

## Warum die USA in den 1920ern zu einer Tech-Macht wurden

Nicht Einzel-Erfindungen beförderten das Land an die Spitze, sondern professionalisierte Teamarbeit.

Die industriellen Forschungslabore, die im deutschsprachigen Raum nach dem Ersten Weltkrieg erfunden wurden, lösten in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts die handwerksbasierte Innovation ab. Sie förderten hochqualifizierte Teamarbeit und machten die USA zur globalen Technologiemacht. Nicht durch einzelne bahnbrechende Erfindungen, sondern durch eine neue Art, Innovation zu organisieren. Das zeigt eine Gruppe um Frank Neffke vom Complexity Science Hub in Wien in Kooperation mit der Harvard University (*Research Policy*).

Um den Übergang von einer Agrarwirtschaft zu einem Technologieführer besser zu verstehen, digitalisierten die Forschenden eine halbe Million Seiten Patentjährcbücher (1856-2000), in denen Erfinder, Organisationen und Technologien von 1,6 Mio. Patenten beschrieben sind. Kombiniert mit Demografie- und Unternehmensforschungsdaten ergab sich ein klares Bild: In den frühen 1920ern, als die Idee von industriellen Forschungslaboren über den Atlantik geschwappt war, begannen Firmen kontinuierlich, Teams aus Spezialisten einzustellen. Diese organisatorische Innovation ersetzte die Zusammenarbeit in Familien (oder die Tüftlei einzelner wie Edison oder Tesla) höchst erfolgreich - Erfinden beruhte zunehmend auf Wissenschaft.

### Neue Barrieren für Frauen

„Der systematische Wandel führte zu einer Explosion von Neuheiten“, heißt es in der Studie. Bis 1945 machten Ingenieurinnen und Ingenieure nur 0,7 Prozent der US-Bevölkerung aus, hielten aber 25 Prozent aller Patente. Erfinden war zu einem Beruf geworden, das Labor zu seiner Heimat. Mit dem Boom der Forschungslabore veränderte sich auch die Geografie der Innovation: Erfindertätigkeit konzentrierte sich in wenigen großen Ballungsräumen. „Dieser Wandel trug zum Aufschwung einer kleinen Anzahl großer Städte in der Region bei, die wir heute als den Rust Belt kennen, aber in ihrer Blütezeit das Silicon Valley des frühen 20. Jahrhunderts war“, sagt Frank Neffke.

Während das neue System zwar Innovation beschleunigte, verdrängte es Frauen und im Ausland geborene Erfinder sukzessive. Diese Barrieren blieben jahrzehntelang bestehen. In den 1970ern schien dann das Ende der industriellen Forschungslabore gekommen: Unternehmenseigene Teams schnitten wieder schlechter als unabhängige ab. Seit Kurzem erleben diese jedoch eine Wiederbelebung bei Tech-Riesen wie Google, Meta oder Amazon. (cog)

# Fische sollen beim Kraftwerk nicht im Trüben schwimmen

**Wasserbau.** Babyfische, Forellen und andere Arten erleben im Wasserbaulabor der Boku, wie es sich hinter einem Kraftwerk anfühlt. Neues Wissen über Schwebstoffe dient der Wasserkraft und der Ökologie.

VON VERONIKA SCHMIDT

**T**axifische? So nennt man Fische, die im seichten Wasser den Menschen folgen, weil unsere Schritte das Sediment aufwirbeln und es dort etwas zu fressen geben könnte. Manche kennen solche Fische, die um die Zehen herumschwimmen, aus dem Mittelmeer. Boku-Forschende haben sich die Taxifische bei Fliegenfischern in Österreich angeschaut: Welche Tierarten folgen in Flüssen den Schritten der Anglerinnen und Angler, und was finden sie im mobilisierten Sediment?

Die kleine Anekdote erklärt, was die Wissenschaft unter „Sediment“ versteht, nämlich den Bodensatz. Grobsedimente sind Kies, Schotter und Steine am Gewässergrund; Feinsedimente sind Schlamm, Sand und Schluff.

Letztere führen zu Verlandungen, die nicht nur bei zugeföhrten Teichen eine Gefahr für die Menschen auf dem Eis bringen, weil die Eisdicke über Verlandungen dünner sein kann. Ansammlungen von Feinsediment haben auch große Bedeutung für die Leistungsfähigkeit von



Auch junge Fische werden auf ihren Stress bei Trübungen getestet. Boku Wien

Wasserkraftwerken. An der Boku Wien behandelte ein großes Team über sieben Jahre im Christian-Doppler-Labor für Sedimentforschung und -management zahlreiche Fragen rund um den Bodensatz von Stauseen, Flüssen und mehr.

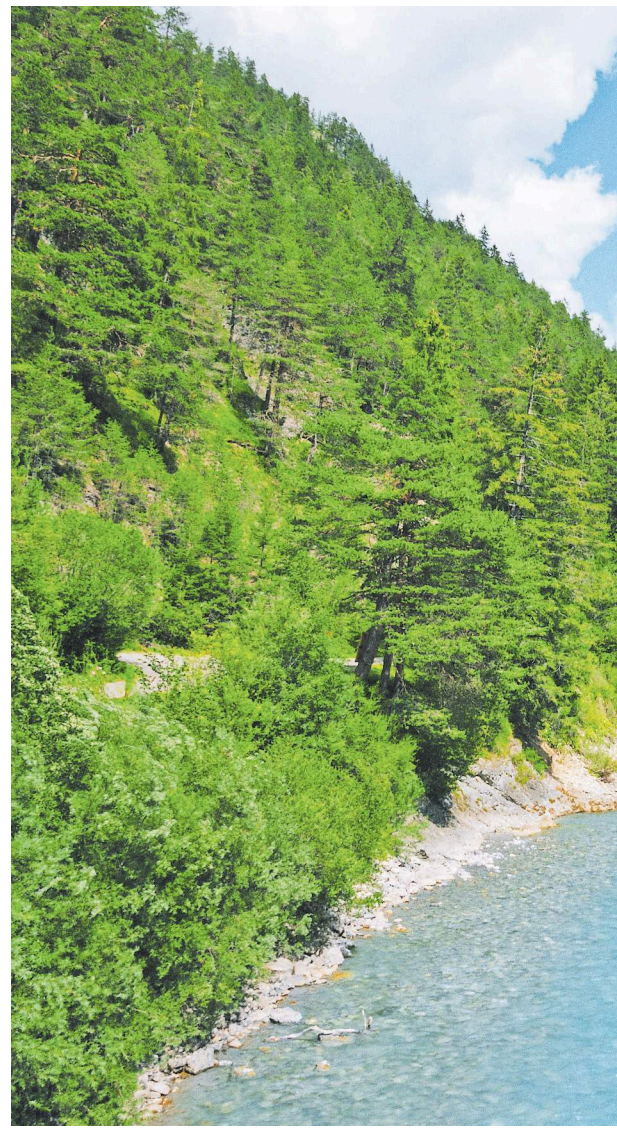
### Forschung mit Energiewirtschaft

Die Untersuchungen und Labortests verbesserten das Verständnis der Wasserkraftbetreiber von Erosion, Sedimenttransport, Ablagerung und Wiederfreisetzung von Feststoffen. Ende 2024 lief das CD-Labor aus, doch die Forschenden wollten nicht stoppen: Die Kooperationen zur Energiewirtschaft waren gut erprobt, die Fachleute ins Thema eingearbeitet. Teile des Teams haben sich daher über den Verein für Ökologie und Umweltforschung (VÖU) zusammengefunden, der zwischen Naturschutz und Energiewirtschaft vermittelt - und schon 1984 vom österreichischen Zoologen Otto Koenig initiiert wurde.

Jetzt arbeiten die Forscherinnen und Forscher aus der Boku mit dem Verein an einem neuen Projekt, das gezielt das Sedimentmanagement bei Wasserkraftwerken im Blick hat. Martin Schönberg, Geschäftsführer des VÖU, betont, dass die Auswirkungen des Klimawandels mitspielen, wenn Hochwasser, Starkniederschläge und Gletscherrückgang zunehmen: „Wir wollen auch das Verhalten der Fische beachten, und sehen, was bei höheren Konzentrationen von Feinsediment und Trübungsverhältnissen passiert. Ein Ziel ist ja, die Energiezukunft nachhaltig zu gestalten.“

### Schlamm wird aufgewirbelt

Bereits das CD-Labor hatte sich um die Zusammenhänge von Schwebstoffen in Flüssen und den Fischpopulationen gekümmert und verfasste Anleitungen, wie Wasserkraft unter veränderten klimatischen Bedingungen ökolo-



gisch verträglich gestalten soll. Aufgewirbelt werden die schlammigen Feinsedimente bei Bewegungen an den Wasserkraftwerken wie z. B. beim Schließen von Klappen oder Ziehen von Schützen.

Der Projektleiter an der Boku, Christoph Hauer vom Institut für Wasserbau und Fließgewässerforschung, erklärt: „Technisch sagt man ‚aktive Sedimentbewirtschaftung‘ bei Wasserkraftanlagen.“ Dabei mobilisiert man Feinsedimente, was den Kraftwerken dienlich ist, für die Fische aber durchaus ein Problem sein kann. Es gibt jedoch auch Flüsse wie die Salzach und den Inn, wo die natürliche Belastung durch Feinsediment hoch ist. Vor allem aus den Gletschern kommt dort in den Sommermonaten eine Menge Schluff zusammen.

### Erstmals mit einheimischen Fischen

Jede Barriere in einem Fluss kann eine Verlandung anstoßen, wenn sich z. B. im Stauraum flussaufwärts Sedimente sammeln. Hingegen führt eine Barriere, sei es ein Kraftwerk, eine Lawinerverbauung oder Wildbachregulierung, flussabwärts zu einem Mangel an Feststoffen. Genau da braucht es Sedimentmanagement, um Ablagerung und Wiederfreisetzung der

# So vermeiden wir die Ewigkeitschemikalien PFAS im Alltag

**Service.** Die große Gruppe an Substanzen, die aus der Umwelt gar nicht mehr weggehen, bereitet Tieren, Menschen und Pflanzen Probleme. PFAS-Konzentrationen nehmen ab, wenn die Politik Verbote vorgibt. Die TU Graz zeigt, wie man Wasserstoff ohne diese Chemikalien herstellt.

VON VERONIKA SCHMIDT

**D**iese Substanzen haben in der Industrie unzählige Vorteile: PFAS (sprich „Pe-Fas“, das steht für Per- und Polyfluoralkylsubstanzen) sind über 10.000 Chemikalien mit Kohlenstoff-Fluor-Bindungen, die wie Seife, Hitzeschutz oder Imprägnierung wirken. Sie stecken in Medizinprodukten, Kosmetik, Elektronik, Feuerlöschschaum, Teflonpfannen, Kunststoffdichtungen und mehr. Seit den 1940er-Jahren galten PFAS als Wundermittel. Erst jetzt ist klar, dass sie auch Schaden anrichten und aus der Natur gar nicht mehr wegzukriegen sind (Ewigkeitschemikalien oder Forever Chemicals). Sie reichern sich in Böden, Pflanzen, Tieren und Menschen an. Entlang der Nahrungskette steigt die Dosis der Substanzen. Bisher gibt es für die menschliche Gesundheit Zusammenhänge mit Krebs, Fruchtbarkeitsproblemen, Alzheimer oder Leberschäden.

### Belastung in Tieren kann sinken

Eine Studie der Uni Graz zeigt jetzt, wie schnell die Natur sich erholt, wenn die Industrie auf schädliche Inhaltsstoffe verzichtet (*Environmental Pollution*). Das Team um Viktoria Müller hat mit schottischen und deutschen Partnern Lebergewebe von einjährigem Rotwild aus dem Nationalpark Bayerischer Wald untersucht (aus



Im Bayerischen Wald nahm die Konzentration einer Chemikalie in der Leber von Rehen nach dem Verbot schnell ab. APA/dpa/Patrick Pleul

den Jahren 1998 bis 2022). In der Region verzichtete die Industrie schon früh auf die Substanz PFOS, die heute weltweit verboten ist. In der Leber der Rehe sanken PFOS-Konzentrationen um 87 Prozent. Jedoch stiegen Ersatzstoffe an, die auch zu den PFAS zählen. „Was wir mit unseren Instrumenten messen können, ist nur die Spitze des Eisbergs“, sagt Chemiker Jörg Feldmann: „Die Chemikalien werden über Luft und Wasser transportiert.“

In Österreich tüfteln viele daran, wie man PFAS schon in Produktionsketten vermeidet, und wie man die im Trinkwasser und in Pflanzen gelagerten Substanzen abfangen

kann. Das Umweltbundesamt nennt als Handlungsanweisung, dass die Konsumentinnen und Konsumenten beim Kauf von Outdoor-Kleidung, beschichteten Textilien, bei Pfannen und Kochzubehör darauf achten können, Per- und Polyfluoralkylsubstanzen zu vermeiden.

### Beschichtete Pfannen und Textilien

Manche Hersteller kleben PFAS-Free-Abzeichen auf. Ein Tipp ist, auf Einweg-Verpackungsmaterialien und PFAS-beschichtete Textilien wie Regenjacken, Polstermöbel, Tischdecken zu verzichten. Die Textilien, die man schon daheim hat und die PFAS enthalten, soll man we-

niger oft und weniger heiß waschen und anschließend lufttrocknen.

Bei Kosmetika kann man die Liste der Inhaltsstoffe nach fluorierten Substanzen absuchen. Apps wie ToxFox oder Clean-PFAS helfen beim Checken. Die Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit kontrolliert in Österreich PFAS-Vorkommen mit den seit 2023 geltenden EU-Höchstgehalten für die vier Hauptsubstanzen (PFOA, PFOS, PFNA, PFHxS) in Nahrungsmitteln. Belastet sind v. a. tierische Innereien oder Lebensmittel aus Regionen mit hohem PFAS-Einsatz wie Löschschaum. Auch das Trinkwasser wird jährlich untersucht, zuletzt hatten 0,5 Prozent der Proben erhöhte PFAS-Werte. In solchen Fällen soll das Leitungswasser nicht zum Trinken und Kochen verwendet werden. Bei Körperpflege (Duschen, Baden, Zähneputzen) sieht die Ages ebenso wenig Einschränkungen wie bei Putzen, Geschirr- und Wäschewaschen.

Die TU Graz brachte diese Woche gute Nachrichten: In einem internationalen Projekt entwickelt das Team um Merit Bodner eine Elektrolysetechnik, die völlig PFAS-frei zu „grünem Wasserstoff“ verhelfen soll. Der klimafreundliche Kraftstoff ist für die Energiewende zentral. Die neue Technik wäre kostengünstiger, verbraucht weniger seltene Erden und würde null PFAS freisetzen.