

SILBERSCHATZ IN SCHWEIZER SEEN

Unsere Gewässer beherbergen eine weltweit einmalige Rarität: Mehr als 30 Felchenarten entwickelten sich nach der letzten Eiszeit. Etwa die «Albeli» im Zürichsee oder die «Brienzig» im Brienersee. Doch die Vielfalt nimmt ab.

— Text Simon Koechlin

Je nach Art nutzen Felchen in Seen mit sauerstoffreichem Wasser Lebensräume von der Uferzone bis zum Grund in den Tiefen.

Die Geschichte der Darwinfinken ist ein Klassiker des Biologieunterrichts: Sie zeigt auf, wie aus einer Tierart durch Anpassungen an Umweltbedingungen eine Reihe neuer Arten entstehen können. Bei den Darwinfinken geschah dies, nachdem

es einige Vögel auf die abgelegenen Galapagosinseln verschlagen hatte. Manche begannen sich auf Samen als Nahrung zu spezialisieren, andere auf Früchte oder Insekten. Es kristallisierten sich Gruppen heraus, die immer mehr unter sich blieben. Mit der Zeit entwickelten sich ungefähr 18 Arten – grössere, kleinere, solche mit dünnen, solche mit dicken Schnäbeln.

Was in keinem Biologiebuch steht: Die Schweiz ist der Schauplatz eines noch eindrucklicheren Artbildungsprozesses. Mehr als 30 Felchenarten sind in hiesigen Seen aus einem Ur-Hybrid-Felchen entstanden. Auslöser war der Rückzug der Alpengletscher nach dem Ende der letzten Eiszeit vor ungefähr 15 000 Jahren. In vom Eis freigegebenen Tälern und Mulden bildeten sich die Seen entlang des Alpenrands, vom Bodensee über den Zürich-, Vierwaldstätter- oder Thunersee bis zum Gen- →

FELCHEN

Sie sind an ein Leben in kaltem, klarem Wasser angepasst und kommen in den gemässigten und nördlichen Regionen von Europa, Asien und Nordamerika vor.

Der Thunersee im Berner Oberland: «Er müsste wegen seiner Felchenvielfalt zum WeltNaturerbe erklärt werden», sagt der Forscher Ole Seehausen.



fersee. In sie wanderten die Ur-Felchen ein, die in nördlichen, eisfreien Flüssen überdauert hatten.

Was sich danach abspielte, erforscht seit 20 Jahren ein Team um Ole Seehausen, Professor am Institut für Ökologie und Evolution der Universität Bern und Leiter der Abteilung Fischökologie und Evolution am Wasserforschungsinstitut Eawag. Sie haben Tausende von Felchen in sämtlichen grösseren Schweizer Seen gefangen, vermessen und untersucht und mit Exemplaren aus Museen und Sammlungen verglichen. Dabei kamen sie der unglaublichen Vielfalt dieser oft silbrig schimmernden Fische auf die Spur. «Als wir anfangen, ging die Forschung von 17 Felchenarten in der Schweiz aus», sagt Seehausen. «Wir merkten aber schnell, dass es viel mehr sind. Und mit jeder Untersuchung, mit jedem See wurde die Vielfalt noch grösser.»

Körperliche Unterschiede

Denn in jedem grösseren See oder in jeder eng verbundenen Seengruppe entstanden eigene Felchenarten, die sich dort spezialisierten und an die unterschiedlichen Lebensräume anpassten. Entscheidende Faktoren für die Bildung der Arten waren die Seetiefe, die Laichplätze und die Nahrung: Manche der Fische blieben in der obersten Wasserschicht; sie legen ihren

Laich im Frühwinter in Uferzonen ab, wenn dort die Wassertemperatur unter zehn Grad fällt. Andere fanden ihren Lebensraum etwas tiefer – oder ganz unten am Seegrund im ewig kalten Wasser, wo sie sich auch im Sommer fortpflanzen können. Manche entwickelten eine Vorliebe für Insektenlarven, Schnecken und Muscheln, andere filtern winzige Planktontierchen aus dem Wasser. «Je tiefer und grösser der See, desto mehr Arten konnten sich auf diese Weise nebeneinander entwickeln», sagt Seehausen. Im Vierwaldstättersee und im Thunersee haben die Forschenden je sechs Felchenarten gefunden.

Mit der Zeit begannen die entstehenden Arten sich auch körperlich zu unterscheiden. Typischerweise ist die grösste Art eines Sees ein im Flachwasser laichender, von Fischern meist Balchen, Ballen oder Palée genannter Grossfelchen, der in Sand und Schlick nach tierischer Nahrung sucht. Solche Arten werden oft 40 bis 50 Zentimeter lang. Die mit 25 bis 30 Zentimetern kleinsten Arten dagegen leben im offenen Wasser und ernähren sich von Plankton, oft werden sie als «Albeli» bezeichnet. Im

Brienzersee gibt es mit dem «Brienzig» gar einen Winzling, der keine 20 Zentimeter gross wird.

Schnellster Prozess weltweit

In jeder Nische entwickelten die Arten besondere Merkmale: Felchen, die in der Tiefe leben, haben grössere Augen und eine spezialisierte Lichtwahrnehmung. Felchen, die Nahrung vom Boden aufnehmen, haben ein nach unten gebogenes Maul, das unten am Kopf steht. Ein wichtiges Artenmerkmal sind die Kiemenreusendornen.

Diese bezahnten Fortsätze auf den Kiemenbögen helfen Fischen dabei, ihre Nahrung aus dem aufgenommenen Sediment oder Wasser zu filtern. Plankton fressende Felchen verfügen über sehr dicht stehende, lange und weiche Dornen. Arten dagegen, die grössere Tiere aus dem Sediment schlürfen, haben weniger und kürzere, dafür aber stabilere Dornen, denen der eingesaugte Schlamm nichts anhaben kann.

30 neu entstandene Fischarten in 15 000 Jahren – einem Laien mag das als Entwicklung im Schneckentempo erschei-

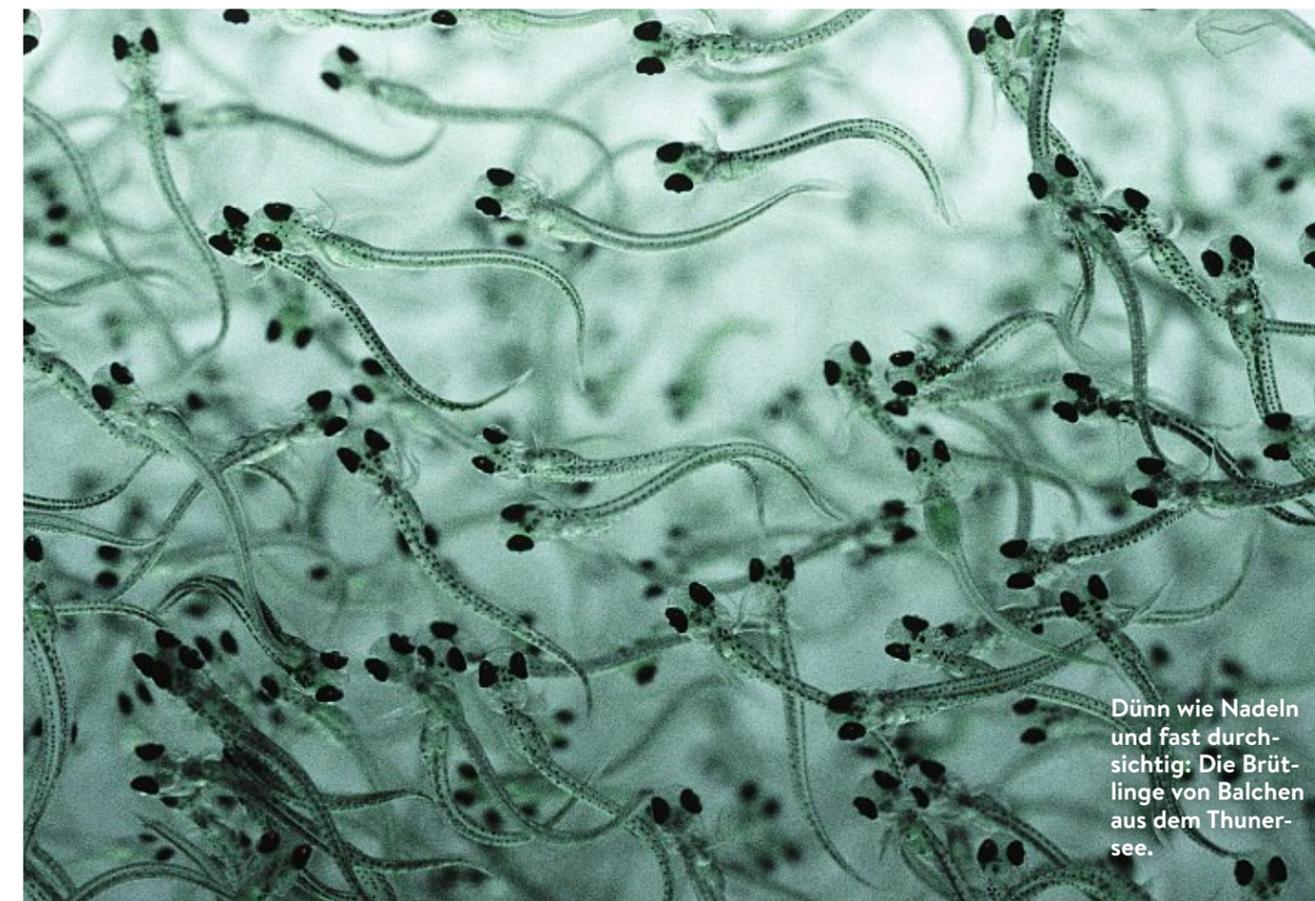
Fortsetzung auf Seite 57



OLE SEEHAUSEN ist Professor an der Universität Bern und Abteilungsleiter am Wasserforschungsinstitut Eawag in Dübendorf ZH.



Ein neues Leben wächst heran: Befruchtetes Felchenei.



Dünn wie Nadeln und fast durchsichtig: Die Brütlinge von Balchen aus dem Thunersee.

JEDEM SEE SEINE BESONDEREN BEWOHNER NACHBARN UNTER WASSER

In Schweizer Seen tummeln sich heute noch zwei Dutzend Felchenarten. Dabei hat jedes Gewässer seine eigenen Fische, die sich je nach Seetiefe und Nahrung körperlich stark voneinander unterscheiden. Übersicht einer bunten Vielfalt.

– NEUENBURGERSEE, BIELERSEE UND MURTENSEE –



Palée
Coregonus palaea



Bieler Bondelle
Coregonus confusus



Bondelle
Coregonus candidus

– ZUGERSEE, HALLWILERSEE, BALDEGGERSEE –



Zuger Balchen
Coregonus supersum



Sempacher Balchen
Coregonus suidteri

MERKMAL SCHUPPEN

Die meisten Arten sind Schwarmfische mit einem lang gestreckten, seitlich abgeflachten Körper und deutlich sichtbaren, festsitzenden Schuppen.

– THUNERSEE, BRIENZERSEE –



Balchen
Coregonus alpinus



Kropfer
Coregonus profundus



Felchen
Coregonus fatioi



Steinmanns Balchen
Coregonus steinmanni



Brienzlig
Coregonus albellus

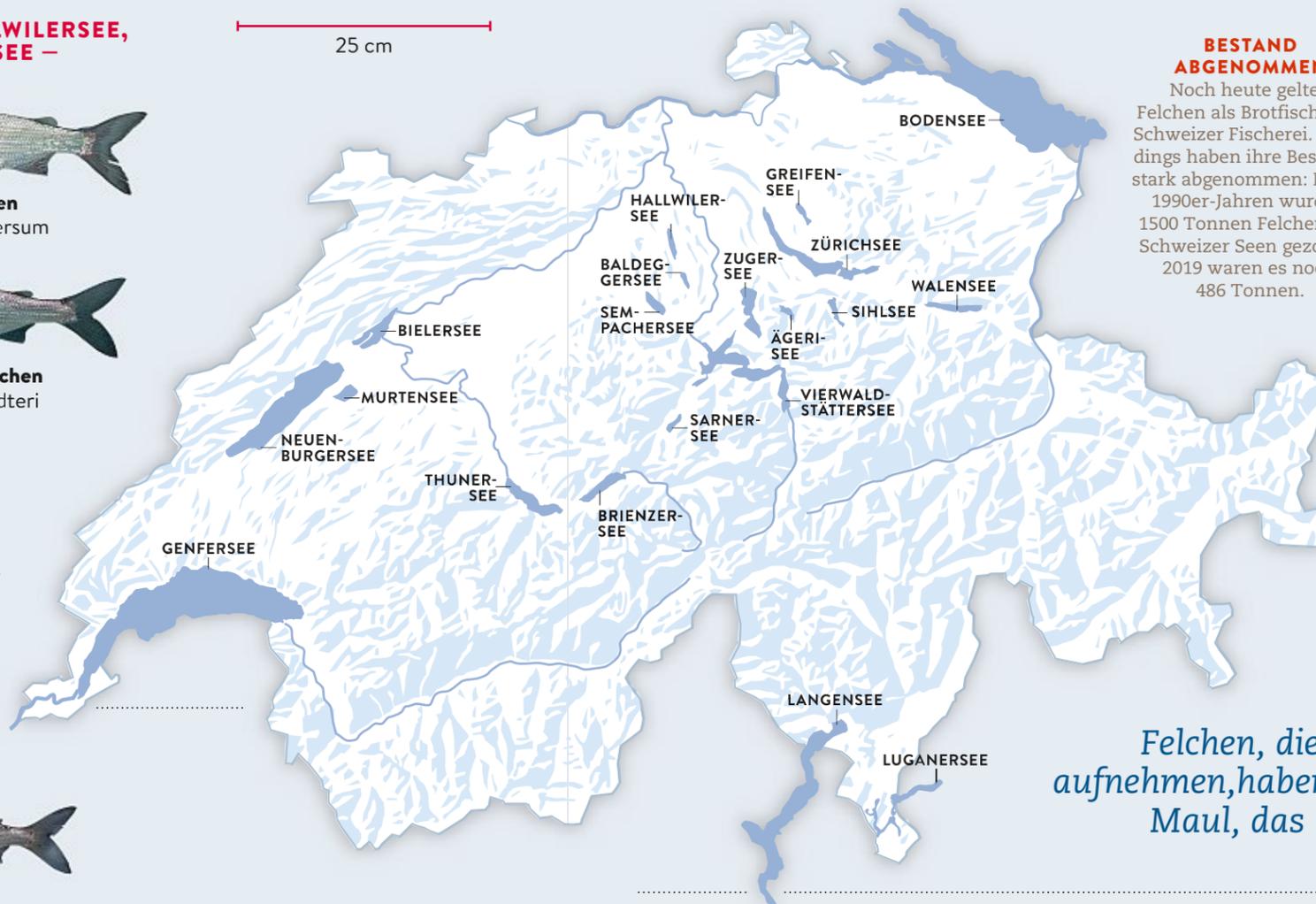


Brienzler Kleinbalchen
Coregonus brienzi



Albock
Coregonus acrinus

25 cm



– BODENSEE –



Sandfelchen
Coregonus areniculus



Gangfisch
Coregonus macrophthalmus



Blaufelchen
Coregonus wartmanni

BESTAND ABGENOMMEN

Noch heute gelten Felchen als Brotfische der Schweizer Fischerei. Allerdings haben ihre Bestände stark abgenommen: In den 1990er-Jahren wurden 1500 Tonnen Felchen aus Schweizer Seen gezogen, 2019 waren es noch 486 Tonnen.

– ZÜRICHSEE, WALENSEE –



Grunder
Coregonus duplex



Albeli
Coregonus heglingus



Schwebler
Coregonus zuerichensis

Felchen, die Nahrung vom Boden aufnehmen, haben ein nach unten gebogenes Maul, das unten am Kopf steht.

– VIERWALDSTÄTTERSEE, SARNERSEE –



Pelagischer Schwebbalchen
Coregonus supersum



Sarner Felchen
Coregonus sarnensis



Benthischer Schwebbalchen
Coregonus intermundia



Edelfisch
Coregonus nobilis



Balchen
Coregonus litoralis



Albeli
Coregonus muelleri

Frischwasserzufuhr bringt den benötigten Sauerstoff ins Aufzuchtbecken von Reutigen BE.

In Zuchtanlagen ausgebrütete Jungfische werden in viele Seen entlassen, um die Bestände zu erhalten.



Blaufelchen leben nur im Bodensee. Weil ihr Bestand bedroht ist, dürfen sie ab Januar für drei Jahre nicht gefischt werden.



nen. In den Zeiträumen der Evolutionsbiologie sei es aber ein atemberaubend schneller Vorgang, sagt Seehausen. Die Generationszeit von Felchen beträgt fünf bis sechs Jahre. Das heisst: Alle Felchenarten der Schweiz sind in weniger als 3000 Generationen entstanden. «Es ist einer der schnellsten Artbildungsprozesse, die weltweit bekannt sind», sagt Seehausen.

Alle Schweizer Felchenarten sind endemisch – das heisst, sie kommen nur in den jeweiligen Seen vor. Allerdings sind 8 bis 10 der mehr als 30 Arten inzwischen wieder ausgestorben. Verantwortlich dafür ist der Mensch, weil er in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts die meisten Seen überdüngte. Phosphat aus Haushaltabwässern und aus immer stärker gedüngten Böden liess das Wachstum von Algen und anderen Kleinstlebewesen explodieren. Nach ihrem Absterben sanken diese auf den Seegrund und entzogen dem Sediment den Sauerstoff. Insbesondere für Felchenarten in den tieferen Wasserschichten, die ihren Laich ins Sediment legen, war das fatal. Ohne Sauerstoff konnten ihre Eier nicht überleben, mit der Zeit starben die Arten aus. Manche versuchten, ins flachere Wasser auszuweichen. Dort kreuzten sie sich mit anderen Felchenarten – und verloren ihre genetischen Eigenheiten.

Seehausen und sein Team wiesen diesen Vorgang detailliert im Bodensee nach. Von den vier Felchenarten, die einst dort lebten, ist der am Seegrund lebende Kilch ausgestorben. Aber ein Teil seiner Gene fand sich in den übrig gebliebenen Arten. Zudem zeigte der Vergleich zwischen einer Felchensammlung aus der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts und heutigen Bodenseefelchen, dass sich die überlebenden Arten genetisch und äusserlich ähnlicher geworden sind. «Heutige Felchen sind nicht mehr so deutlich an ihre öko-

8 bis 10 der mehr als 30 Arten sind ausgestorben, weil in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts die Seen überdüngt waren.

logischen Nischen angepasst wie noch vor hundert Jahren», sagt Seehausen.

Darum sind viele Seen punkto Felchenvielfalt nur noch Schatten ihrer selbst: Im Zugersee ist von einst drei Arten nur noch die ans Flachwasser angepasste Art übrig. Der Murtensee beherrschte einst zwei oder drei Arten, heute keine ursprüngliche mehr. Im Greifensee und im Sempachersee lebten je zwei Arten; im Greifensee sind beide verschwunden, im Sempachersee gibt es noch eine, allerdings ist sie vermutlich ein geneti-

sches Gemisch, das entstand, weil der Mensch Felchenarten aus anderen Seen aussetzte.

Zwar hat sich die Wasserqualität vieler Seen seit den 1980er-Jahren deutlich verbessert. Und in einigen sind selbst die tiefsten Stellen wieder bewohnbar. Doch die Wiederbesiedelung der Tiefwasserzonen geht nur langsam voran. Zudem taucht mit dem Klimawandel eine neue Gefahr auf, die einen ähnlichen Effekt hat wie die Überdüngung: Die Schweizer Seen bestehen jeweils im Sommer aus Wasser-

schichten, die sich nicht mischen – das schwerere, kalte Wasser bleibt unten liegen. Erst wenn sich die oberen Schichten abkühlen, bewirken Herbst- und Winterstürme eine Durchmischung.

Einzigartige Vielfalt

Die Erderwärmung sorgt aber dafür, dass dieser Vorgang immer später im Jahr oder gar nicht mehr ablaufen kann. Und ohne Durchmischung wird das Tiefwasser nicht mit neuem Sauerstoff versorgt. «Dieses Problem sehen wir beispielsweise im Zugersee bereits – unterhalb von 60 oder 70 Metern gibt es hier kein Fischleben», sagt Ole Seehausen. Der Zugersee ist besonders anfällig, weil er sich von Nord nach Süd in die Länge zieht und in West-Ost-Richtung sehr schmal ist. «Im Mittelland sorgen vor allem Westwinde →

Manche Felchenarten leben in der obersten Wasserschicht. Sie legen ihren Laich im Frühwinter in Uferzonen ab, wenn dort die Wassertemperatur unter zehn Grad fällt.



für die Umwälzung der Seen», erklärt Seehausen, «im Zugersee haben sie kaum Angriffsflächen.»

Eine weitere Gefahr für die Felchenvielfalt ist der sogenannte Besatz: In viele Seen entlassen Fischereivereine oder kantonale Fischereiverwaltungen Jahr für Jahr Jungfische, um Bestände zu erhalten oder Fangerträge zu steigern. Dazu werden die Eier weiblicher Fische mit dem Sperma von Männchen gemischt

DELIKATESSE

Schon im Mittelalter waren Felchen begehrte Speisefische. Fürsten und Äbte liessen sich die Steuern gern in Form dieser Delikatesse entrichten.

und in Zuchtanlagen ausgebrütet. Es sei aber oftmals schwierig, Felchenarten auseinanderzuhalten, sagt Ole Seehausen. Deshalb kann es beim Besatz zu Kreuzungen und damit zur weiteren Erosion der Artenvielfalt kommen.

Es gelte unbedingt, das Bewusstsein für das Naturerbe in den tiefen Seen zu vergrössern, sagt Seehausen. Denn die Schweizer Felchenvielfalt ist weltweit ein-

zigartig. Nirgendwo gibt es so viele Arten dieser Fische auf derart engem Raum. Besonders bedeutend ist laut dem Forscher der Thunersee. Er war, neben dem Brienz- und dem Walensee, der einzige See, der kaum überdüngt wurde. Er hat seine ursprüngliche Vielfalt mit allen sechs Arten bewahrt – selbst seine Tiefwasserfelchen haben unbeschadet überlebt. «Im Grunde», sagt Ole Seehausen, «müsste man den Thunersee zum Weltnaturerbe erklären.» Denn er ist wegen seiner Felchenvielfalt einmalig. ■

Foto: Rémi Masson / Biosphoto

ANZEIGE

Das schlaue Weihnachtsgeschenk

Spezialpreis: CHF 139.50 statt CHF 199.-



Inkl. Jahresabo SPICK

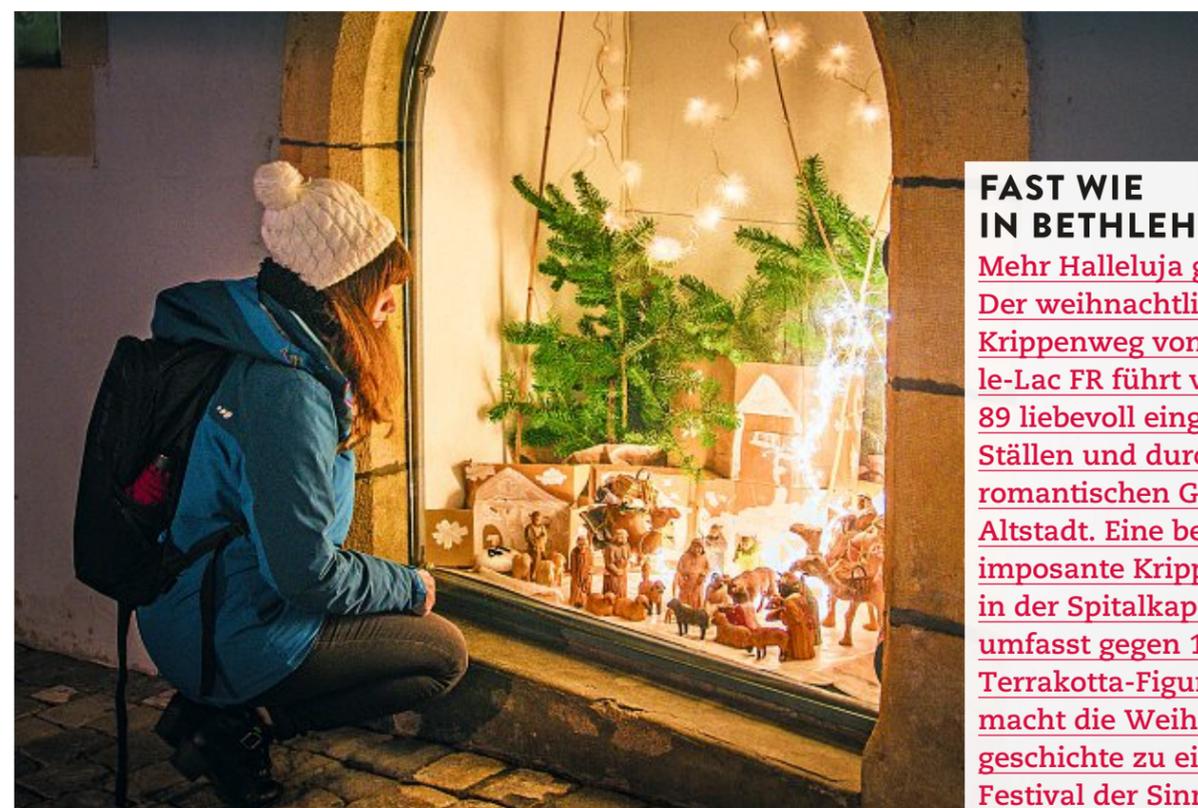


SPICK

EMPFOHLEN VON DER Stiftung Lesen

www.spick.ch

MAGAZIN
REISEN



FAST WIE IN BETHLEHEM
Mehr Halleluja geht kaum: Der weihnachtliche Krippenweg von Estavayer-le-Lac FR führt vorbei an 89 liebevoll eingerichteten Ställen und durch die romantischen Gassen der Altstadt. Eine besonders imposante Krippe steht in der Spitalkapelle. Sie umfasst gegen 1000 Terrakotta-Figuren und macht die Weihnachtsgeschichte zu einem Festival der Sinne. Bis 14. Januar. fribourg.ch

Porträt in 100 Kapiteln

Städte sind Schauplätze unzähliger Geschichten. Peter Röthlisberger fasst in seinem Buch die 100 spannendsten aus Zürich zusammen. Er liess die vielen Storys von Kennerinnen und Kennern der Limmatstadt und des umliegenden Kantons aufschreiben. «Zürich in 100 Geschichten», NZZ Libro, 55 Fr.

BUCH TIPP



Foto: Sebastian Lasse/Zeitenspiegel



SCHLAFEN IM LUXUS-IGLU

Schlafen im Kokon und mit Blick auf die Winterpracht der Natur: 18 «White Pods» machen das nahe bei Les Giettes VS möglich. Die Luxus-Iglus bieten jeglichen Komfort. Zur Infrastruktur gehören 25 km markierte Wanderwege, zwei Chalets, ein Restaurant und eine finnische Sauna. Die Pods sind nur per Fussmarsch erreichbar. whitepod.com

MULTIMEDIA-SHOWS
AUF ZUR MILCHSTRASSE

Im Bodensee-Planetarium in Kreuzlingen TG rückt der Sternenhimmel in Griffnähe. Auf der kuppelförmigen 360-Grad-Leinwand werden die Wunder des Weltalls erklärt. Verschiedene Multimedia-Shows führen zu den Geburtsstätten der Planeten und durch ferne Galaxien. bodensee-planetarium.ch

