

# Wie sieht der Wald der Zukunft aus?

Der Ökophysiologe Wolfgang Brüggemann erforscht, welche Baumarten ein wärmeres Klima aushalten.

Damit hat Wolfgang Brüggemann nicht gerechnet: Als er 2007 im damaligen botanischen Garten der Goethe-Universität begann, die Photosynthese-Eigenschaften immergrüner Eichenarten aus dem Mittelmeerraum zu untersuchen, wusste er noch nicht, dass seine Forschung zwölf Jahre später drängend aktuell werden würde. Zwar war er durch den Dürre- und Hitzesommer des Jahres 2003 vorgewarnt und vermutete schon, dass Wälder in Deutschland innerhalb der nächsten Jahrzehnte massive Trockenschäden erleiden würden.

Aber dass schon 2018/2019 südhessische Waldbestände so stark geschädigt sein würden, dass sie absterben, hat den Professor für Ökophysiologie geschockt: „Auf den Flächen in Rüsselsheim sind mehr als 100 Jahre alte Eichen einfach vertrocknet, weil sie wegen der starken Verdunstung bei der großen Hitze viel mehr Wasser gebraucht haben, als in Form von Regen zur Verfügung stand.“ Kiefern hätten wegen der Trockenheit kein Harz mehr bilden können, so dass sie dem Fraß der Borkenkäfer schutzlos ausgeliefert gewesen seien, berichtet Brüggemann: „Dadurch waren die Kiefern so geschwächt, dass eine weitverbreitete, an und für sich harmlose Pilzinfektion die Bäume absterben ließ.“

Zwölf Jahre zuvor hatte er mit seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern begonnen, sich mit den ökologischen Folgen des Klimawandels auseinanderzusetzen. „Uns war schon damals klar, dass unser Wald riesige Probleme bekommen würde, weil unsere heimischen Bäume in einem zwei, drei Grad wärmeren Klima einfach nicht konkurrenzfähig sind“, sagt Brüggemann. „Schließlich gibt es dort, wo es heute schon so warm ist – am Mittelmeer – keine Wälder aus unseren mitteleuropäischen Bäumen.“ Auf der Suche nach Baumarten, aus denen sich in einem um zwei oder drei Grad wärmeren Klima funktionsfähige Ökosysteme aufbauen lassen, fielen Brüggemann sofort Eichen ein – die Eiche hält im Vergleich zu anderen heimischen Waldbäumen mit am besten Trockenstress aus.

## Buche oder Eiche?

„Die Eiche ist einer unserer wichtigsten waldbildenden Bäume“ sagt Brüggemann, „auch wenn die Buche hierzulande noch stärker verbreitet ist.“ Eine Buche könne im Wald nämlich leichter keimen und anwachsen, so dass sich bei guter Wasserversorgung immer die Buche durchsetze. Aber die Wasserversorgung sei oft nicht so gut, und dann seien die Eichen im Vorteil: „Der Trumpf der Eiche ist ihre Widerstandsfähigkeit. Trockenstress setzt Buchen heftig zu, und zu nasse Bö-

den mögen sie genauso wenig“, stellt Brüggemann klar. „Die Eiche hingegen kann sowohl Trockenheit als auch Feuchtigkeit besser aushalten als die meisten unserer Waldbäume. Insbesondere mediterrane Eichen, die ja an höhere Temperaturen angepasst sind, sollten beste Voraussetzungen mitbringen, dem Klimawandel zu trotzen.“

Aber ganz so einfach ist es nicht. „Ein Baum, der die Rolle einer anderen Art in einem so komplexen Ökosystem wie dem Wald übernehmen soll, muss dort die gleichen ökosystemaren Dienstleistungen erbringen“, stellt Brüggemann klar und nennt einige Beispiele: Seine Äste und Blätter müssten genauso gut von den vorhandenen Bodentieren (Asseln, Tausendfüßler, Regenwürmer) als Nahrung akzeptiert werden, so dass der Baum auf gleiche Weise zur Bodenbildung beitrage. Er müsse außerdem den einheimischen Vogelarten Nistraum und Insekten Platz für die Eiablage bieten, ebenso gut Wasser zurück- und Stürme aushalten können.

Zusammen mit seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern pflanzte Brüggemann im botanischen Garten einige mediterrane Eichenarten an und untersuchte deren spezifische Stoffwechselvorgänge. „Wir haben uns zum Beispiel gefragt, ob diese Bäume, die ja eigentlich Wärme lieben, trotzdem in der Lage sind, in Deutschland zu überwintern. Hier ist knackiger Frost zwar selten, aber eben nicht ausgeschlossen“, sagt Brüggemann. Unter Beteiligung des LOEWE-BiK-F (heute Senckenberg-Biodiversitäts- und Klima-Forschungszentrum, S-BiKF) entstand zunächst der „Wald der Zukunft“ und daraus das „South Hesse Oak Project“, an dem auch externe Partner mitgearbeitet haben: Beispielsweise bohrte das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) Grundwassermessstellen, stellten die Städte Rüsselsheim und Frankfurt Versuchsflächen in Waldgebieten zur Verfügung, übernahm die Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt die wissenschaftliche Begleitung eines Teilprojektes im Wald bei Lamprechtshausen.

## Photosynthese im Winter

Während sich die Forscherinnen und Forscher der Senckenberg-Gesellschaft dabei zoologischen Fragestellungen widmeten (beispielsweise: „Wie gut tragen die mediterranen Eichen zum Nahrungsangebot heimischer Bodentiere bei?“), erforschte der Arbeitskreis Brüggemann Fragen wie etwa „Wovon hängt der Wasserverbrauch ab? Wann ist es den Eichen zu heiß, wann zu trocken? Wie betreiben immergrüne Eichenarten im Winter Photosynthese, wenn es

für die beteiligten Enzyme zu kalt ist?“

Außerdem zog die Eichenforschung europäische Kreise: Das BMBF, der Deutsche Akademische Austauschdienst und sein griechisches Pendant förderten das griechisch-deutsche Forschungsprogramm „IKYDA-Futureoaks“, so dass Brüggemann und seine Mitarbeiter von 2009 bis 2017 an sieben Standorten in Südhessen, Griechenland und Italien insgesamt mehr als 10 000 Eichen anbauen und studieren – darunter die Ungarische Eiche, die auf dem Balkan und in Italien verbreitet ist, die mediterrane Flaum-Eiche und die immergrüne Steineiche, aber auch die Turners Eiche, eine englisch-mediterrane Kreuzung aus Steineiche und Stieleiche.

Zuletzt haben Brüggemann und sein Doktorand Jan Peter Kotrade herausgefunden, wie mediterrane Eichenarten es schaffen, mit dem Mittelmeerklima fertigzuwerden, bei dem Wochen und Monate ohne Regen nicht selten sind: Im Wissenschaftsgarten auf dem Riedberg setzten sie die einheimische Stieleiche und die südeuropäische Flaum-

Eiche über zwei Jahre hinweg immer wieder unter Trockenstress und entnahmen anschließend Proben der Blätter. Daran ermittelten sie Gene, die in Trockenzeiten verstärkt aktiv sind – insbesondere eines, das dafür sorgt, dass die Pflanzen auch dann noch Photosynthese betreiben können, wenn sie zum Schutz vor Verdunstung (und damit Austrocknen) die Spaltöffnungen auf ihren Blattunterseiten geschlossen haben. Dieses Gen wird in der DNA der Flaum-Eiche sehr viel häufiger abgelesen als bei der Stieleiche, so dass die Flaum-Eiche in einer trockenen Umgebung besser Photosynthese betreiben kann und damit einen Selektionsvorteil gegenüber der Stieleiche besitzt.

## Vershobenes Artenspektrum

Dem Selektionsdruck, der durch den Klimawandel entsteht – höhere Temperaturen, mehr und längere Dürreperioden – werden die heimischen Wälder an vielen Standorten nachgeben: Mittel- und langfristig werden sich andere Arten durchsetzen, weil ihre Bedürfnisse besser zu den herrschenden Bedingungen passen. Auch an Standor-

ten, wo jetzt und in Zukunft genügend Wasser vorkommt, wird sich das Spektrum der Baumarten verschieben: „Wenn Sie einen Wald sich selbst überlassen, werden sich langfristig die an das Klima am besten angepassten Arten von allein durchsetzen. Wenn Sie Bäume anpflanzen, um sie später zu fällen und das Holz zu verkaufen, dann sollten Sie diese Verschiebung unterstützen, indem Sie die wärmeliebenden Arten anbauen. Auf diese Weise verringern Sie das Risiko, Waldflächen komplett zu verlieren“, erläutert Brüggemann und führt als Beispiel den Anbau von Fichten an, deren Bestände in den vergangenen zwei Jahrzehnten durch Stürme, Trockenheit und Hitzeperioden stark dezimiert worden seien.

Ausreichende Niederschläge sind laut Brüggemann für die höheren Lagen der deutschen Mittelgebirge auch weiterhin zu erwarten. „Aber in den mittleren Lagen von Rhön und Spessart beispielsweise, wo heutzutage vorwiegend Buchenwälder stehen, wird es höchstwahrscheinlich wärmer und trockener“, fährt Brüggemann fort, „dort werden also Bedingungen herrschen, mit denen die Buche nicht mehr so gut zurechtkommt.“ Für diese Standorte, die in einer Höhe von 100 bis 400 Meter liegen, schlägt Brüggemann vor, nur noch zum Teil mit Buchen aufzuforsten und dies mit trockenoleranteren Bäumen wie etwa Stieleiche, Traubeneiche und Waldkiefer zu ergänzen.

Anders werden die Verhältnisse in Wäldern sein, die in Höhen bis zu 100 Meter und auf sehr trockenen Böden wachsen, so etwa auf den Sandböden des Rhein-Main-Gebiets: „So heiße und trockene Sommer wie 2018, 2019 werden wir in Zukunft häufiger haben; deshalb müssen wir damit rechnen, dass wir hier die bestehenden Eichen- und Kiefernwälder verlieren. Und wenn die Bäume erst einmal großflächig abgestorben sind und sich ein dichtes Graspolster gebildet hat, ist es umso schwieriger, dort wieder Wald zu etablieren – es droht die Versteppung“. Damit es nicht soweit kommt, schlägt Brüggemann vor, zügig „Inseln“ hitze- und trockenoleranter Baumarten anzulegen. „Dafür sollten wir am besten mediterrane Eichen nehmen, so etwa die Flaum-Eiche. Sie ist mit unseren heimischen Eichen nahe verwandt, und deshalb bestehen gute Chancen, dass die Tiere, die sich von Laub und Laubstreu heimischer Eichen ernähren, auch die mediterranen Eichen als Futter annehmen. Diese können also am ehesten die Rolle der abgestorbenen Bäume im Ökosystem einnehmen.“

Stefanie Hense



Stamm einer abgestorbenen Kiefer mit Borkenkäferschäden im Schwanheimer Wald.  
Foto: Florian Süßel