischen den Zehen der hinteren Gliedmaßen sind kleine Schwimmhäute ausgebildet. Die Bauchseite ist weiß, im caudalen Teil dunkelgrau und im Gegensatz zur Oberseite deutlich strukturiert (vergl. Titelbild bei BARANDUN 1996). Bei den Männchen ist die Kehle gelblich bis bräunlich gefärbt. Beim Rufen wird dieser Teil zur Schallblase aufgebläht, in der Ruhe bildet hier die Haut unregelmäßige Falten. Lokale Besonderheiten kommen vor. Z. B. ist bei den Laubfröschen aus der Umgebung von Dinar, Türkei, die Bauch- sowie die Innenseite der Extremitäten rot. Die Spitzen der Finger und Zehen sind knopfartig verbreitert und tragen auf der Unterseite Haftscheiben. Charakteristisch ist ferner der dunkelgraue bis tief schwarze Streifen auf der Körperseite. Er beginnt bei den Nasenöffnungen und schließt die untere Hälfte der Iris ein, da sie stärker pigmentiert ist als die obere. Das Trommelfell ist ebenfalls kräftig pigmentiert und hebt sich dadurch deutlich von der Umgebung ab. Vom Hinterrand der Mundspalte verläuft der schwarze Seitenstreifen weiter nach hinten bis zum Ansatz der Hinterextremitäten und markiert hier die Grenze zwischen der grünen Ober-

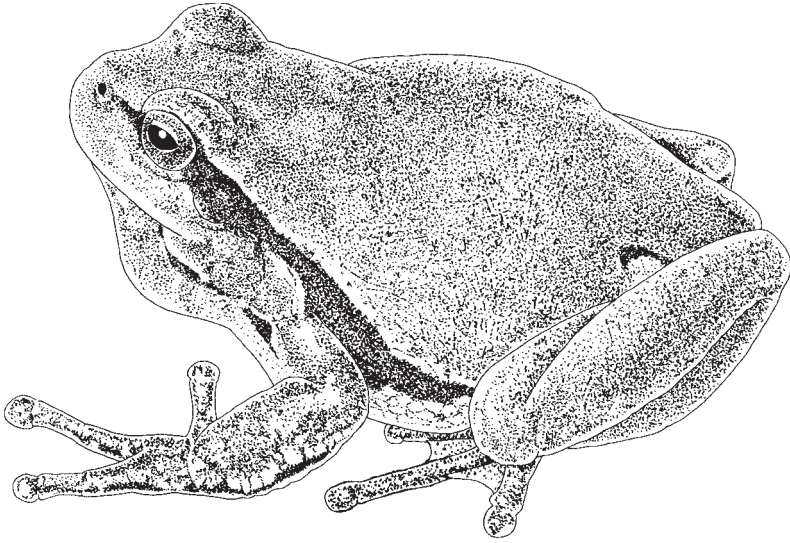


Abb. 1: *Hyla arborea*

und der hellen Unterseite des Körpers. Zum Rücken hin ist der Streifen klar abgegrenzt und von einem weißen Rand gesäumt, während auf der Bauchseite eine Übergangszone ausgebildet ist. Als markantes Merkmal ist am hinteren Ende des Seitenstreifens eine nach oben oder leicht nach vorn gerichtete Spange ausgebildet. Diese meist tief schwarze Leisten­spanne ist sehr auffällig, da sie weit in den grünen Bereich des Rückens hinein ragt. Üblicherweise wird sie als Hüftschlinge bezeichnet, doch kennzeichnet dieser Begriff weder das Aussehen noch die Lage des Merkmals.

Maße: Verfügbare morphometrische Angaben beziehen sich zumeist nur auf die Kopf-Rumpf-Länge und unterscheiden nicht zwischen Männchen und Weibchen. MATZ und WEBER (1983) geben für die Körperlänge 40–50 mm an, nach ENGELMANN et al. (1986) geht sie nur ausnahmsweise über 50 mm hinaus. Gemäß NÖLLERT und NÖLLERT (1992) liegt die Körperlänge meist zwischen 30–40 mm, selten über 45 mm. FOG et al. (1997) nennen eine Spanne von 33–50 mm, typisch seien ca. 40 mm. ARNOLD und OVENDEN (2002) stellen fest, dass adulte Laubfrösche bis 50 mm lang werden und die Weibchen tendenziell größer sind als die Männchen.

Gestützt auf große Stichproben bestimmten MÁRQUEZ-M. DE ORENSE und TEJEDO-MADUEÑO (1990) bei einer Laubfrosch-Population in der Nähe von El Cabaco, Salamanca, die KRL und fanden bei Männchen $\bar{x} = 38,9$ mm ($n = 66$), bei Weibchen $\bar{x} = 43,8$ mm ($n = 45$ mm). TESTER (1992) errechnete bei 19

weiblichen Laubfröschen aus der Schweiz für die Körperlänge $\bar{x} = 36,7$ mm bei einer Variationsbreite von 32–42 mm. Die Masse betrug $\bar{x} = 6,8$ g. VITTE (1994) ermittelte bei den auf der Schmidtenhöhe bei Koblenz von Mai bis Juli 1994 gefangenen 122 Männchen und 53 Weibchen die Körpergröße und -masse. Die Laubfrosch-Weibchen sind signifikant länger und signifikant schwerer als die Laubfrosch-Männchen. Bei den Männchen ergab sich als Durchschnittsgröße 41,6 mm (Variationsbreite 35,0–52,5 mm), für die Weibchen 44,2 mm (Variationsbreite 35,0–55,0 mm). Die durchschnittliche Körpermasse betrug bei den Männchen 6,1 g (Variationsbreite 4,0–10,0 g), bei den Weibchen 7,7 g (Variationsbreite 4,0–14,0 g). KYRIAKOPOULOU-SKKLAVOUNOU et al. (1992) fanden bei Laubfröschen von Halkidiki eine KRL von 41,78 mm, bei denen vom 200 km entfernten Kerkini 38,60 mm. Bei Laubfröschen aus anderen Regionen in Nord-Griechenland kamen KYRIAKOPOULOU-SKKLAVOUNOU und GRUMIRO (2002) zu folgenden Werten: Die KRL lag bei den Männchen zwischen 32,2 mm und 45,8 mm ($\bar{x} = 39,5 \pm 3,01$), bei den Weibchen zwischen 32,6 mm und 47,9 mm ($\bar{x} = 43,7 \pm 4,82$). BANNIKOV et al. (1977) ermittelten mehrere Messgrößen und bildeten Quotienten. Die Tibia wurde dabei nicht gemessen, obwohl sie ein wichtiges Merkmal ist und sich im Vergleich zu anderen Merkmalen sehr genau bestimmen lässt. Nach CRESPO (1972) ist bei *Hyla arborea* die Tibia signifikant kürzer als bei *Hyla meridionalis*. CÄRLIG et al. (2000) fanden bei einer Population im Naturreservat Codri in Zentral-Moldavien, die sie von 1993–1995 untersuchten, bei den Männchen eine Körperlänge von 44,9 mm bis 45,2 mm ($n = 86$ –163), bei den Weibchen von 48,2 mm bis 48,9 mm ($n = 21$ –74). Aus der großen und kaum variierenden Körperlänge der Laubfrösche folgerten die Autoren, dass sich die Population in einem guten Zustand befindet.

Schädel, Postkranialskelett: Der erste Sacralwirbel weist durch seine lateralen Fortsätze eine geringe artspezifische Verbreiterung im Bereich der Diapophysen auf. Das Urostyl ist lateral ohne Vorsprünge (aber mit Spina oss. coccygis) (SCHÄFER 1933, BÖHME 1977). Die Frontoparietalia des Schädeldaches sind im Bereich der Pars parietalis tief gekerbt und bleiben mit Ausnahme der Ränder knorpelig. Die Nasenbeine (Ossa nasalia) sind in oral-aboraler Richtung kurz, in lateraler breit. Der mediale Arm des Flügelbeines (Os pterygoid) ist lang, der Processus zygomaticus kurz (SCHÄFER 1933). Das Sphenethmoid hat einen einfachen Bau und weist nur schwache Turbinalfalten aus (BÖHME 1977). Es sind Kiefer- und Gaumenzähne ausgebildet. Die Kieferzähne stehen auf dem Maxillare und Praemaxillare in einer Zahnzeile und sind bei einer Fingerprobe deutlich spürbar. Das Dentale ist zahnlos. Die Gaumenzähne sind zahlreich und bilden ein Zahnfeld (VIERTEL 1986).

Haftscheiben: Das Hautpolster der Finger- und Zehenspitzen ist zu Haftscheiben verbreitert, die ein typisches Merkmal des Laubfrosches sind. Die

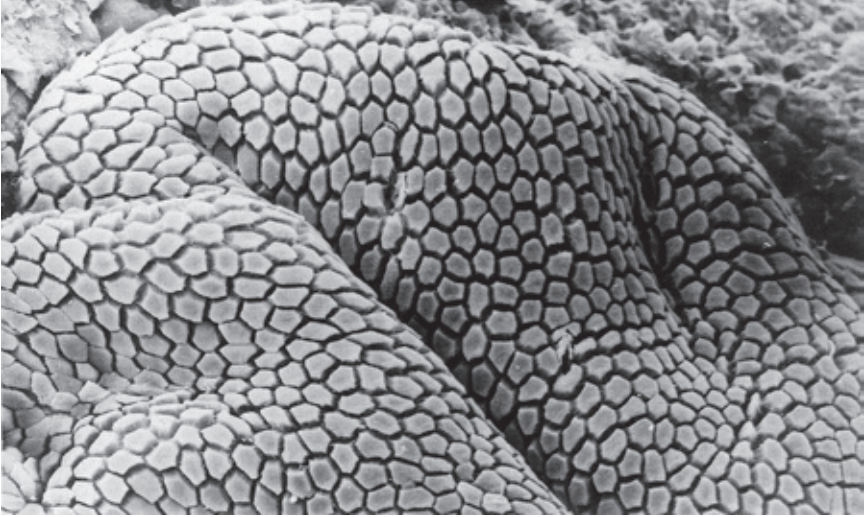


Abb. 2: Apikaler Bereich eines Haftballens in der REM-Übersicht. Vergr. 1000 x. Aufnahme LINNENBACH. Aus GROSSE (1994).

Haftscheiben werden durch knöcherne Endphalangen, die durch den Besitz eines Zwischenknorpels (Interarticularknorpel) verlängert werden, gestützt. Das erweist sich beim Klettern als vorteilhaft und ist beim sitzenden Laubfrosch äußerlich an den abgewinkelten Haftscheiben erkennbar. Die Haftscheiben selbst erweisen sich im rasterelektronischen Bild als ein mosaikartiges Feld pentagonaler, beziehungsweise hexagonaler Säulchen mit schwach konvexer Oberfläche und lamellenartigen Seitenwülsten (Abb. 2) (LINNENBACH 1985, GROSSE 1994).

Jedes Säulchen arbeitet nach dem Prinzip eines kleinen Saugnapfes, der im Zusammenspiel mit den anderen eine funktionstüchtige Haftscheibe ergibt und dem Laubfrosch das Klettern auf glatten und senkrechten Flächen ermöglicht. Weitlumige Schleimdrüsen unter dem Haftballen sowie die Anwesenheit zahlreicher Vesikel lassen auf eine zusätzliche sekretorische Unterstützung schließen (ERNST 1973a,b).

Hautdrüsen: Laubfrösche besitzen in der Haut merokrine Schleimdrüsen zum Befeuchten der Haut und holokrine Gift- oder Körnerdrüsen zur Abwehr von Feinden (GROSSE und LINNENBACH 1989). Die Schleimdrüsen sind sehr zahlreich, obgleich Laubfrösche sich häufig an Land und oft in praller Sonne aufhalten. Um beim Aufenthalt an Land eine übermäßige Flüssigkeitsabgabe zu vermeiden und der Gefahr der inneren Austrocknung zu entgehen, wird die Sekretabgabe durch einen Schließmechanismus kontrolliert. Er befindet sich

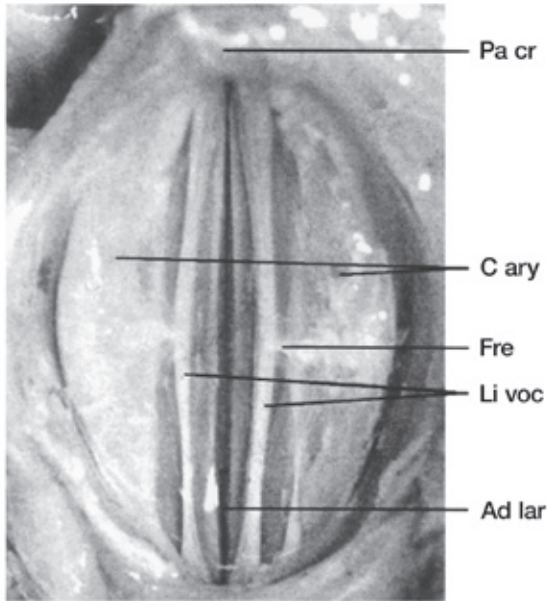


Abb. 3: Die Stimmbänder im Kehlkopf eines Männchens. Ansicht von caudal. *Ad lar* Aditus laryngis (Eingang des Kehlkopfes), *C ary* Cartilago arytaenoidea, *Fre* Frenulum labii vocalis, *Li voc* Ligamentum vocale (Stimmband), *Pa cr* Pars cricoidea der Cartilago crico-trachealis. Aus SCHNEIDER (1970). Mit Genehmigung des Springer Verlags, Berlin, Heidelberg.

am Ausführungsgang der Drüsen und besteht aus zwei Schließ-, mehreren Nebenzellen und Tonofibrillen. Die Giftdrüsen sind größer als die Schleimdrüsen und mitunter prall mit Sekret gefüllt. Dieses lässt im mikroskopischen Bild eine körnige Struktur erkennen; es enthält hämolytische Peptide und hat einen sauren pH-Wert.

Kehlkopf: Der Kehlkopf wirkt als Ventil, der den Luftstrom zwischen Mundraum und Lunge reguliert (SCHNEIDER 1970). Es besteht ein ausgeprägter Geschlechtsdimorphismus. Bei einem 48 mm langen Männchen misst der Kehlkopf in dorso-ventraler Richtung 9,5 mm, bei einem ebenso langen Weibchen 3,1 mm. Der Bau stimmt mit dem von *Hyla meridionalis* überein (vergl. Abb. 3, S. 5). Vier Paar Muskeln steuern den Kehlkopf und die Spannung der Stimmbänder: Musculus dilatator laryngis, M. hyo-laryngeus, M. sphincter anterior und posterior. Die Anordnung und Verbindung mit dem Skelett ist wie bei *Hyla meridionalis* (vergl. Abb. 4, S. 6.). Am Hinterende der Arytaenoide befinden sich die beiden Stimmbänder (Abb. 2). Sie sind dorsal und ventral fest mit den Arytaenoiden verbunden, außerdem besteht in der Mitte eine Verbindung durch das Frenulum labii vocalis. Die Stimmbänder repräsentieren den T-Typ, der außer bei den Hylidae auch bei den Ranidae und Pelobatidae vorkommt (SCHMID 1978). Sie enthalten keine Muskelfasern.

Alle vier Muskeln am Kehlkopf der Männchen haben die gleiche Feinstruktur, die sie als schnelle Muskeln ausweist (EICHELBERG und SCHNEIDER 1973): Die

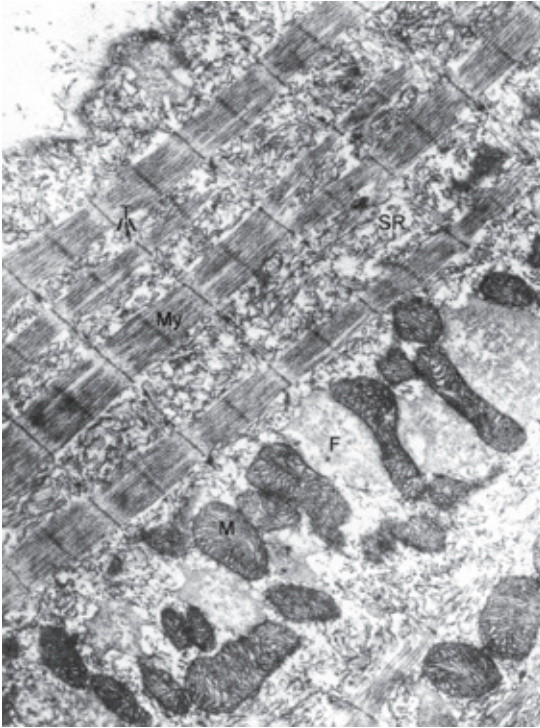


Abb. 4: Ausschnitt aus dem *M. dilatator laryngis*. *F* Fett, *M* Mitochondrium, *My* Myofibrille, *SR* Sarkoplasmatisches Retikulum, *T*. Triade. Vergr. 28000x. Aus EICHELBERG und SCHNEIDER (1973). Mit Genehmigung des Springer Verlags, Berlin, Heidelberg.

Muskeln sind reich an Lipoiden und Glykogen. Die Muskelfasern und Myofibrillen sind dünn, im Mittel beträgt ihr Durchmesser 220 μm (Abb. 4). Das sarkoplasmatische Reticulum ist beträchtlich und enthält viele Mitochondrien, die in Gruppen oder Bändern angeordnet sind

Die Anzahl der motorischen Endplatten ist hoch (Abb. 5). Im Bereich der Muskelfaser ist der Faltenapparat gut entwickelt, ferner sind viele Synapsenbläschen und Mitochondrien vorhanden (SCHNEIDER 1977).

Bei dem zum Vergleich herangezogenen *M. plantaris longus* der Hinterextremität ist der Durchmesser der Muskelfasern ca. zehn Mal, der der Myofibrillen ca. drei Mal höher als bei den Kehlkopfmuskeln. Das sarkoplasmatische Reticulum, die Anzahl der Mitochondrien und der motorischen Endplatten ist gering. Lipide fehlen fast vollständig, Glykogen ist nur in geringem Maß vorhanden. Nach Untersuchungen bei *Bombina bombina* (EICHELBERG und OBERT 1976) stellen die Lipide in den Kehlkopfmuskeln kein Fettreservoir dar, sondern eine direkt genutzte Energiequelle.

Bei den Weibchen sind ebenfalls vier Kehlkopfmuskeln vorhanden, die jedoch nur schwach ausgebildet und glasig, transparent sind (EICHELBERG und SCHNEI-

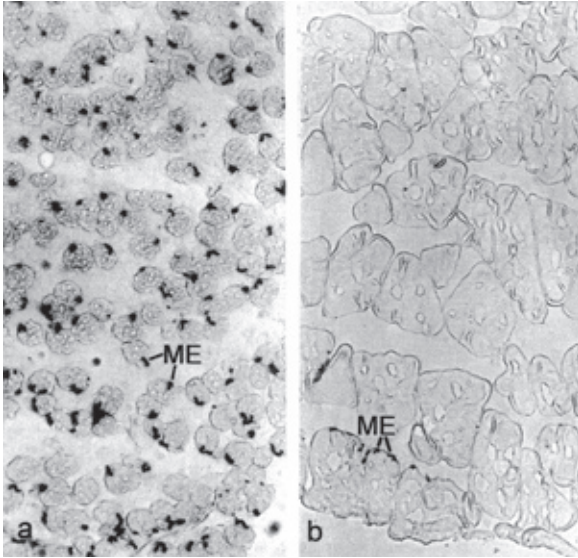


Abb. 5: Gefrierschnitt durch einen Kehlkopfmuskel (a) und den M. plantaris longus (b). Die Anzahl der motorischen Endplatten (schwarz) ist im Kehlkopfmuskel erheblich größer als im Extremitätenmuskel. Vergr. 80x. Aus EICHELBERG und SCHNEIDER (1973). Mit Genehmigung des Springer Verlags, Berlin, Heidelberg.

DER 1974). Drei Typen von Muskelfasern sind vorhanden: Am zahlreichsten sind dicke Muskelfasern wie im Beinmuskel. Ferner kommen mittlere Fasern vor sowie dünne wie in den Kehlkopfmuskeln der Männchen. Das Verhältnis der drei Muskelfasertypen entspricht etwa 9:3:1. Nur die dünnen Muskelfasern haben Merkmale schneller Muskeln. In einem bestimmten Streckenabschnitt einer dünnen Muskelfaser wurden 724 motorische Endplatten festgestellt, in einer mittleren Faser im gleichen Streckenabschnitt 274 und in einer dicken nur 22.

Durch elektrische Reizung bestimmte MANZ (1975) bei den Kehlkopfmuskeln der Männchen und Weibchen sowie dem M. plantaris longus die Fusionsfrequenz. Das ist die Reizfrequenz, bei der ein Muskel in einen glatten Tetanus übergeht. Je höher sie ist, umso schneller ist ein Muskel. Die Fusionsfrequenz ist temperaturabhängig. Alle vier Kehlkopfmuskeln der Männchen haben die gleiche, hohe Fusionsfrequenz. Bei 6 °C liegt sie bei den Muskeln der Männchen zwischen 30 und 50 Reizen/s, bei 24 °C zwischen 240 und 260 Hz. Die für diesen Temperaturbereich von 6 °C bis 24 °C berechnete Regressionsgleichung ist quadratisch, in dem kleineren Bereich zwischen 8 und 22 °C dagegen linear. Das ist auch der Temperaturbereich, in dem die Laubfrösche rufaktiv sind und in dem sich bei den Paarungsrufen die Dauer der Impulsgruppen und die Intervalle zwischen diesen linear verkürzen. Auch bei den vier Kehlkopfmuskeln der Weibchen sind die Fusionsfrequenzen gleich und bemerkenswert niedrig: 20 Hz bei 10 °C und 80 Hz bei 20 °C. Der M. plantaris longus ist mäßig schnell. Bei 6 °C lösen 20 Reize/s einen glatten Tetanus aus, bei 24 °C 120 Reize/s.