

Das Klima lässt Kröten früher altern

Die Erderwärmung wird sich auf Frösche und Kröten auswirken. Allerdings können die Folgen auch positiv sein. **Von Simon Koechlin**



Manche von ihnen profitieren, andere leiden: Erdkröten in ihrer natürlichen Umgebung.

Im Frühjahr erwachen Kröten und Frösche aus ihrer Winterruhe. Es sind wechselwarme Tiere, deren Stoffwechsel von der Aussentemperatur abhängt. Man könnte glauben, dass die Klimaerwärmung für solche Arten ein Vorteil ist, weil sie ihre Aktivität ankurbelt. «Doch so einfach ist das nicht», sagt Benedikt Schmidt von der Universität Zürich und der Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz. Er war an einer Untersuchung beteiligt, die kürzlich im Fachmagazin «PNAS» publiziert wurde, und die zeigt: Leben Amphibien an wärmeren Orten, beschleunigt dies ihre Alterung. Für die Studie verglich ein internationales Forschungsteam Populationen von vier verschiedenen Frosch- und Krötenarten - von Grasfrosch und der Erdkröte in Europa und deren Geschwisterarten in Nordamerika. Die Wissenschaftler nutzten den Umstand, dass Amphibien mancherorts seit langem untersucht, markiert und jedes Jahr wieder gefangen werden. Den Schweizer Beitrag zur Studie bildete eine Erdkrötenpopulation im Berner Oberland, in welcher die Tiere seit den 1980er Jahren untersucht werden. Von Jahr zu Jahr berechnen die Forscher, wie gross die Sterbewahrscheinlichkeit für jedes Individuum ist - das ist ein Mass für die Alterung. Für die aktuelle Studie wurden die Schweizer Erdkröten verglichen mit Artgenossen aus der Bretagne, wo ein deutlich milderes Klima

herrscht: An der Atlantikküste lag die durchschnittliche Jahrestemperatur während der Studiendauer bei 11,2 Grad, im Berner Oberland bei 5,9 Grad. Dieser Temperaturunterschied hatte markante Auswirkungen: Die altersbedingte Sterblichkeit bei weiblichen Erdkröten in der Bretagne stieg nach etwa fünf Jahren stark an - im Berner Oberland erst nach sieben bis acht Jahren. Dieser Effekt war nicht auf Erdkröten beschränkt: Bei allen vier Arten altern die Tiere in wärmeren Gebieten rascher. **Rückgang der Bestände droht** Das bedeutet: Die Klimaerwärmung könnte dazu führen, dass Amphibien in Zukunft allgemein schneller dem Alterungsprozess unterworfen sind. Das wiederum, schreiben die Forscher, könnte zu einem Rückgang vieler Bestände führen. Gerade die grossen, alten Weibchen gelten bei Amphibien als enorm wichtig für das Gedeihen der Bestände: Sie legen am meisten Eier. Wenn sie früher altern, gibt es vielleicht weniger Eier und Nachwuchs in einem Bestand. Obwohl Mitautor der Studie, ist Benedikt Schmidt mit dieser Schlussfolgerung aber nicht ganz glücklich. Die Aussage zu den Auswirkungen des Klimawandels hätte differenzierter gemacht werden sollen, sagt er. «Eine raschere Alterung kann, muss aber nicht zum Rückgang der Populationsgrösse führen.» Die Folgen der Klimaerwärmung vorherzusagen, ist laut dem Forscher kom-

plex. Manche sind von Art zu Art verschieden, andere hängen von der Entwicklungsphase und der Jahreszeit ab. Schwierig macht Voraussagen auch der Umstand, dass wärmere Temperaturen längst nicht nur negative Effekte auf Amphibien haben. Als Beispiel führt Schmidt Untersuchungen an, wonach Erdkröten bei milden Temperaturen im Frühling früher laichen - falls es genügend regnet. Zwar ist das Wasser im Weiher dann noch kalt, und die Kaulquappen brauchen länger für ihre Entwicklung. Trotzdem erreichen sie früher im Jahr das Stadium der Metamorphose. So können die Krötchen mehr fressen und grösser werden bis zum nächsten Winter, was ein Überlebensvorteil ist. Andererseits zeigt eine Studie aus England, dass in warmen Wintern mehr Erdkröten sterben oder magerer aus der Winterruhe kommen. Vermutlich verbrauchen sie mehr Energie, können aber trotz wärmerer Temperaturen nichts fressen. Umgekehrt scheint es beim Wasserfrosch zu sein: Untersuchungen im Zürcher Weinland ergaben, dass in kalten Wintern nur etwa jeder zehnte Frosch überlebt, in warmen Wintern jedoch mindestens vier von fünf. Wenn weniger Tiere den Winter überstehen, muss das aber noch keine Katastrophe für die Bestände bedeuten. «Ein Froschweibchen legt mehrere tausend Eier», sagt Benedikt Schmidt. «Populationen können deshalb Verluste von Individuen verkraften.»

Die gute Seite der Wärme

10%

der Wasserfrösche im Zürcher Weinland überleben in kalten Wintern, in warmen Wintern hingegen sind es mehr als 80 Prozent.

Allerdings nur so lange, wie die Bedingungen später im Jahr stimmen. «Eine Hitzewelle mit anhaltender Trockenheit ist gefährlich, wenn sie in die Zeit fällt, in der die Jungtiere eben ihre Metamorphose abgeschlossen haben und die Gewässer verlassen.» **Entscheidend sind Extremereignisse** Er glaube deshalb nicht, dass Mittelwerte wie die für die neue Studie verwendete durchschnittliche Jahrestemperatur genügen, um die Risiken des Klimawandels zu beschreiben, sagt Schmidt. «Wichtiger sind wohl Extremereignisse.» Ob, wann und wie häufig solche Ereignisse mit der Klimaerwärmung auftreten, sei aber schwierig vorauszusagen. Kritisch wird es, wenn die Erwärmung derart voranschreitet, dass Tümpel austrocknen. Über kurz oder lang könnte das auch in den Bergen drohen: Heute füllen sich in den Alpentälern jedes Frühjahr Mulden mit Schmelzwasser, die Amphibien als Laichplätze dienen. «Was, wenn es keine Gletscher mehr gibt und die Schneefälle bis in hohe Lagen ausbleiben», fragt Schmidt. Was kann der Mensch tun, um Amphibien im sich wandelnden Klima zu schützen? Der wichtigste Rat des Experten: «Viele, viele Weiher und Tümpel bauen - grosse und kleine, tiefe und flache, sonnig und schattig gelegene.» Je grösser und vielfältiger das Angebot, desto eher finden Frösche und Kröten auch in Zukunft einen geeigneten Laichplatz und einen feuchten Unterschlupf.

Neues aus der Wissenschaft

Musik verursacht ein ähnliches Kopfkino

Musik ist wie eine Sprache: Erklingen Tonfolgen, so entstehen Bilder im Kopf. Doch haben alle Menschen das gleiche Kopfkino, wenn sie Musik lauschen? Ist der kulturelle Hintergrund ähnlich, dann ruft eine bestimmte Musik tatsächlich fast deckungsgleiche Geschichten im Hirn hervor, wie Forschende herausgefunden haben («Proceedings of the National Academy of Sciences»). Dazu haben Hunderte Teilnehmende kurze instrumentelle Musikausschnitte



GETTY

gehört und die dadurch hervorgerufenen Bilder notiert. Die beiden Gruppen aus zwei Ortschaften der USA malten sich fast dieselben Geschichten aus. Dorfbewohner aus China stellten sich innerhalb ihrer Gruppe auch ähnliche Szenarien vor, aber die imaginären Geschichten waren ganz anders als jene der Amerikaner. (cfe.)

Wie sich Krähen und Raben ausbreiteten

Mit Krähen und Raben verbindet man das schwarze Federkleid und das schrille Krächzen. Doch sie sind auch eine der weitestverbreiteten Vogelgruppen der Welt und bewohnen eine Vielzahl von Lebensräumen. Das im Gegensatz zu anderen Rabenvögeln wie Elstern oder Eichelhähern, die meist nur auf einzelnen Kontinenten leben. Krähen und Raben haben längere Flügel, einen grösseren Körper und ein relativ grosses Gehirn, wie Forschende festgestellt haben («Nature Communications»). Die guten Flugfähigkeiten ermöglichen es den erstaunlichen Vögeln, sich weltweit zu verbreiten



GETTY

ten und sich durch kluges und flexibles Verhalten dem jeweiligen Lebensraum anzupassen. Ebenso verschaffte ihnen ihre Körpergrösse einen Wettbewerbsvorteil gegenüber kleineren Arten. (cfe.)

Öffentliches Loben wirkt sich positiv aus

Pflegepersonal und Ärzte bekamen insbesondere in der Corona-Pandemie viel öffentlichen Zuspruch. Das öffentliche Loben wirkte sich positiv auf die Mitarbeitenden aus - diese hatten mehr Energie und konnten sich besser vom Stress erholen, wie eine Studie im Fachblatt «Social Psychological and Personality Sciences» zeigt. Andere unentbehrliche Ange-

stellte, wie Lkw-Fahrer und Justizvollzugsbeamte, die weniger sichtbar waren, erhielten keine öffentliche Dankbarkeit für ihre Arbeit. Das hatte negative gesundheitliche Konsequenzen, denn diese Mitarbeitenden neigten eher dazu zu trinken, sich zu überessen und zu rauchen. Öffentliche Dankbarkeit scheint einen wichtigen Einfluss auf die langfristige Gesundheit der Einzelkräfte zu haben. (cfe.)

Warntafeln führen zu mehr Unfällen

Tafeln an amerikanischen Autobahnen zeigen, wie viele Menschen auf den Strassen eines Gliedstaats ums Leben gekommen sind. Das soll die Verkehrsteilnehmer vom Rasen abhalten. Doch jetzt zeigt eine Studie: Solche Warnungen bewirken genau das Gegenteil («Science»). Fahrerinnen und Fahrer lassen sich von diesen Informationen in ihrer Aufmerksamkeit beeinträchtigen. Im Texas allein ist es deshalb gemäss der Untersuchung zu jährlich 2600 zusätzlichen Unfällen mit 16 Toten gekommen. (pim.)

Feuerschein belebt prähistorische Kunst

Heute gibt es Filme gegen die Langeweile; vor mehr als 15 000 Jahren schauten sich Menschen Kunst im Feuerschein an. Diese Erkenntnis gewannen Forscher, als sie gravierte Steine unter-

suchten, die Muster von Hitzeschäden aufwiesen («Plos One»). Mit Nachbildungen experimentierten sie, wie die prähistorischen Künstler die Muster in Bewegung versetzten. Es zeigte sich: Im flackernden Licht scheinen Formen, Tiere und Gesichter lebendig zu werden. (cfe.)

Schluss-Strich von Nicolas Mahler



Computer & Technik

Die Tücken des Zweitschlüssels

Passwörter allein genügen oft nicht, um Online-Konten sicher abzuriegeln. Die Zwei-Faktor-Authentifizierung soll Zugänge unknackbar machen. Doch wer dabei nicht aufpasst, sperrt sich aus seinen Konten aus. **Von Boris Hofferbert**

Ob Google, Microsoft, Apple oder die meisten Online-Banken: Kaum ein Online-Dienst verzichtet noch darauf, den Anmeldevorgang zumindest als Option um einen zweiten Sicherheitsfaktor auszuweiten. Ist die Zwei-Faktor-Authentifizierung - oder kurz 2FA - aktiviert, müssen die Benutzer neben ihrem selbstgewählten Benutzernamen und Passwort bei der Anmeldung einen weiteren Schritt gehen, um sich auszuweisen. Das kann beispielsweise die Eingabe eines zufällig erstellten Zifferncodes sein, der über eine App auf dem Smartphone oder auch per E-Mail oder SMS verschickt wird. Die Prämisse dahinter ist, dass Angreifer auch dann nicht ohne weiteres in ein Konto gelangen, wenn sie die Log-in-Daten erbeutet haben - etwa durch eines der immer wieder vorkommenden Lecks bei Passwortdatenbanken. In der Regel erlauben die meisten Online-Dienste die nachträgliche Einrichtung der Zwei-Faktor-Authentifizierung. Während manche Dienste sowohl bei der Erstanzahlung als auch im Alltag dazu animieren, die Absicherung einzurichten, ist in vielen Fällen Eigeninitiative gefragt. Ärgerlich dabei ist, dass die Zwei-Faktor-Authentifizierung oft unter verschiedenen Namen zu finden ist, etwa als «Überprüfung in zwei Schritten» oder auch ganz banal als «zusätzlicher Kontenschutz». Meist hilft ein Blick in die Passwort- und Sicherheitseinstellungen oder auch den Hilfebereich der Anbieter weiter. Einen guten Überblick über die Absicherungsmöglichkeiten vieler Dienste liefert die Datenbank 2FA-Directory. Neben den unterstützten Verfahren sind hier auch gleich die Dokumentationen der Anbieter verlinkt, die bei der Einrichtung der Zwei-Faktor-Authentifizierung helfen.

Doppelter Boden

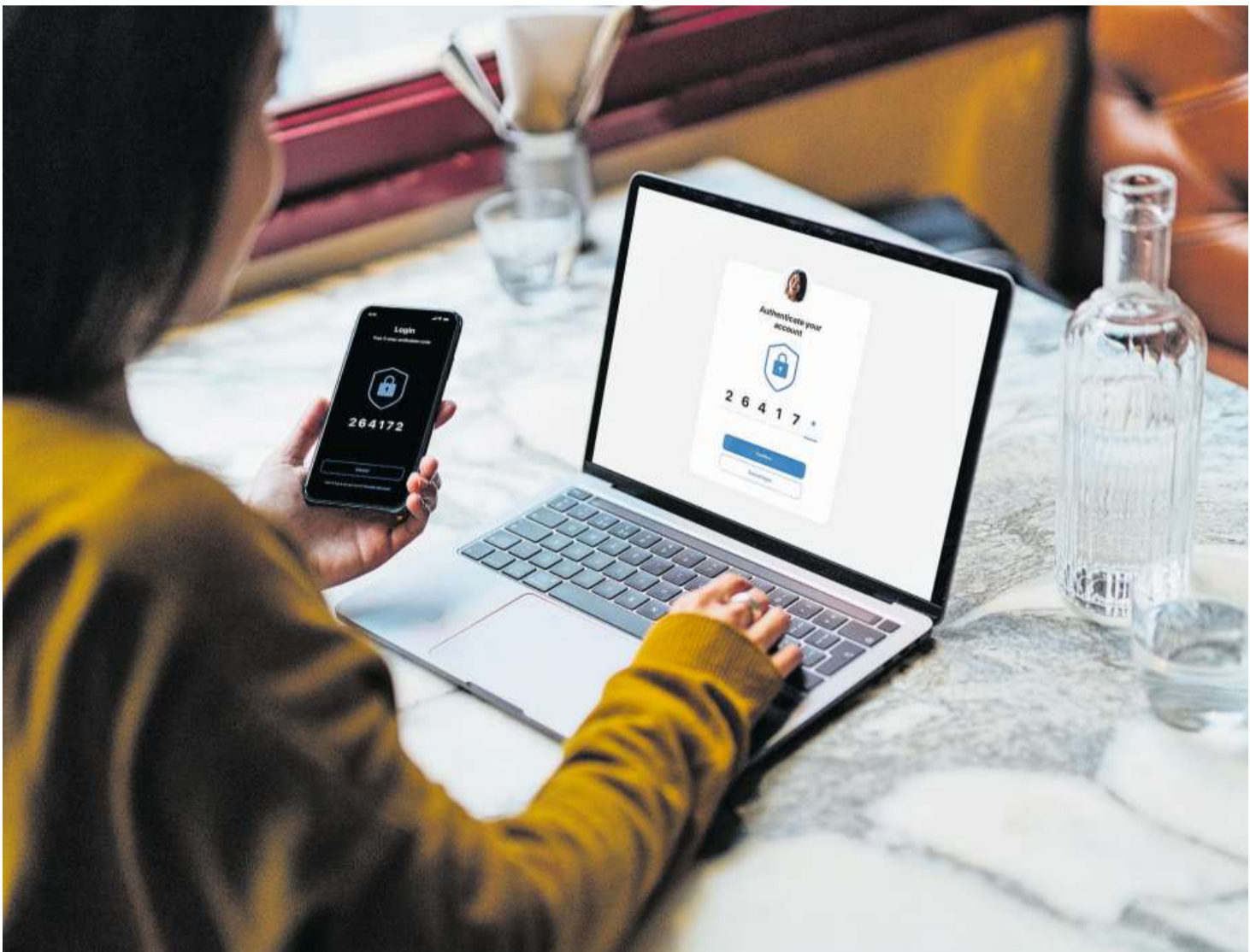
Von den unterschiedlichen Methoden zur Kontoabsicherung bieten App-Lösungen den wohl besten Kompromiss aus Sicherheit und Komfort. Bekannte 2FA-Apps hierfür sind etwa Authy, Microsoft Authenticator, Google Authenticator oder die Open-Source-Apps andOTP (Android) oder Tofu (iPhone). Für die Einrichtung scannen die Nutzer einmalig einen QR-Code oder geben eine Zeichenkette in die 2FA-App ein, die der entsprechende Dienst auslöst. Anschliessend wird bei jedem Log-in nach dem Kennwort ein Einmal-Kennwort abgefragt, das die App automatisch generiert. Die meisten 2FA-Implementierungen basieren auf Standards, die von allen Apps unterstützt werden. Einige Dienste, etwa der Spiele-Anbieter Steam oder das Online-Bezahlsystem Paypal, nutzen ihre eigenen Apps als zweiten Faktor. Das ist weniger transparent, aber in jedem Fall besser, als auf den Zusatzschutz zu verzichten. Als noch sicherer gelten Hardware-Schlüssel, etwa spezielle USB-Sticks wie Yubikey, die bei einer Anmeldung in das Gerät gesteckt oder via Bluetooth verbunden werden. Diese Methode ist vor allem im Firmenumfeld verbreitet, gewinnt aber durch die Industrieskandale wie der FIDO2-Allianz auch bei Webdiensten zunehmend an Bedeutung. Auch die biometrischen Funktionen moderner Smartphones oder PCs und Macs lassen sich bei einigen Diensten zur Verifizierung verwenden, sind dann allerdings auf das Gerät beschränkt. Der Empfang von Einmalkeennwörtern via SMS oder E-Mail als

Übliche 2FA-Methoden

1. Apps sind der beste Kompromiss aus Sicherheit und Komfort, etwa: Authy, Microsoft Authenticator oder die Open-Source-Apps andOTP oder Tofu.

2. Als noch sicherer gelten Hardware-Schlüssel, etwa USB-Sticks wie Yubikey, die bei einer Anmeldung in das Gerät gesteckt oder via Bluetooth verbunden werden.

3. Zum Einsatz kommen auch biometrische Funktionen. Der Empfang von Einmalkeennwörtern via SMS oder E-Mail als zweiter Faktor ist ebenfalls geläufig, allerdings weniger sicher.



Die Einrichtung der Zwei-Faktor-Authentifizierung ist ein wichtiger und richtiger Schritt zur Erhöhung der Online-Sicherheit.

zweiter Faktor ist ebenfalls geläufig, allerdings weniger sicher. Vor allem SMS-Nachrichten lassen sich durch versierte Angreifer mit vergleichsweise geringem Aufwand abfangen. Ausserdem ist die Bindung an eine Telefonnummer, die sich möglicherweise ändern kann, auf Dauer nicht die beste Option. Trotz diesen Nachteilen ist aber selbst die SMS-Identifizierung besser als der komplette Verzicht auf den zweiten Faktor. Unabhängig davon, für welche Methode man sich entscheidet, ist die Einrichtung einer Zwei-Faktor-Authentifizierung bei wichtigen Konten praktisch immer empfehlenswert. Allerdings kann sie bei unachtsamer Nutzung auch zu einem grossen Nachteil werden. Wer den Zugriff auf den zweiten Faktor verliert, sperrt sich im schlimmsten Fall dauerhaft aus seinen Konten aus. Beispielsweise können Smartphones mit Zwei-Faktor-Apps oder USB-Sticks mit entsprechenden Sicherheitsschlüsseln verloren oder kaputtgehen. Anders als beispielsweise bei einem vergessenen Passwort kann in einem solchen Fall auch der Support nicht dabei helfen, den Zugang wiederherzustellen. Aus diesem Grund sollten mögliche Backup-Optionen geprüft und wahrgenommen werden. So erzeugen viele 2FA-taugliche Online-Dienste bei der Einrichtung eine Liste von einmalig verwendbaren Back-up-Codes, die im Notfall den Kontozugriff wiederherstellen. Die Codes sollten unbedingt verwahrt werden, etwa als Ausdruck an einem sicheren Ort oder digital in einer verschlüsselten Datei. Besonders gut eignet sich dafür ein Passwortmanager wie das quelloffene Bit-

warden, der auch gleich die zugehörigen Zugangsdaten und Passwörter aufnimmt und sicher verwahrt. Auch die Einrichtung eines weiteren Entsperrfaktors ist empfehlenswert, sofern der Anbieter dies erlaubt. Dabei kann eine zweite 2FA-App auf einem anderen Smartphone oder ein weiterer Hardware-Schlüssel zum Einsatz kommen, der beim Verlust des Hauptschlüssels in die Bresche springen kann. Authentifizierungs-Apps auf dem Smartphone sollten zudem möglichst eine eigene Sperrfunktion haben, etwa durch ein bei der Verwendung abgefragtes Passwort. So ist sichergestellt, dass Fremde auch dann nicht an die Einmalkeennwörter kommen, wenn sie Zugriff auf das Smartphone haben. Wer SMS- oder E-Mail-Codes als zweiten Faktor nutzt, sollte deren Anzeige zumindest auf dem Sperrbildschirm des Smartphones unterdrücken, um das Abfangen zu erschweren. Die entsprechenden Nachrichten sollten zudem nach der Nutzung des Codes umgehend gelöscht werden. Die Einrichtung der Zwei-Faktor-Authentifizierung ist ein wichtiger und richtiger Schritt zur Erhöhung der Online-Sicherheit, geht aber fast zwangsläufig mit einem gewissen Komfortverlust einher. Doch genau wie bei einer guten Backup-Strategie für wertvolle Daten kann es sich lohnen, die gewählten Sicherheitsschritte regelmässig einer Prüfung zu unterziehen. Für besonders schützenswerte Online-Konten empfiehlt es sich, eine Liste mit den verwendeten Sicherheitsschritten anzulegen. Vor allem bei der Nutzung der SMS-Verifizierung ist dieser Schritt empfehlenswert. Wer beispielsweise seine Telefonnummer wechselt, sollte die alte Nummer überall als Verifikationsmittel abmelden. Das schützt einen nicht nur davor, sich selbst aus einem Konto auszusperrern, sondern verhindert auch, dass die Bestätigungs-SMS nicht nach einer Neuvergabe durch den Anbieter plötzlich auf einem fremden Handy landen.

Regelmässige Überprüfung Auch die anderen verwendeten Faktoren sollten regelmässig auf ihre Funktion gecheckt werden. Lassen sich etwa die Apps mit den Einmalkeennwörtern einfach auf ein neues Smartphone übertragen, oder bedarf es dafür manueller Sicherungen? Wird ein USB-Stick immer noch sauber vom PC erkannt? Sind die verwendeten E-Mail-Konten noch in Betrieb und ihrerseits gut vor fremden Zugriffen abgesichert? Lassen sich gegebenenfalls neue, bessere Methoden zur Verifizierung einrichten? Wer sich mit diesen Fragen und den zugehörigen Methoden auseinandersetzt, kann seine eigene persönliche Online-Sicherheit massiv erhöhen. Der Verlust an Nutzerkomfort hält sich nach anfänglicher Eingewöhnungszeit in Grenzen, sofern man die Absicherung per 2FA konsequent durchsetzt und mögliche Fallstricke frühzeitig aus dem Weg schafft.