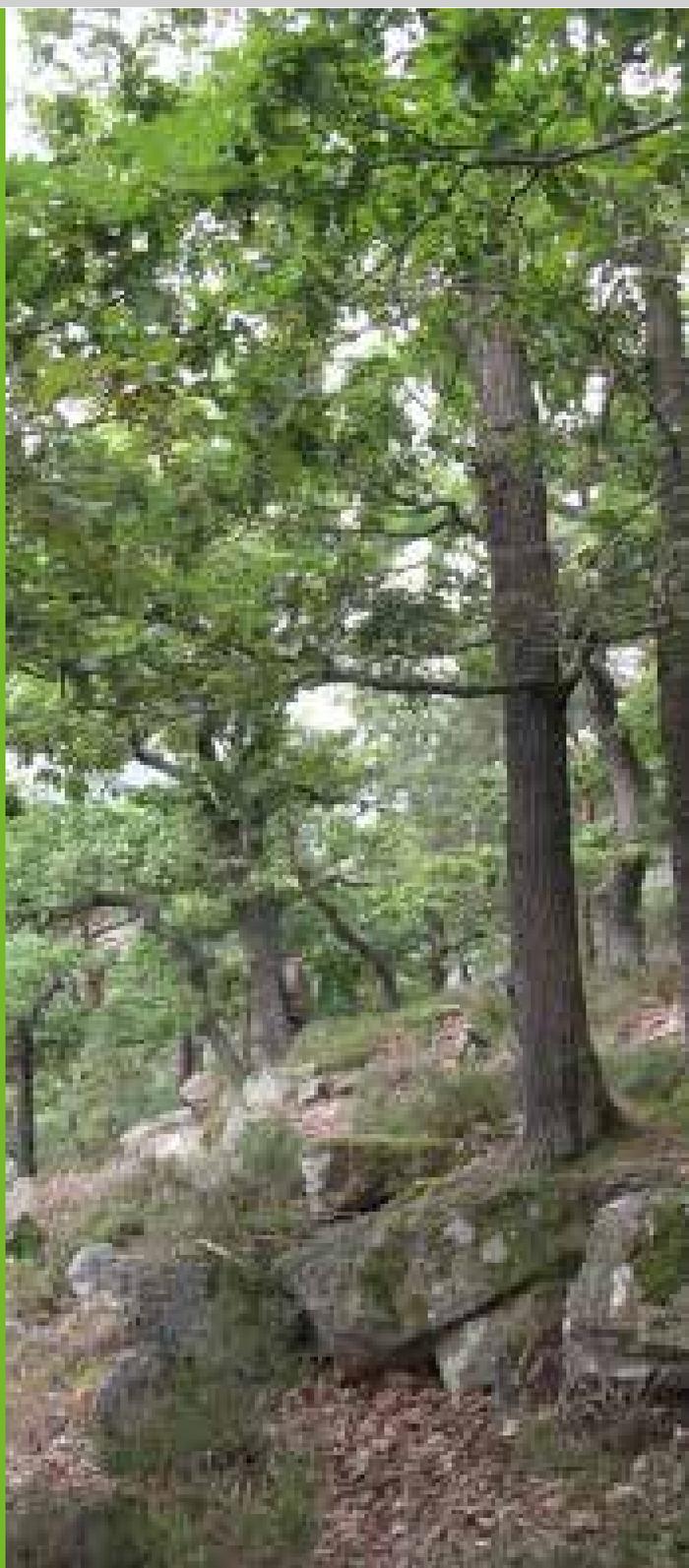


DIE EICHE IM KLIMAWANDEL: MIT VITAMIN C UND GERBSTOFFEN GEGEN DIE TROCKENHEIT



Die Eiche kann etwas, das andere Bäume nicht so gut können: Vitamin C und Gerbstoffe erzeugen, die sie vor Trockenheit schützen. Das macht sie zu einer wichtigen Baumart, um den Folgen des Klimawandels mit wärmeren Temperaturen und längeren Trockenperioden zu begegnen. Die Methode der Eiche haben Forscher entdeckt, als sie Holzfässer untersuchten, in denen Wein gereift wird.

Die Eichen in unserem Land

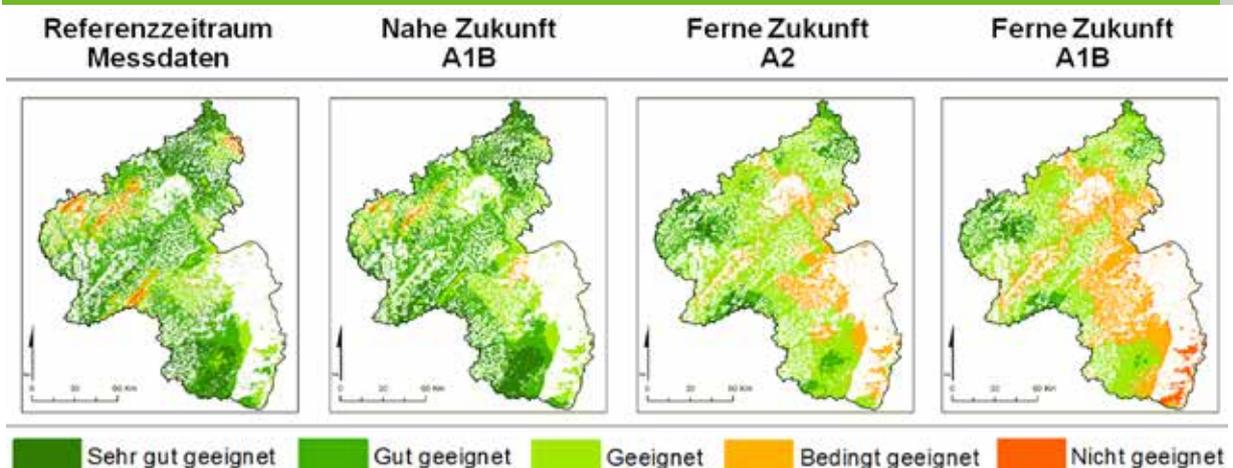
Rheinland-Pfalz ist nicht nur das walddreichste Bundesland, es weist auch den höchsten Anteil an Eichenwäldern auf. So wachsen zwischen Koblenz und Wörth ca. 166.800 Hektar Eichenwälder mit einem Vorrat von ca. 17,8 Mio. Festmetern. Dies macht in etwa 20 Prozent aller Wälder im Land aus. Die Eiche wächst dabei in ganz unterschiedlichen Waldarten, zum einen im Niederwald, zum anderen im Hochwald. Niederwälder sind Wälder, in denen Bäume früher gefällt wurden, um danach wieder auszutreiben. Die Bäume werden dabei weder besonders hoch noch dick, sondern dienen vor allem zur Brennholzgewinnung. Solche Eichenniederwälder wachsen vor allem entlang der rheinland-pfälzischen Flusstäler. Eichen-Hochwälder dagegen gedeihen in den rheinland-pfälzischen Mittelgebirgen und Ebenen – dort liefern

sie nachhaltig wertvolles Holz für vielfältigen Nutzen. Aber nicht nur wirtschaftlich, gerade auch kulturell und ökologisch sind Eichen immens wichtig. So leben in einem Eichenhochwald alleine an die 1.000 Käferarten (SEGATZ, 2016). Und kaum eine andere Baumart beeindruckt die Menschen so mit charakteristischen Baumpersönlichkeiten wie ein Eichenwald.

Die Eiche im Klimawandel

Der Klimawandel wird auch für Rheinland-Pfalz höhere Temperaturen und längere sommerliche Trockenperioden bringen. Doch die Eiche kann dem trotzdem. Vor allem Traubeneichen kommen gut mit länger anhaltender Trockenheit zurecht.

Abbildung 1: Rheinland-pfälzisches Eichenareal im Klimawandel



(ELLENBERG, 1986). Deshalb werden sich im Gegensatz zu anderen Baumarten auch weiterhin große Teile von Rheinland-Pfalz trotz Klimawandel zumindest für die Traubeneiche gut eignen (Abb. 1, VASCONCELOS et al., 2013).

Um vermehrt auf Eichen in unseren Wäldern zu setzen, gibt es zwei Möglichkeiten: Zum einen werden Eichen aus Südosteuropa eingeführt, wo es seit jeher wärmer und trockener ist oder man setzt auf Nachkommen von Eichen, die hier seit Jahrhunderten wachsen (GLATZER & SCHRAMM, 2010). In Rheinland-Pfalz macht Landesforsten beides: Sogenannte „Trockeneichen“, also Eichen von trockenen Orten in unserem Land, werden gepflanzt wie heimische natürlich verjüngt. Dabei ist der Anteil heimischer Eichen höher. Die Forstleute pflanzen also nicht extra junge Bäumchen, sondern setzen darauf, dass der Samen der Eichen von selbst aufgeht. So ist die genetische Variabilität gesichert.

Es ist bisher jedoch nicht nachgewiesen, dass solche „Trockeneichen“ besser als die ortsansässigen Bäume an belastende Umweltbedingungen angepasst sind. Andererseits hätte eine solche Strategie möglicherweise unvorhersehbare Auswirkungen auf die ökologische, ästhetische und ökonomische Leistungsfähigkeit der Wälder.

Deshalb hat die Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft mit Unterstützung der Bundesministerien für Umwelt und für Landwirtschaft untersucht,

- ob es überhaupt „Trockeneichen“ gibt, die sich von Eichen, die auf feuchteren Standorten wachsen, unterscheiden und
- ob Rheinland-Pfalz solche Eichen vermehrt anbauen sollte.

Wie unsere Eichen Trockenstress abwehren

Zur Beantwortung dieser Fragen wurde geklärt, wie die Eichen sommerlichen Trockenstress abwehren. Bei allen grünen Pflanzen ist das so: Sie atmen über Spaltöffnungen im Blatt tagsüber Kohlendioxid (CO_2) ein und Sauerstoff (O_2)

aus. Durch die Spaltöffnung geben sie allerdings auch Wasser ab. Wird es trocken, schließen die Bäume die Spaltöffnungen in den Blättern und sorgen dafür, dass sie möglichst kein Wasser abgeben. So schützen sich die Bäume vor dem Austrocknen. Die Strategie hat allerdings einen Haken: Da die Bäume nicht mehr „atmen“, also weniger Photosynthese betreiben, verarmen sie an Kohlendioxid (CO_2). Dadurch kommt das Elektronengleichgewicht durcheinander und es bilden sich aggressive Verbindungen wie Ozon (O_3) oder Wasserstoffperoxid (H_2O_2) in den Blättern, die die Biomembranen in den Zellen angreifen (RENNENBERG et al., 2006). Ein solcher oxidativer Stress kann mitunter zum Tod der Zellen und möglicherweise ganzer Pflanzen führen. Um diese Schadstoffe zu entgiften, bedienen sich die Eichen einer Strategie. Sie produzieren sozusagen „Gegenmittel“. Das sind Gerbstoffe und Vitamin C sowie die regenerierenden Enzyme wie beispielsweise die Glutathionreductase dazu (DEIGHTON et al., 2000; POLLE et al., 2006). Die Gerbstoffe machen einer Erhebung der FAWF Rheinland-Pfalz zufolge regelmäßig mehr als zwei Drittel der gesamten Antioxidantienkapazität der Eichen aus – also der Fähigkeit, auf Trockenheit zu reagieren und dennoch keinen Schaden davonzutragen (RUCKTESCHLER, 2013).

Allerdings war bisher unbekannt,

- wie sich antioxidatives System und Gerbstoffe bei trockener Witterung verhalten,
- ob es herkunftsbedingte Unterschiede zwischen den Eichen gibt und
- inwieweit sich unterschiedliche Eichenherkünfte an die Auswirkungen der Trockenheit anpassen können.

Gibt es Trockeneichen? Die FAWF untersucht, wie sich Eichen von verschiedenen trockenen Standorten unterscheiden

Wie Eichen von trockenen und niederschlagsreicheren Standorten mit Trockenheit umgehen, haben Forscherinnen und Forscher der FAWF



Pflanzkästen des Kreuzaustauschversuchs

Foto: M. Jochum

an Traubeneichen untersucht. Dabei wurden Nachkommenschaften von Eichen unterschiedlich Wasser versorgter Eichenwälder angebaut. Man hat also heimische Eichen, die Trockenheit gewohnt waren, an einen feuchteren Standort gepflanzt und Eichen, die mit mehr Niederschlägen versorgt waren, an einen trockeneren Standort angebaut. Anschließend wurde untersucht, welche Eichen wie mit der Trockenheit zurecht kommen und welche Methode sie nutzen, um Trockenstress abzuwehren.

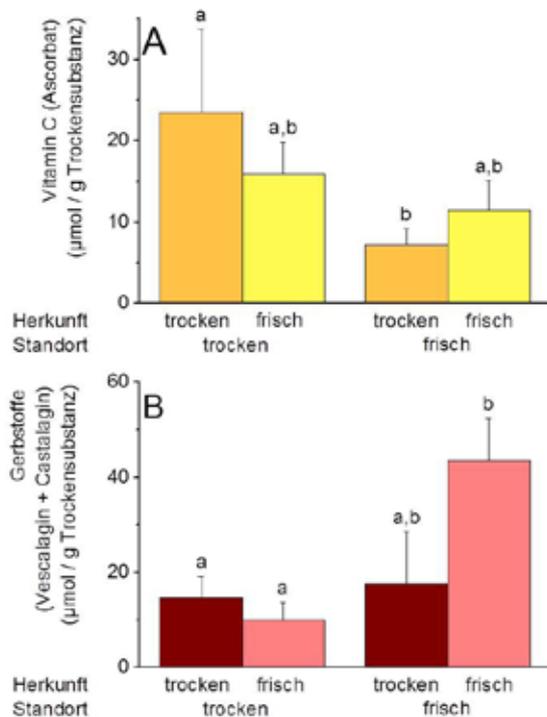
Im trockenen Bestand reicherten die Absaaten der autochthonen, also der am trockenen Standort heimischen Eichen Vitamin C in den Blättern an, während die aus dem feuchteren Bestand hierher verpflanzten kaum mit Vitamin C reagierten (Abb. 2 A). Sie verbrauchten stattdessen ihren Blattvorrat an Gerbstoffen.

Auf dem feuchteren Standort war es anders: Hier bevorrateten sich nur die Bäume der feuchteren Herkunft mit Gerbstoffen (Abb. 2 B). Offensichtlich setzen Trockeneichen bei der Abwehr von Trockenstress auf eine andere Strategie als die Bäume feuchterer Standorte – sie produzieren Vitamin C. Bäume, die mehr Niederschläge gewohnt sind, greifen für den gleichen Zweck auf ihre Gerbstoffe zurück. Bekannt war bisher, dass unterschiedliche Eichenarten differenziert auf Trockenstress reagieren (GÜNTHARDT-GOERG et al., 2013). Die aktuellen Untersuchungen der FAWF zeigen darüber hinaus erstmals, dass es solche Anpassungen auch innerhalb der Arten bei den Standortsrasen gibt.

Die vorgestellten Erkenntnisse sind Teil des APEK-Projekts (28WB400201), das vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) und dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) auf einer Entscheidung der Deutschen Bundestages aufbauend gefördert wurde. Eine Literaturliste kann bei der FAWF angefordert werden.

Abbildung 2A und 2B

Vitamin C und Gerbstoffe (Vescalagin und Castalagin, VC; in den Blättern von Eichen einer trockenen bzw. frischen Herkunft nach wechselseitiger Umpflanzung



Brauchen wir Trockeneichen? Die FAWF untersucht, ob sich alle Eichen an Trockenheit anpassen können

Trockeneichen hielten nicht nur vor Ort an ihrem trockenem Standort viel Glutathionreductase zur Regeneration ihrer Antioxidantien vor, sondern selbst dann, wenn sie einen günstigen Wasserhaushalt hatten (Abb. 3 A). Andererseits waren aber auch die anderen Eichen in der Lage, sich nach dem Verbrauch der Gerbstoffe gegebenenfalls flexibel auf die Anforderungen einer weiterhin angespannten Wasserversorgung einzustellen (Abb. 3 B). Beide Eichentypen kommen also mit der Trockenheit gut zurecht, nur mit verschiedenen Methoden. Jenseits der physiologischen

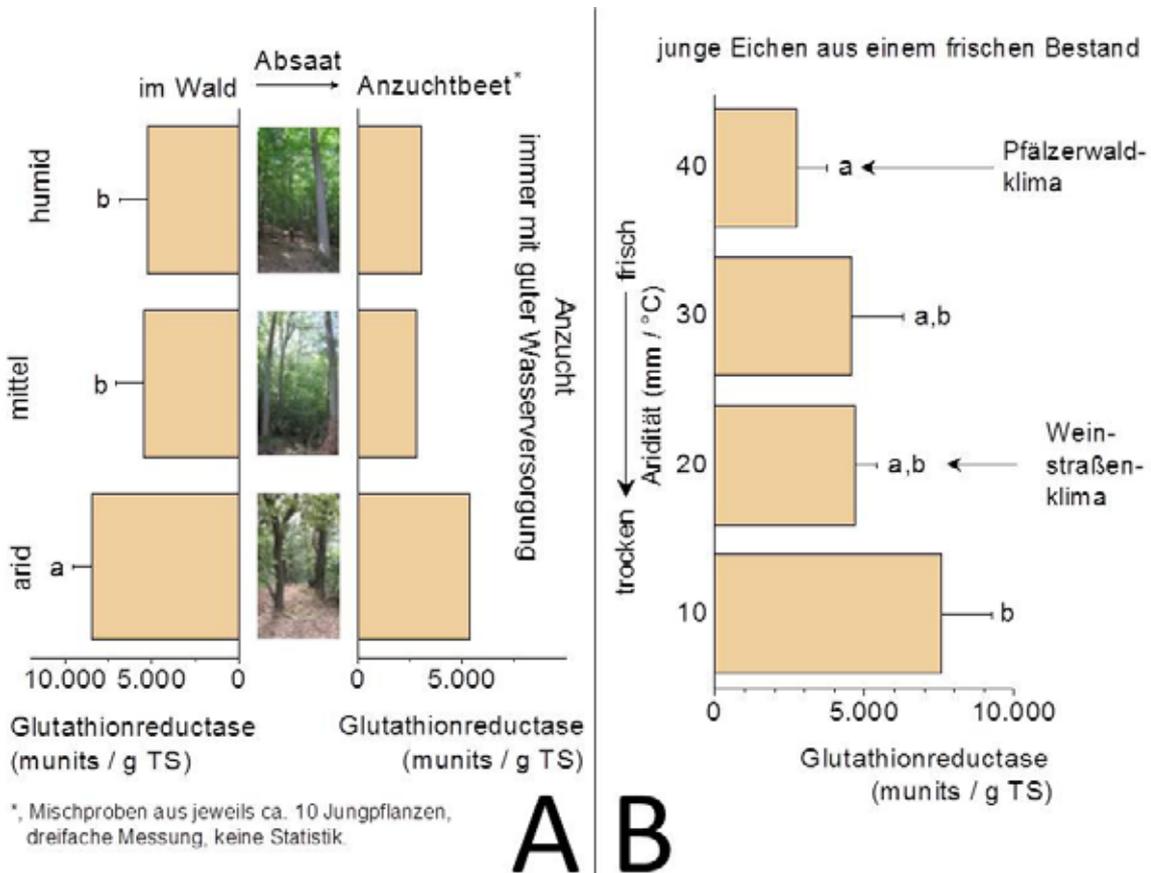
Stressbewältigung in den Blättern gibt es daneben aber sicher noch weitere wichtige Einflüsse, erleiden doch beispielsweise Stieleichen bei falscher Herkunftswahl erhöhte sommerliche Ausfallraten durch Luftembolien im Holz (COCHARD et al., 1995; WUNDERLICH et al., 2018).

Zusammenfassende Würdigung

Unsere Eichen wehren nicht nur mit einem antioxidativen System aus Antioxidantien wie dem Vitamin C und regenerierenden Enzymen sommerliche Trockenheit ab. Sie besitzen vielmehr auch in ihren Gerbstoffen ein wirksames Werkzeug, um rasch auf Wassermangel zu reagieren.

Abbildung 3A und 3B

Glutathionreductase in Alteichen unterschiedlich trockener Herkünfte sowie in deren Absaaten und ihre Aktivierung in einer frischen Herkunft bei Trockenstress



Dies macht deutlich, dass alle Eichen erfolgreich mit Trockenheit umgehen können. Die Waldbewirtschafter können vor diesem Hintergrund wohl auch weiterhin schwerpunktmäßig auf ihre bewährten autochthonen Herkünfte setzen, um die biologische Vielfalt ihrer Wälder zu erhalten und zu entwickeln.

Auf die Idee, den Gerbstoffgehalt der Eichen in Bezug auf den Umgang mit Trockenheit zu untersuchen, sind die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler durch den Wein gekommen. So hat Eichenholz je nach seinem besonderen Standort seine individuelle Gerbstoffcharakteristik. Dies macht es für Weinfässer bei Winzern besonders beliebt. Die Gerbstoffe im Eichenholz bewirken nämlich, dass Rotwein eine intensiv rote Farbe bekommt und der Wein vollmundiger schmeckt.