

Wasser als wichtige Ressource für den Zitronenzeisig *Carduelis citrinella*

Hans Märki

Francis Benoit zum 90. Geburtstag gewidmet

Wasser als essenzielle Ressource vermutet man vor allem bei Arten, die in Trockengebieten leben und bei solchen, die längeren Trockenzeiten ausgesetzt sind. Dass auch für den Zitronenzeisig *Carduelis citrinella* als mittel- und südeuropäischer Gebirgsvogel Wasserressourcen von wesentlicher Bedeutung sind, zeigt sich aufgrund von Klimadaten und Beobachtungen in ausgewählten Habitaten aus Spanien und dem Schweizer Jura. Der Zugang zu Wasser könnte selbst in niederschlagsreichen Gebieten ein wichtiger Faktor für die Wahl der Bruthabitate sein. Seine Bedeutung zeigt sich an der Häufigkeit, mit der Wasserstellen selbst ausserhalb von Trockenperioden besucht werden. Zitronenzeisige trinken bereits im zeitigen Frühjahr in der ersten Morgenstunde und entdecken selbst geringste Wasservorkommen. Wasser spielt offenbar eine sehr wichtige Rolle, was auch dadurch illustriert wird, dass bei dieser sozialen Art Aggressionen mitunter von Rufen begleitet werden, die nur bei sehr begrenztem Zugang zum Wasser geäussert werden. Zitronenzeisige besuchen über Jahrzehnte dieselben Stellen selbst dann, wenn sie sehr wenig und nur kurze Zeit Wasser anbieten. Das deutet auf ein ausgeprägtes Lern- und Erinnerungsvermögen hin. Der Wasserbedarf beruht – neben dem Verlust durch das Atmungssystem – wohl auf dem vorwiegenden Samenkonsum und der Salzaufnahme. Da der Zitronenzeisig als Gebirgsvogel hohe Temperaturen meidet, wirkt sich die Klimaerwärmung ungünstig aus. Sie dürfte vermehrt zu sommerlichen Wasserengpässen allenfalls mit Beeinflussung des Nahrungsangebots führen. Es zeigt sich, dass für die Habitatcharakterisierung des Zitronenzeisigs der Zugang zum Wasser auch in an sich niederschlagsreichen Regionen bedeutender ist, als bisher angenommen wurde und regional die Verbreitung stark mitbestimmen könnte.

Dass viele Singvögel gerne trinken und baden, ist allgemein bekannt, wird aber in der Literatur recht selten thematisiert. Bereits Stresemann (1929) stellt fest: «Über das Wasserbedürfnis der Vögel und die Folgen der Wasserentziehung liegen nur sehr wenige exakte Untersuchungen vor». Am ehesten gibt es heute physiologische Untersuchungen zum Wasserbedarf von Stand- und Zugvögeln in ariden Zonen (z.B. Carmi et al. 1996, Riddell et al. 2019). Seltener findet man ausführlichere Berichte von Feldbeobachtungen wie jener von Strautman (1958) zum Trinken bei kleinen Landvögeln und von Slessers (1970) zum Baden. Bartholomew und Cade (1963) sind die ersten, die sich eingehend mit dem Wasserhaushalt von Festlandvögeln beschäftigen. Sie weisen auch darauf hin, dass bei Charakterisierungen von Habitaten meist das Nahrungsangebot und kaum das Wasserangebot erwähnt werden. Zum in dieser Arbeit untersuchten Wasserhaushalt des Zitronenzeisigs *Carduelis citrinella* erwähnen Glutz von Blotzheim und

Bauer (1997) 70 Jahre nach Stresemanns Feststellung einzig, dass dieser gerne badet und trinkt.

Bei vielen Beobachtungen, nicht nur aus dem Sommer-, sondern auch aus dem Winterhalbjahr in der Südhälfte Spaniens, ist auffallend, wie oft Zitronenzeisige beim Baden oder Trinken beobachtet wurden (Polo und Paris 2007, Marc Förschler schriftlich, eigene Beobachtungen; Abb. 1).

Es fällt auf, dass der Zitronenzeisig auch in scheinbar geeigneten Gebieten oft nicht gleichförmig verteilt vorkommt und in als geeignet eingeschätzten Habitaten fehlt, ohne dass bisher dafür Gründe vermutet oder bekannt wurden. Inwieweit die permanente Verfügbarkeit von Wasser in Gebieten mit auch nur zeitweiser Trockenheit regional gleichfalls die Verbreitung mitbeeinflusst, ist unbekannt. Aufgrund verschiedener Beobachtungen in Gebirgen Andalusiens und im schweizerischen Jura sollen zur vermutlich unterschätzten Bedeutung des Wassers für den Zitronenzeisig einerseits



Abb. 1. Zitronenzeisigmännchen an Wasserstellen. Aufnahmen Julien Ruiz (oben links), Marc Fasol (oben rechts), Pierre Nowosad (unten links), Steve Covey (unten rechts).
Citril Finch males at water sources.

an ausgewählten Beispielen Habitate mit verschiedenem Wasserangebot und andererseits eine Reihe spezifischer Verhaltensweisen beim Trinken bei limitierter Wasserverfügbarkeit vorgestellt werden. Anschliessend werden Trinkbedürfnis und physiologische Aspekte näher betrachtet und ein Ausblick auf Auswirkungen von sich abzeichnenden Habitatveränderungen gegeben.

1. Wasserhaushalt einiger Habitate des Zitronenzeisigs

Während aus allen südspanischen Gebirgen östlich von Granada (Sierra Nevada 3482 m ü.M., Sierra de Baza 2269 m ü.M. und Sierra de Los Filabres 2168 m ü.M.) Winterbeobachtungen vorliegen (Benoit und Märki 2004), wurde der Zitronenzeisig nur in der Sierra Nevada als Brutvogel nachgewiesen (Garcia et al. 2003; Abb. 2). Vor allem die Sierra de Baza weist durchaus geeignet strukturierte, alte Bestände der Waldföhre *Pinus sylvestris* auf (Märki et al. 2012; Abb. 3). Die bisher in der Sierra Nevada gefundenen Brutvorkommen befinden sich in unmittelbarer Nähe von Wasservorkommen, die bis in den Sommer hinein oder ganzjährig Wasser füh-

ren (Märki et al. 2012). In den benachbarten Sierras de Baza und de Los Filabres ist die höchste Erhebung deutlich tiefer als in der Sierra Nevada und sowohl das Einzugsgebiet als auch die Niederschlagsmengen sind kleiner als in der Sierra Nevada. Das führt in potenziellen Habitaten zu jahreszeitlich frühem Austrocknen vieler Fließgewässer.

Die tiefere Lage der Sierras de Baza und de Los Filabres hat höhere Sommertemperaturen als in der Sierra Nevada zur Folge, was sich für den Zitronenzeisig als ungünstig erwiesen hat (Förschler et al. 2005). Die weiter nördlich dieser Gebirge gelegene Sierra de Segura (1993 m ü.M.) mit einigen (wohl auch noch unentdeckten) Brutvorkommen (Förschler und Kläger 2007, Pinedo und Martínez Iniesta 2011) erreicht flächenmässig die Sierra Nevada und ist deutlich wasserreicher. Die Sierras Nevada und de Segura erhalten gegenüber den Sierras de Los Filabres, wie auch de Baza, im Winterhalbjahr doppelt so viele Niederschläge (Abb. 4). Deshalb steht wohl in den Sierras Nevada und de Segura im Sommerhalbjahr eine entsprechend grössere Wasserreserve zur Verfügung. Abb. 4 zeigt, dass in den Brutgebieten der Pyrenäen (Hotspot!) und am Chasseral (Berner Jura) das ganze Jahr über hohe Niederschläge zu verzeichnen sind.



Abb. 2. Sierra Nevada, Andalusien: Tälchen mit einem kleinen Bach und aufgeforsteten Waldhöhen *Pinus sylvestris* südlich des PASSES Puerto de la Ragua (an der Provinzgrenze Almería–Granada) auf 2038 m ü.M. Die Bruthabitate liegen nordwestlich der Puerto de la Ragua. Aufnahme vom 27. Mai 2009, Hans Märki.

Little valley with a brook close to the breeding site of Puerto de la Ragua, Sierra Nevada, 27 May 2009.



Abb. 3. Sierra de Baza, Andalusien: Potenzielles Habitat des Zitronenzeisigs in einem lockeren Bestand von Waldhöhen *Pinus sylvestris* bei Prados del Rey auf 1880 m ü.M. Aufnahme vom 29. Mai 2009, Hans Märki.

*Possible breeding habitat with *Pinus sylvestris* in the Sierra de Baza, 29 May 2009.*

2. Verhaltensweisen des Zitronenzeisigs beim Trinken

Die Situation am südexponierten Hang des Chasserals (Schweizer Jura, 1607 m ü.M.) ist zwar bezüglich Niederschlagsmenge und Temperatur im Jahresverlauf ausgeglichener als in den von mediterranem Klima geprägten Habitaten in den Gebirgen in der Südhälfte Spaniens. Am ganzen vom Zitronenzeisig besiedelten Südhang gibt es aber infolge des wasserdurchlässigen Kalkuntergrundes ganzjährig keine fliess- oder stehenden Gewässer. Schmelzwasser fliesst ab und versickert bereits nach 2–3 m. Sobald der letzte Schneerest geschmolzen ist (in den letzten Jahren Ende Mai oder anfangs Juni, vor 1980 in einigen Jahren erst Ende Juli), existieren dort keine natürlichen Wasserstellen mehr. In manchen Sommern treten länger dauernde Trockenperioden auf, die sich durch die Klimaerwärmung akzentuieren (Fischer et al. 2016, Weingartner und Rössler 2016, Glutz von Blotzheim 2018). Fehlt Tau, sind am Südhang die Brunnen die einzigen permanenten Wasserstellen. Seit Jahrzehnten ist bekannt, dass sich Vorkommen des Zitronenzeisigs um die Sennereien konzentrieren, so zum Beispiel im Gebiet der Freiburger Alpen (Schaller 1993). Für die Besiedlung der östlichsten Vorkommen im Alpenraum durch den Zitronenzeisig ist die Erreichbarkeit von offenem Wasser entscheidend (Mieslinger und Schuster 1996).

Die grösste lockere Kolonie des Chasseral-Südhangs (1971: 16–20 Paare; Hans Märki unpubliziert) befand sich um den an der Waldgrenze gelegenen Stall Vieux Chalet mit Viehtränke auf 1440 m ü.M. Anfänglich wurde vermutet, dass die Ansammlungen des Zitronenzeisigs bei den Sennereien vor allem auf die reichlich Sämereien bietende Lägervegetation mit Gutem Heinrich *Chenopodium bonus-henricus* und Grosser Brennnessel *Urtica dioica* zurückzuführen seien. Als Erklärung für die langjährige Standorttreue wurde auch das Angebot an Mauersalpeter (Kalziumnitrat $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) vermutet, der aus dem Kalkmörtel der Stallwände ausblüht. Indessen wird heute nur mehr Zementmörtel verwendet, der je nach Zusammensetzung kaum Ausblühungen bildet, und die Zitronenzeisige sind geblieben. Bald liess sich feststellen, dass nicht nur an warmen Sommertagen der randvoll gefüllte Brunnen die Hauptattraktion im Bereich der Sennereien darstellt.

Obschon die zum Beringen vor den Brunnen platzierten Japannetze (wie bei Polo und Paris 2007) von den Vögeln gesehen wurden, verfangen sich einige mehrmals am ersten Fangtag und am Folgetag. Wenn das Netz den Brunnenrand berührte, gelang es zuweilen einzelnen Zitronenzeisigen sogar, auf dem Brunnenrand zu landen und durch die Netzmaschen zu trinken. Ab den späten 1990er-Jahren wurden die Brunnenröhrer nicht mehr randvoll gefüllt, da ein mechanischer

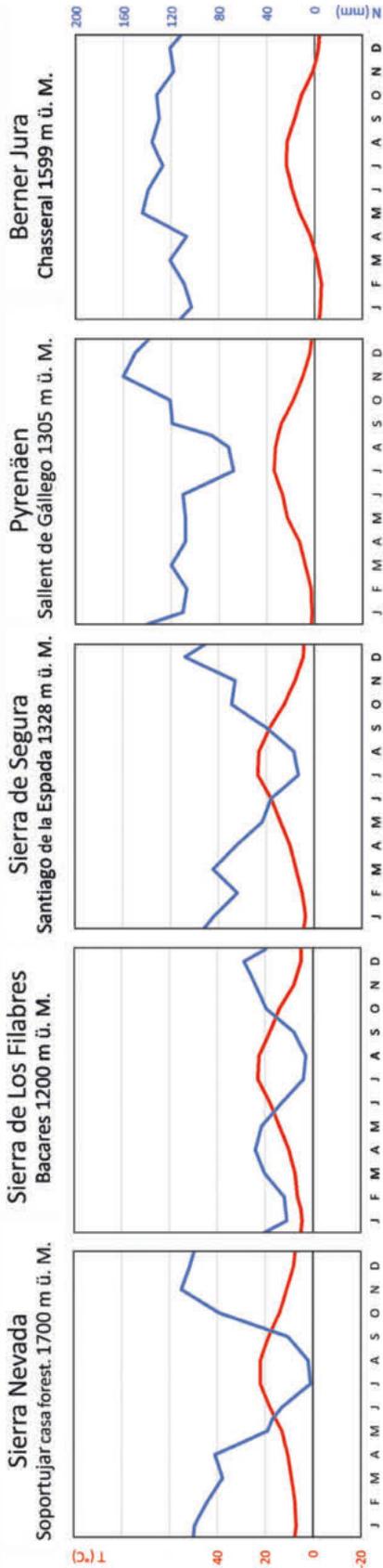


Abb. 4. Brutverbreitung des Zitronenzeisigs (oben) und Klimadiagramme der erwähnten Untersuchungsgebiete (unten). Oben: grüne Flächen: Brutgebiet des Zitronenzeisigs (nach BirdLife International 2020, ergänzt). A = Kartenausschnitt Andalusien siehe oben links, P = Pyrenäen, J = Kartenausschnitt Berner Jura siehe oben rechts. Klimadiagramme mit mittleren Monatstemperaturen (T) und Niederschlägen (N) von links nach rechts: Andalusien (Sierras Nevada, de Los Filabres und de Segura), Pyrenäen und Berner Jura (nach Rivas-Martinez und Rivas Sáenz 2020 und MeteSchweiz 2020). Satelliten-/Luftbilder von Google Earth. *Breeding areas of the Citril Finch and study areas with the corresponding climate diagrams.*



Abb. 5. Zitronenzeisig beim Brunnentrog mit verschlossenem, aber doch tropfendem Ausgussrohr (Pfeil) und flaches Gefäß mit Wasser auf dem Chasseral, Berner Jura. Aufnahme vom 28. August 2016, Hans Märki.
Citril Finch at the well trough with a plugged but dripping spout (arrow). Flat vessel with water.

Wasserstandregler eingebaut wurde und so der Wasserstand etwa 15–20 cm unter dem Brunnenrand zu liegen kam. So erreichten die Zitronenzeisige das Wasser vom Rand des Brunnentrogs aus nicht mehr und waren gezwungen, andere Wasservorkommen zu nutzen. Die Brunnen bei den Sennereien werden auch erst beim Alpauftrieb des Viehs installiert, meist in der ersten Junidekade.

Eine von Samuel Siegenthaler 1959 nahe Vieux Châlet eingerichtete Tränke in einer Vertiefung eines Felsblocks (Durchmesser 14 cm, Inhalt ca. 800 ml) wird noch heute besucht. Dort sammelt sich etwas Regenwasser. Obschon dort bei trockenem Wetter nach wenigen Tagen alles Wasser verdunstet, hatten sich die Zitronenzeisige diese Stelle gemerkt. Bereits kurz nachdem die trocken gefallene Vertiefung von Hand mit Wasser aufgefüllt wurde, tranken die Vögel auch dort. Die Zitronenzeisige kennen offensichtlich die Wasservorkommen, auch wenn sie über längere Zeit kein Wasser anbieten. Ausserhalb der sommerlichen Trockenperioden, und nur wenn der Nordostwind den Tau nicht rasch trocknet, können die Vögel Regenwasser und Tau nutzen, dies aber an sonnigen Tagen nur in den Morgenstunden.

Wie gross das Bedürfnis zu trinken auch bei tiefen Temperaturen ist, zeigt sich auch daran, dass sich am 29. März 2019 drei Vögel bereits zwischen 8.10 und 8.30 Uhr (Winterzeit) bei 2 °C an einem kleinen Schmelzwasservorkommen zum Trinken einfanden.

Trotz relativ tiefen Temperaturen (maximal 14 °C) innerhalb einer längeren Trockenperiode erschienen

am 26. Juli 2015 gegen Mittag neun Zitronenzeisige an einem Brunnen bei der am Südhang gelegenen Métairie de La Neuveville auf 1453 m ü.M., wo sie infolge des tiefen Wasserstandes das Wasser nicht erreichen konnten. Sie versuchten, quer und längs zum Brunnentrog fliegend, in ungeschicktem kurzem, einem Rüttelflug ähnlichem Flug ans Wasser zu gelangen, was nicht zu genügender (wenn überhaupt) Wasseraufnahme führte. Nach wenigen Minuten näherte sich eine Gruppe von 35–40 Rindern, begleitet von neun Zitronenzeisigen mit auffallend unruhigem, aufgeregtem Verhalten zum Trinken dem Brunnen. Nach dem Trinken war das Wasser im Brunnentrog nur noch 1–3 cm tief. Kaum hatten die Rinder den Brunnen verlassen (sie tranken so dicht aneinander gedrängt, dass kein Platz mehr für einen Vogel zwischen ihnen blieb), flogen die Zitronenzeisige in den Brunnen, um zu trinken. Offensichtlich hatten sie bereits früher gelernt, dass durch die Rinder das Wasser auf ein für sie günstiges Niveau gesenkt wird. Seither konnte dies nicht mehr beobachtet werden, da eine neue Wasserzufuhr den Brunnen nach dem Trinken der Rinder zu rasch auffüllt.

Wie bedeutend offenbar Wasser ist, zeigte sich im gleichen Gebiet auch am 26. Juli 2001: Auch dann war das Wasser im Brunnentrog nicht erreichbar. An einer Zuleitung gab es aber eine undichte Stelle, an der sich alle rund 15 Sekunden ein Wassertropfen bildete. Diesen erreichten die Vögel nur im zeitgerecht angesetzten Rüttelflug. Es fanden sich jeweils bis zu fünf Vögel in einer Warteschlange unterhalb der undichten Stelle auf einem Draht ein, von dem aus sie zum fast kolibriartig



Abb. 6. Zitronenzeisige beim Trinken auf schwimmendem Brettchen und Tannenzweig im Brunnentrog auf dem Chasseral, Berner Jura. Aufnahme vom 28. August 2016, Hans Märki.
Citril Finches drinking on a floating wooden board and pine branch in the well trough.

erscheinenden Rüttelflug starteten. Der Wasseraustritt war so gering und durch die Vegetation verdeckt, dass ich erst durch das Verhalten der Vögel auf diesen aufmerksam wurde. Ein Jahr später war diese undichte Stelle repariert, dafür tropfte es an anderer Stelle mit noch längerem Intervall bis zur Tropfenbildung. Auch diese, wieder durch die hohe Krautvegetation verborgene Stelle hatten die Zitronenzeisige entdeckt – möglicherweise auf der Suche nach der Stelle, an der im Vorjahr Wasser austrat.

Bei der Métairie de La Neuveville steht der Brunnentrog auf Stützen, so dass unter dem Trog ein Freiraum von 30 cm bleibt, der nicht mit dichter Vegetation bewachsen ist. Das Wasser kann durch eine Öffnung im Boden für die Reinigung abgelassen werden. Diese Öffnung wird durch einen Holzpfropfen verschlossen, der aber nicht völlig abdichtet. Am 28. August 2016 flogen die Zitronenzeisige zum Trinken nicht, wie oft üblich, auf den Brunnenrand, sondern 1–2 m neben dem Brunnentrog auf den dort vegetationslosen Boden. Danach hüpfen sie unter den Trog, genau an die Stelle, an der sich im etwa 12-Sekunden-Rhythmus ein Tropfen bildete (Abb. 5). Am Boden stehend, konnten sie den Tropfen nicht erreichen, sondern sprangen jeweils kurz bevor der Tropfen fiel hoch, um diesen zu trinken. Nachdem ich einen Stein unter die Austrittsstelle des Wassers gelegt hatte, erreichten die Vögel den sich bildenden Tropfen, auf dem Stein stehend, direkt. Im Bereich des Landplatzes und unmittelbar unter dem Brunnen in einem flachen Gefäss (Blumenuntertopf) dargebotenes Wasser wurde sogar dann nicht getrunken, wenn sie nur

20–30 cm daneben landeten, den Kopf in Richtung der spiegelnden Wasserfläche drehten und offensichtlich, wie auch das kurze Innehalten zeigte, die Veränderung bemerkten. Sogar wenn dieses mit wenig Wasser gefüllte Gefäss so unter den Brunnen gestellt wurde, dass es das tropfende Wasser auffing, merkten adulte Vögel entweder gar nicht oder erst nach langer Verweildauer, dass sie im Gefäss viel leichter zum Trinken gekommen wären. Andere sahen einem etwa 2 m neben dem Brunnen platzierten, aus dem Gefäss trinkenden Vogel zu, hüpfen dann aber doch an die gewohnte Stelle unter dem Brunnentrog, obschon der aus dem Gefäss trinkende Vogel unterdessen weggeflogen war. Mehrmals standen Altvögel auf dem Rand des flachen Gefässes unter dem tropfenden Rohr, so dass sie mit den Zehen das Wasser berührten, und warteten dennoch auf den sich bildenden Tropfen, ohne aus dem Gefäss zu trinken. Jungvögel hingegen merkten oft nach kurzer Zeit, dass Wasser im flachen Gefäss war und tranken daraus, häufig aber erst, nachdem sie zuerst auch auf den fallenden Tropfen gewartet hatten.

Dass die Jungvögel das bereitgestellte Wasser eher erkannten als die Adulten, beruht wahrscheinlich auf der längeren (bereits aus dem Vorjahr stammenden?) Gewöhnung der Altvögel an die Wasserquelle. Da die Zitronenzeisige nur selten einzeln beim Brunnen erschienen, war es offensichtlich, dass aus dem Gefäss trinkende Vögel von anderen beobachtet wurden. Diese tranken in der Folge oft (aber nicht immer) am neuen Ort. Erst ab 2018 konnten an dieser Stelle beobachtet werden, dass mehrere Vögel Wasser im wiederholt

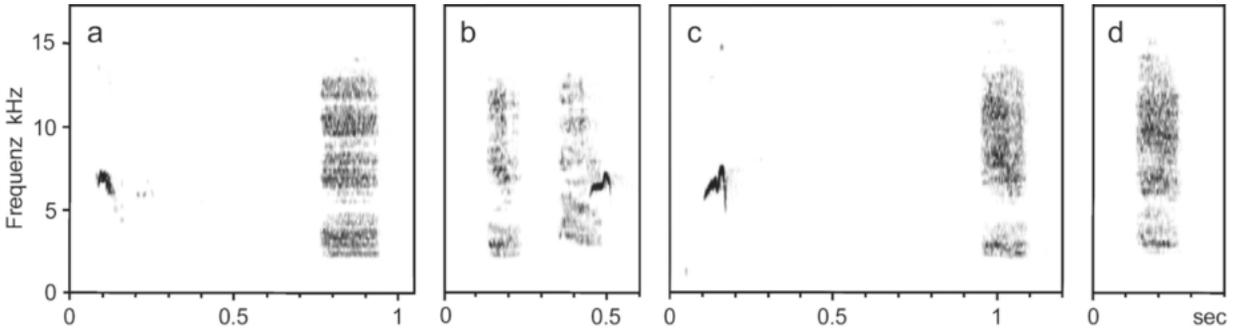


Abb. 7. Geräuschartige «Tsché»-Aggressionsrufe eines diesjährigen Zitronenzeisigs beim Verjagen eines anderen diesjährigen Zitronenzeisigs an einem Brunnentrog mit beschränktem Zugang zum Trinken. Abgebildet sind vier Ausschnitte aus einer 32-Sekunden-Filmsequenz. Die kurzen Rufe (bei ca. 7 kHz) kurz vor oder unmittelbar nach dem Aggressionsruf (lange Bande) in den Abschnitten a, b und c stammen wahrscheinlich vom verjagten Vogel. Ein Ausschnitt der Aufnahme ist hier abrufbar: www.xeno-canto.org/619840. Chasseral, 12. August 2020. Aufnahme Hans Märki, Sonagramm Gaston Adamek. *Noise-like «Che» aggression calls of a current year's citril finch chasing away another current year's citril finch at a well trough. The short calls (at about 7 kHz) just before or immediately after the aggression call (long band) are probably from the chased bird.*

ausgeführten Rüttelflug vom nassen Abflussrohr aufnehmen. Ein Vogel konnte sich bis zu 30 Sekunden an das Rohr klammern, den Rücken fast dem Boden zugewandt. Glutz von Blotzheim und Bauer (1997) erwähnen, dass der Zitronenzeisig festen Stand braucht, um sich an Futterpflanzen zu klammern. Dies gilt offenbar auch unter den geschilderten Umständen. Im August 2020 fiel unter dem Brunnen der Tropfen in die kurze Vegetation, wo er sich beim Aufprall in kleine Spritzer teilte. Diese netzten dadurch die Pflanzen im Umkreis des Aufprallortes. Selbst diese kleinen, in den Pflanzen verteilten Tropfen wurden von vielen Zitronenzeisigen aufgenommen. Einer versuchte in den benetzten Pflanzen zu baden; ein anderer nutzte dazu jeden auf seinen Rücken gefallenen Spritzer. Am 24. Mai 2019 badete gegen Mittag ein adultes Weibchen nach dem Trinken in einer nur rund 0,5 cm tiefen, kleinen Pfütze. Der Mai 2019 zeigte sich anhaltend kühl und regional sehr sonnenarm und war mit einem landesweiten Monatsmittel von 6,1 °C der kühlste Mai der letzten 30 Jahre (MeteoSchweiz 2019).

Um den Zitronenzeisigen den Zugang zum Wasser im Brunnen zu ermöglichen, legte ich einen hölzernen Zaunpfahl schräg in den Brunnentrog, so dass er sich nicht bewegte und deutlich aus dem Wasser ragte. Die Vögel nutzten zunächst die gewohnte Wasserquelle unter dem Brunnentrog. Erst nach einer gewissen Zeit landeten sie auf dem Brunnenrand. Das Zuwenden und Schrägstellen des Kopfes zum Zaunpfahl und zum Wasserspiegel hin zeigten an, dass sie die Veränderung aufmerksam beobachteten. Nach mehrmaligem Landen auf dem Brunnenrand bildete sich – nachdem der erste Vogel den so geschaffenen Zugang zum Wasser entdeckt hatte – eine Warteschlange auf dem Zaunpfahl und der trinkende Vogel wurde nach drei- bis viermaligem Trin-

ken vom nächstwartenden weggedrängt. Ins Wasser gelegte etwa 1 m lange lange Zweige der Tanne *Abies alba*, deren Enden teilweise aus dem Wasser ragten und den Brunnenrand tangierten, wurden erst nach intensiver Musterung vorerst von einem Vogel genutzt, um zum Wasser zu gelangen. Nachdem andere sahen, dass sie so ans Wasser gelangen können, «stürzten» sich mehrere Zitronenzeisige auf die Zweige, um zu trinken.

In den Brunnen gebrachte Holzbretter von etwa 15 × 30 cm Grösse bewegten sich auf der Wasseroberfläche durch den Wind und die Wasserströmungen hin und her. Landeten Zitronenzeisige auf dem Brunnenrand oder einem nahen Draht, betrachteten sie oft bis 2 Minuten lang die neue Situation, ohne die Gelegenheit zum Trinken zu nutzen. Die Vögel streckten sich und beobachteten die schwimmenden Objekte, nutzten sie als sicheren Landeplatz aber erst, als sie sich nicht mehr bewegten. Dieser neue Zugang zum Wasser wurde von mehreren Vögeln gleichzeitig genutzt, dies aber erst, als der erste Vogel es gewagt hatte, die neue Möglichkeit auszuprobieren und so zum Wasser gelangte. Dasselbe wiederholte sich, als kleine Tannenzweige auf die Brettchen gelegt wurden (Abb. 6). Einzelne Vögel beobachteten aus 1 m Distanz mehr als eine Minute lang die trinkenden Artgenossen, flogen dann aber doch zur gewohnten Stelle unter den Brunnentrog.

Ein weiteres klares Zeichen für die Wichtigkeit von Wasser als Ressource ist auch die Tatsache, dass bei räumlichen Verhältnissen, die nur einem einzelnen Vogel das Trinken ermöglichen, mitunter – aber lange nicht immer – Rufe zu vernehmen sind, die nach jetziger Kenntnis nur in dieser Situation zu hören sind. Der häufigste (Abb. 7) kann am ehesten mit einem hochfrequenten sperlingsartig klingenden Tsché» [phonetisch: tʃe] oder «Tschché» [tʃɛ] beschrieben werden, der äh-

lich, aber weicher tönt als ein Ruf des Feldsperlings *Passer montanus*. Es ist ein Aggressionsruf, der beim Verjagen von Konkurrenten abgegeben wird. Inwieweit der bei eingeschränkten Raumverhältnissen beim Trinken zu hörende Aggressionsruf «Tsché» oder «Tschché» und die diesen begleitenden Rufe nur in dieser Situation auftreten, muss noch überprüft werden. Ob das bei Bergmann et al. (2008) bei aggressiven Auseinandersetzungen erwähnte «Chrrai» mit dem «Tsché» oder «Tschché» übereinstimmt, lässt sich nicht sagen, da davon weder ein Tondokument noch ein Sonagramm vorliegen. Bei den Tonaufnahmen von Bergmann und Helb (1982), Roché (1990), Glutz von Blotzheim und Bauer (1997), Bergmann (2008), eBird (2020) und Xeno-canto (2020) konnten diese Rufe nicht gefunden werden, doch wird dort nur ein Teil der vielfältigen stimmlichen Äusserungen des Zitronenzeisigs wiedergegeben.

Vor diesem Ruf kann leise ein weiches «Sziré» [stsire] (etwas an den Flugruf eines Girlitz *Serinus serinus* erinnernd) und nachher ein «Tschetsi» [tʃɛtsi] (vom verjagten Vogel?) vernommen werden. Oft trinken mehrere Zitronenzeisige (aus derselben Familie?) dieser ausgeprägt sozialen Art auf kleinstem Raum, wobei in vielen Fällen nicht einmal ein Drohen durch Sich-Ducken und gleichzeitigem Schnabel-Aufsperrern auftritt. Wenn sich viele Vögel in engem Abstand an der Wasserstelle scharen, kommt es auch zu amüsanten Szenen: Ein am Abflussrohr im Rüttelflug trinkender Zitronenzeisig landete auf dem Rücken eines anderen, der genau unter dem Abflussrohr am Boden war. Mit einem «Tsché»-Ruf und durch kurze Verfolgung wurde dann aber ein Vogel verjagt, der sich bereits vorher neben dem Angegriffenen aufgehalten hatte und problemlos toleriert wurde, nicht aber jener, der auf dem Rücken gelandet war.

3. Trinkbedürfnis und physiologische Aspekte

Sowohl das Finden selbst kleinster, verborgener, oft nur periodisch auftretender Wasservorkommen wie auch das wahrscheinliche Lern- und Erinnerungsvermögen bezüglich früher erfolgsversprechender Wasserquellen (sogar in einem Gebiet mit hohen sommerlichen Niederschlägen) deutet klar auf die Bedeutung von Wasser für den Zitronenzeisig hin. Strautman (1958) weist darauf hin, dass während einer extremen Trockenperiode im Krim-Gebirge Vögel ausgetrocknete Quellen nach Wasser suchend besuchten. An einer noch nicht versiegten Wasserstelle stellte er zudem fest, dass sich Buchfinken *Fringilla coelebs* (und Meisen) zu jeder Tageszeit zum Trinken einfanden.

Die meisten Singvögel können ihren Wasserbedarf nicht allein durch das beim Stoffwechsel entstehende

Wasser decken. Unter den Singvögeln ist das Trinken insbesondere bei überwiegend Samen fressenden Arten häufig. Nach Bartholomew und Cade (1963) ist Wasserverlust bei kleinen Vögeln grösser als bei grossen. So verliert der Haussperling *Passer domesticus* bei 25 °C täglich Wasser im Umfang von 17 % seines Körpergewichts und kann pro Tag (bei ad libitum zur Verfügung gestelltem Wasser, von knapp 4½ auf 10 Stunden hochgerechnet) bis zu einem Drittel seines durchschnittlichen Körpergewichts Wasser trinken (Kendeigh 1944, Seibert 1949). Für den Zitronenzeisig stehen keine entsprechenden Daten zum Trinken oder Baden, das auch der Reinigung von Haut und Gefieder und im Sommer wohl auch zur Abkühlung dient, zur Verfügung. Slessers (1970) stellt generell (u.a. bei Passeriformes) fest, dass im Sommer regelmässig gebadet wird, und dies häufiger als im Winter.

In der Regel sucht der Zitronenzeisig auch im Winter schwache, nahe an den Quellen gelegene Rinnsale zum Trinken auf und zeigt sich nur ausnahmsweise an grösseren Stillgewässern (Marc Förschler schriftlich, eigene Beobachtungen).

Zitronenzeisige gehören unter den Finkenvögeln zu jenen, die sich weit überwiegend von Sämereien ernähren. Tierische Nahrung scheint nur beiläufig aufgenommen zu werden, aber möglicherweise häufiger als Glutz von Blotzheim und Bauer (1997) beschreiben. In der Brutperiode nehmen Zitronenzeisige gemäss Volker Dorka, Ernst M. Lang, Klaus-Georg Mau und Karl Sabel (in Glutz von Blotzheim und Bauer 1997) auch vermehrt Insektennahrung wie Blattläuse und Mottenlarven, die salzhaltiger sind als pflanzliche Nahrung, sowie frische Kotballen der Jungen zu sich. Nach Skadhauge (1981) ist der Kot der Jungvögel in der Regel wasserhaltiger als derjenige der Adulten, so dass diese durch das Verschlucken der Kotballen «freies» Wasser gewinnen können. Zitronenzeisige fressen im Jura regelmässig kleine Spinnen aus der Familie der Wolfsspinnen (Lycosidae) am Rande von schmelzendem Schnee sowie Spinnen der Gattung *Philodromus* und Springschwänze (Urinsekten, Collembolen), die sie im Frühjahr in Fichten *Picea abies* systematisch aus Flechten picken (Hans Märki unveröffentlicht). Eine fast ausschliessliche Samennahrung verlangt neben der zusätzlichen Wasserzufuhr, dass auch dabei mangelnde Mineralien aufgenommen werden müssen. Pflanzenfresser weisen einen futterbedingten Überschuss an Kalium auf, während ein Mangel an Natrium besteht.

Zitronenzeisige habe ich am Mont Ventoux (Provence) und in der Sierra Nevada im Winter regelmässig auf den Strassen beim Picken von Salz gesehen, das zum Auftauen ausgebracht wurde (es enthält fast ausschliesslich Natriumchlorid NaCl). Wie wichtig die Aufnahme von Salz ist, zeigte sich daran, dass die Vögel nach der Durchfahrt eines Autos mehrmals und sofort

wieder zum Salz flogen. Burch (2017) beschreibt ebenfalls, dass nach Störungen die salzhaltige Wand eines Holzspeichers sofort wieder aufgesucht wurde. Hingegen wurde von mir an den Tränken des Chasserals ausgebrachtes Vieh- oder Kochsalz nie aufgepickt.

Zitronenzeisige, Fichtenkreuzschnäbel *Loxia curvirostra*, Bluthänflinge *Linaria cannabina* und Birkenzeisige *Acanthis flammea* sind für die Aufnahme von Kalziumnitrat und Natriumchlorid aus Ausblühungen oder gar von kleinen Mauerputzbrocken bekannt (Desfayes 1951, Géroudet 1951, Glutz von Blotzheim 1962, Saunier 2008, Burch 2017). Diese festen (auch säure-resistenten Silikat-) Partikel könnten zusätzlich auch der Samenzerkleinerung im Magen dienen (Gastrolithen, Grit). Salzfressen scheint insbesondere bei den Cardueliden (Stieglitzartigen) vorzukommen (Tordoff 1954, Herson 1980). Schwergewichtig soll dies gemäss Herson (1980) bei den sich sonst vegetarisch ernährenden Cardueliden auch in der Brutsaison der Fall sein (ausser beim Stieglitz *Carduelis carduelis* selbst?).

Eine vermehrte Wasseraufnahme insbesondere der Männchen braucht es wohl zur Herstellung des Futterbreis, der gemäss Glutz von Blotzheim und Bauer (1997) während der Brutzeit und frühen Nestlingszeit dem meist im Nest verbleibenden Weibchen auch zum Füttern der Jungen überreicht wird. Die Salzaufnahme bedingt aber auch eine zusätzliche Wasseraufnahme, um die Osmoregulation aufrecht erhalten zu können. Finkenvögel ertragen Trinkwassersalzgehalte nur bis knapp über die Konzentration osmotisch wirksamer Substanzen des Blutplasmas (ca. 340 mosmol/kg) gut; bei höherer Salzkonzentration begannen sie überdurchschnittlich zu trinken und verloren durch Wasserverlust an Körpergewicht (Schildmacher 1936, Bartholomew und Cade 1963, Skadhauge 1981, Goldstein und Zahedi 1990). Gemäss Tordoff (1954) scheint das (insbesondere wohl winterliche) Salzfressen der Cardueliden, welche Futter mit einem niedrigen natürlichen Salzgehalt zu sich nehmen, nur eine Teilantwort zu sein, da die gefressenen Salzmengen weit über der Menge zu liegen scheinen, die eine karnivore Ernährung liefern würde. Nach Mineau und Brownlee (2005) dürfte die hohe Attraktivität von Streusalz bei Finkenvögeln gar zu tödlichen Vergiftungen führen.

4. Auswirkungen von Habitatsveränderungen

Wenig Beachtung wurde bisher der bereits lange bekannten Tatsache geschenkt, dass der Zitronenzeisig als Gebirgsvogel hohe Temperaturen meidet. So schildert Sabel (1963), dass der Zitronenzeisig bei hohen Temperaturen die kühlest Stellen in der Voliere aufsucht, was in Züchterkreisen wohlbekannt ist. In diesem Zusammenhang verdient auch die Beobachtung von Bieri (1945) Beachtung, wonach Zitronenzeisige in den heissen Mittagsstunden selbst zwischen 1800 und 2300 m ü.M. in südexponierten Gebieten in den Zentralalpen (Wallis) stundenlange Ruhephasen einschalten. Das deckt sich mit Förschler et al. (2005), die zeigen, dass die kühlere, niederschlagsreichere Nordseite einer Gebirgskette der südlichen Vorpyrenäen für den Zitronenzeisig bedeutend bessere Bedingungen aufweist als ihre mediterran geprägte Südseite.

Dass der Zitronenzeisig von den östlichsten Vorkommen in den Alpen bis zu den südlichsten in Andalusien als Brutvogel in unmittelbarer Nähe von Wasservorkommen auftritt und auch im Winter oft an Rinnsalen trinkt, dürfte wohl kaum zufällig sein. Für die Pyrenäen wird vermutet, dass ein möglicher Rückgang des Zitronenzeisigs mit längeren und wiederholten Trockenperioden im Juni zusammenhängen könnte (Borràs et al. 2017). Auch im Nordschwarzwald könnte die Abnahme, neben verschiedenen anderen Gründen, auch mit dem zunehmenden Versiegen von Quellaustritten in den letzten Brutgebieten zusammenhängen (Förschler 2013, Marc Förschler schriftlich).

Es zeigt sich, dass zur Interpretation der Bestandsänderungen und zur Beurteilung von Habitatsansprüchen des Zitronenzeisigs neben Vegetation und Nahrungsangebot auch die saisonale Verteilung der Niederschläge und ihre Form eine wichtige Rolle spielen können: Da als Folge der Klimaerwärmung die Nullgradgrenze ansteigt, fällt der Niederschlag im Winter zu einem höheren Anteil in Form von Regen und nicht als Schnee. Damit steigt der Abfluss im Winterhalbjahr an. In mittleren und höheren Lagen findet die Schneeschmelze früher statt. Dadurch nehmen die Abflüsse im Mai und Juni ab, und je nach Lage des Einzugsgebiets werden in mittleren Lagen auch die Abflüsse von Juli bis September weiter sinken (Weingartner und Rössler 2016). Diese Faktoren haben im Alpenraum bereits seit 2003, speziell im Sommer 2018, zu verbreitetem Wassermangel auf Alpbetrieben geführt (alpMedia 2018).

Vor allem in Südlagen von Gebirgen mit Kalkuntergrund und dadurch bedingter schlechter Wasserspeicherung (speziell im Jura, aber aufgrund der Klimaerwärmung zunehmend auch in anderen Regionen) ist zu erwarten, dass sich dort künftig vermehrt Trockenperioden mit noch ungeklärtem, wahrscheinlich aber

negativem Einfluss auf die Samenproduktion wichtiger Nahrungspflanzen einstellen.

Im Haut-Intyamou (Freiburger Voralpen) wurde von 1980 bis 2015 ein Rückgang von etwa einem Drittel festgestellt, der sich vor allem in den tiefstgelegenen Vorkommen manifestierte (Beaud und Beaud 2018). Die am Rand des Aussterbens stehenden Populationen der Vogesen und des Schwarzwaldes sowie die Abnahme im französischen und teilweise im Schweizer Jura (Paul 2011, Hagist und Märki 2018, Marc Förschler schriftlich) sind als tiefgelegene Habitats alle von dem sich mit der Klimaerwärmung verändernden Wasserhaushalt betroffen.

Zur Beurteilung von Habitatansprüchen des Zitronenzeisigs spielen die Wasserressourcen im komplexen Zusammenspiel zahlreicher Faktoren eine wichtige Rolle. Genaue Beachtung des Wasserangebots und dessen Nutzung kann somit helfen, die ökologische Einnischung und die Veränderungen der sich abzeichnenden Arealverluste umfassender zu begründen. Weitere Untersuchungen könnten aufdecken, wie andere *Carduelis*-Arten, die sich überwiegend von Sämereien ernähren, auf die Veränderungen der Klimafaktoren reagieren.

Dank

Mein Dank geht in erster Linie an Gaston Adamek für die vielen Recherchearbeiten zu Physiologie, Klima und Wasserhaushalt, die Bearbeitung der Aufnahmen, die Gestaltung von Abbildungen und Sonagrammen sowie die mehrfache Arbeit am Text. Herzlicher Dank geht an Steve Covey (†), Marc Fasol, Pierre Nowosad und Julien Ruiz, deren Fotos alle gratis zur Publikation freigegeben wurden. Als versierte Übersetzer verdienen Carmen Blatter-Miguel und Peter Neuenschwander Dank für die spanische und englische Zusammenfassung. Urs N. Glutz von Blotzheim hat mit kritischen Bemerkungen und Änderungsvorschlägen zur Verbesserung des Manuskripts beigetragen. Marc Förschler hat als Gutachter das Manuskript kritisch durchgesehen und mit eigenen, bisher nicht publizierten Beobachtungen ergänzt. Dominik Hagist danke ich für das sorgfältige Begutachten des Manuskripts und Peter Knaus für die nützlichen Hinweise zur definitiven Gestaltung. Ambros Hänggi hat die Gattung der Spinnen bestimmt. Juan Pérez-Contreras danke ich für die Begleitung zu möglichen Zitronenzeisig-Vorkommen in die Gebirge Andalusiens. Antoni Borràs und Juan Carlos Senar orientierten mich immer wieder über die Verhältnisse in den Pyrenäen. Olivier Biber und Francis Benoit begleiteten mich in Andalusien und navigierten sicher unter oft schwierigen Bedingungen durch das Wirrwarr der Forststrassen, was mir erst ermöglichte, viele Gebiete zu besuchen. Kurt Grossenbacher stellte mir die Videokamera mit hilfreichen Instruktionen zur Verfügung.

Abstract, Résumé, Resumen

Märki H (2021) Water as an important resource for the Citril Finch *Carduelis citrinella*. Ornithologischer Beobachter 118: 46–57.

For species living in arid regions and those exposed to long drought periods, access to water is critical. Climatic data and observations in Spain and the Swiss Jura Mountains show how water resources influence the choice of breeding habitats of Citril Finch *Carduelis citrinella* even in areas with high precipitation. Citril Finches visit water points also outside dry periods as in early spring in the first hour of the morning and discover even smallest water sources. The birds then often become aggressive and utter calls that are apparently only used when fighting for access to water. They visit the same sites for decades even when offered little water and for a short time only, thereby revealing a marked capacity for learning and remembering. In addition to the already high respiratory water loss typical for small birds, the water requirement is probably due to the predominant seed consumption and salt intake. As a mountain bird, Citril Finches avoid high temperatures. Global warming with its increased water shortage in summer probably affects its food supply. Evidently, access to water is important for characterizing the habitat and regional distribution of this species.

Märki H (2021) L'eau comme ressource importante pour le Venturon montagnard *Carduelis citrinella*. Ornithologischer Beobachter 118: 46–57.

L'eau est supposée être une ressource essentielle, en particulier pour les espèces vivant dans les régions arides et celles exposées à des périodes sèches prolongées. Le fait que les ressources en eau sont également essentielles pour le Venturon montagnard *Carduelis citrinella* en tant qu'oiseau de montagne d'Europe centrale et méridionale est évident d'après les données climatiques et les observations faites dans des habitats sélectionnés en Espagne et dans le Jura suisse. L'accès à l'eau pourrait être un facteur important pour le choix des habitats de reproduction, même dans les zones à fortes précipitations. Son importance se reflète dans la fréquence à laquelle les points d'eau sont visités même en dehors des périodes sèches. Les Venturons boivent déjà au début du printemps, à la première heure du matin, et détectent la moindre présence d'eau. L'eau joue un rôle très important, ce qui est également illustré par le fait que chez cette espèce sociale, l'agression s'accompagne parfois de cris qui ne sont émis que lorsque l'accès à l'eau est très limité. Les Venturons visitent les mêmes sites depuis des décennies, même si ceux offrent très peu d'eau et seulement pour une courte période. Cela indique une forte capacité d'apprendre et de mémoire. Le besoin en eau – en dehors de la perte par le

système respiratoire – est probablement aussi basé sur la consommation de sel. Comme le Venturon en tant qu'oiseau de montagne, évite les températures élevées, le réchauffement climatique a, à lui seul un effet défavorable. Il est probable qu'elle entraîne une augmentation des pénuries d'eau en été, ce qui pourrait affecter les plantes importantes pour le Venturon. Il semble que l'accès à l'eau, même dans les régions à fortes précipitations, soit plus important pour la caractérisation de l'habitat du Venturon qu'on ne le pensait auparavant et pourrait fortement influencer sa répartition régionale.

Märki H (2021) El agua – un recurso esencial por el Verderón serrano *Carduelis citrinella*. Ornithologischer Beobachter 118: 46–57.

Se piensa que el agua es un recurso esencial, especialmente para las especies que viven en regiones áridas y en aquellas que están expuestas a períodos secos prolongados. El hecho de que los recursos hídricos sean también de enorme importancia para el Verderón serrano *Carduelis citrinella* como ave de montaña de Europa central y meridional se pone de manifiesto con los datos climáticos y las observaciones realizadas en hábitats seleccionados de España y el Jura suizo. El acceso al agua podría ser un factor importante en la elección de los hábitats de reproducción, incluso en zonas con altas precipitaciones. Su importancia se refleja en la frecuencia con que visitan los puntos de agua incluso fuera de los períodos secos. Los Verderones ya beben a principios de la primavera, en las primeras horas de la mañana, y detectan la más mínima presencia de agua. El agua desempeña manifiestamente un papel muy importante, lo que también se explica por el hecho de que en esta especie social, las agresiones van a veces acompañadas de gritos que sólo emiten cuando el acceso al agua es muy limitado. Los Verderones visitan los mismos sitios durante décadas, incluso si ofrecen muy poca agua y sólo por un corto período de tiempo. Esto indica una acentuada habilidad para aprender y recordar. La necesidad de agua se debe principalmente, además de a la pérdida a través del sistema respiratorio, probablemente también al consumo de sal y semillas. Dado que el Verderón, como ave de montaña que es, evita las altas temperaturas, el calentamiento global tiene un efecto adverso por sí solo. Es probable que provoque un aumento de la escasez de agua en verano, lo que en todo caso influiría en la diversidad de su alimentación. Parece que el acceso al agua, incluso en zonas de altas precipitaciones, es más importante para la caracterización del hábitat del Verderón de lo que se pensaba hasta ahora y podría influir poderosamente en su propagación regional.

Literatur

- alpMedia (2018) Ausgetrocknete Alpen. www.cipra.org/de/news/ausgetrocknete-alpen. (Stand: 14. Januar 2021)
- Bartholomew GA, Cade TJ (1963) The water economy of land birds. *The Auk* 80: 504–539.
- Beaud P, Beaud E (2018) Les oiseaux nicheurs de la commune de Haut-Intyamon en Gruyère (Albeuve – Lessoc – Montbovon – Neirivue). Cercle Ornithologique de Fribourg, Fribourg.
- Benoit F, Märki H (2004) Nouvelles données sur le quartier d'hiver du Venturon montagnard *Serinus citrinella* en Espagne. *Nos Oiseaux* 51: 1–10.
- Bergmann H-H, Helb H-W (1982) Die Stimmen der Vögel Europas. BLV, München.
- Bergmann H-H, Helb H-W, Baumann S (2008) Die Stimmen der Vögel Europas. Mit CD. Aula, Wiebelsheim.
- BirdLife International (2020) Species factsheet: *Carduelis citrinella*. <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/citri-finch-carduelis-citrinella/distribution> (Stand: 14. Januar 2021)
- Bieri W (1945) Beobachtungen am Zitronenzeisig. *Ornithologischer Beobachter* 42: 140–142.
- Borràs A, Conroy MJ, Cabrera J, Cabot J, Senar JC (2017) Predicting Citril finch response to climatic change: an analysis of survival and recruitment rates in relation to meteorological covariates. Poster abstract. Seite 75 in: Gardner B, Robert A, Robinson RA, Senar JC (editors): EU-RING 2017. Analytical Meeting & Workshop Proceedings. Museu de Ciències Naturals de Barcelona, Barcelona.
- Burch H (2017) Finkenvögel werden bei der Futtersuche von der Wand eines alten Holzspeichers angezogen. *Ornithologischer Beobachter* 114: 209–213.
- Carmi N, Pinshow B, Porter WP, Jaeger J (1996) Water and energy limitations on flight duration in small migrating birds. *The Auk* 109: 268–276.
- Desfayes M (1951) Venturons et Becs-croisés à la recherche de salpêtre (?). *Nos Oiseaux* 21: 132.
- eBird (2020) Zitronenzeisig: 10 Tonaufzeichnungen und Sonagramme. <https://ebird.org/species/citfin1> (Stand: 14. Januar 2021)
- Fischer EM, Schär C, Seneviratne SI (2016) Klima und Wetterextreme. Seite 52–59 in: Akademien der Wissenschaften Schweiz (Herausgeber): Brennpunkt Klima Schweiz. Grundlagen, Folgen und Perspektiven. Swiss Academic Reports 11 (5). Akademien der Wissenschaften Schweiz, Bern.
- Förschler M (2013) Auf verlorenem Posten? Der Zitronenzeisig im Schwarzwald. *Falke* 60: 453–455.
- Förschler MI, Borràs A, Cabrera J, Cabrera T, Senar JC (2005) Inter-locality variation in reproductive success of the citril finch *Serinus citrinella*. *Journal of Ornithology* 146: 137–140.
- Förschler MI, Kläger J (2007) Expansion de l'aire du Venturon montagnard (*Carduelis citrinella*) en Espagne du sud. *Aves* 44: 33–40.
- García I, Tamayo A, López A (2003) Verderón serrano *Serinus citrinella*. *Noticiario ornitológico*. *Ardeola* 50: 556.
- Géroutet P (1951) L'attrait des murailles pour certains Fringillidés. *Nos Oiseaux* 21: 132.
- Glutz von Blotzheim UN (1962) Die Brutvögel der Schweiz. Verlag Aargauer Tagblatt, Aarau.

- Glutz von Blotzheim UN (2018) Wie die Hühnerforschung in den Schweizer Alpen begann. *Ornithologischer Beobachter* 115: 159–166.
- Glutz von Blotzheim UN, Bauer KM (1997) *Serinus citrinella* (Pallas 1764) – Zitronengirlitz, Zitronenzeisig. Seite 501–530 in: Glutz von Blotzheim UN (Herausgeber): *Handbuch der Vögel Mitteleuropas*. Band 14, Passeriformes (5. Teil). Aula, Wiesbaden.
- Goldstein DL, Zahedi A (1990) Variation in osmoregulatory parameters of captive and wild house sparrows (*Passer domesticus*). *The Auk* 107: 533–538.
- Hagist D, Märki H (2018) Zitronenzeisig. Seite 540–541 in: Knaus P, Antoniazza S, Wechsler S, Guélat J, Kéry M, Strebel N, Sattler T (Herausgeber): *Schweizer Brutvogel-atlas 2013–2016*. Verbreitung und Bestandentwicklung der Vögel in der Schweiz und im Fürstentum Liechtenstein. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- Herson KJ (1980) An analysis of salt eating in birds. Master thesis. Western Michigan University, Kalamazoo.
- Kendeigh SC (1944) Effect of air temperature on the rate of energy metabolism in the English sparrow. *The Journal of Experimental Zoology* 96: 1–16.
- Märki H, Biber O, Pérez-Contreras J (2012) Le Venturon montagnard *Serinus citrinella*, nicheur régulier dans la Sierra Nevada (Andalousie, Espagne). *Nos Oiseaux* 59: 39–45.
- MeteoSchweiz (2019) Klimabulletin Mai 2019. MeteoSchweiz, Zürich-Flughafen. www.meteoschweiz.admin.ch/content/dam/meteoswiss/de/service-und-publikationen/Publikationen/doc/201905_d.pdf (Stand: 14. Januar 2021)
- MeteoSchweiz (2020) Klimanormwerte Chasseral. Normperiode 1981–2010. MeteoSchweiz, Zürich-Flughafen. www.meteoschweiz.admin.ch/product/output/climate-data/climate-diagrams-normal-values-station-processing/CHA/climsheet_CHA_np8110_d.pdf (Stand: 14. Januar 2021)
- Mieslinger N, Schuster A (1996) Der Zitronengirlitz *Serinus citrinella* in den Chiemgauer und Berchtesgadener Alpen. *Monticola* 7: 263–270.
- Mineau P, Brownlee LJ (2005) Road salts and birds: an assessment of the risk with particular emphasis on winter finch mortality. *Wildlife Society Bulletin* 33: 835–841.
- Paul J-P (2011) Venturon montagnard *Serinus citrinella*. Liste rouge des vertébrés terrestres de Franche-Comté. LPO Franche-Comté. <http://files.biolovision.net/franche-comte.lpo.fr/userfiles/publications/MonographiesLR/VenturonmontagnardListerougeFC.pdf> (Stand: 14. Januar 2021)
- Pinedo SO, Martínez Iniesta C (2011) Observaciones de verderrón serrano *Serinus citrinella* en Nerpjo, Albacete. *Sabuco* 8: 249–254.
- Polo T, Paris V (2007) Verderón Serrano el rey Gúdar. Societat Valenciana d'Ornitologia. <http://anellamentsvo.blogspot.com/2007/07/verdern-serrano-el-rey-de-gdar.html> (Stand: 14. Januar 2021)
- Riddell EA, Iknayana KJ, Wolf BO, Sinervod B, Beissinger SR (2019) Cooling requirements fueled the collapse of a desert bird community from climate change. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America* 116: 21609–21615.
- Rivas-Martínez S, Rivas Sáenz S (2020) Worldwide Bioclimatic Classification System, 1996–2020. Search stations. Climat diagrams. Phytosociological Research Center (CIF), Madrid. www.globalbioclimatics.org/data/index.htm (Stand: 14. Januar 2021)
- Roché JC (1990) *Tous les oiseaux d'Europe*. 4 Compact Discs und 4 Begleittexte. Sittelle, Mens.
- Sabel K (1963) Meine Beobachtungen bei der Haltung und Züchtung des Zitronengirlitzes «*Serinus*» *citrinella* in der Gartenvoliere. *Gefiederte Welt* 87: 1–4, 24–28, 41–45.
- Saunier A (2008) Becs-croisés des sapins *Loxia curvirostra* amateurs de crépi. *Nos Oiseaux* 55: 29–30.
- Schaller D (1993) Venturon montagnard/Zitronenzeisig. Seite 344–345 in: *Atlas des oiseaux nicheurs du canton de Fribourg et de la Broye vaudoise/Verbreitungsatlas der Brutvögel des Kantons Freiburg und des waadtänder Brojegebietes*. Cercle ornithologique de Fribourg, Fribourg.
- Schildmacher H (1936) Vogel und Salzwasser. Ein Beitrag zur Frage des Wasserhaushaltes der Vögel. *Ornithologische Monatsberichte* 44: 13–19.
- Seibert HC (1949) Differences between migrant and non-migrant birds in food and water intake at various temperatures and photoperiods. *The Auk* 66: 128–153.
- Skadhauge E (1981) Osmoregulation in birds. Springer, Berlin.
- Slessers M (1970) Bathing behavior of land birds. *The Auk* 87: 91–99.
- Strautman FI (1958) Über Wassertränke besuchende Vögel in den Bergen der Krim. *Wissenschaftliche Mitteilungen der Staatlichen Universität Moskau*, Band 197. *Ornithologie (Moskau)* 1: 81–85. (russisch)
- Stresemann E (1929) Wasserhaushalt. Seite 516–517 in: *Kükenenthal W (Herausgeber): Handbuch der Zoologie*. Band 7, Hälfte 2: Sauropsida: Aves. De Gruyter, Berlin.
- Tordoff HB (1954) A systematic study of the avian family Fringillidae based on the structure of the skull. University of Michigan Press, Ann Arbor.
- Weingartner R, Rössler O (2016) Wasser. Seite 84–87 in: *Akademien der Wissenschaften Schweiz (Herausgeber): Brennpunkt Klima Schweiz*. Grundlagen, Folgen und Perspektiven. *Swiss Academic Reports* 11 (5). Akademien der Wissenschaften Schweiz, Bern.
- Xeno-canto (2020) Zitronenzeisig: 111 Tonaufzeichnungen und Sonagramme. www.xeno-canto.org/explore?query=zitronenzeisig&pg (Stand: 14. Januar 2021)

Manuskript eingegangen am 10. Januar 2020

Autor

Mit den von Francis Benoit organisierten Lagern zur Beobachtung des Vogelzugs auf dem Hahnenmoospass und dem Chasseral wurde Hans Märki 1962 das Tor zur Ornithologie geöffnet. Mit der Promotion schloss er das Zoologiestudium an der Universität Bern ab und ist seit 1964 freiwilliger Mitarbeiter der Vogelwarte. Er hat bei allen Brutvogelatlantanten der Schweiz und den beiden Atlanten Europas im Feld und als Textautor mitgearbeitet und forscht seit fast 50 Jahren zur Biologie des Zitronenzeisigs. Unter der Leitung von Prof. Urs N. Glutz von Blotzheim hat er 1976 zu dieser Art eine grundlegende Arbeit über die Brutverbreitung und das Winterquartier nördlich der Pyrenäen publiziert.

Hans Märki, Tännlenenweg 20, CH–3152 Mamishaus, E-Mail maerki.h@bluewin.ch