

Die Schwarzerle, *Alnus glutinosa*

Dendrologische Anmerkungen

GREGOR AAS

Keine einheimische Baumart ist besser in der Lage, auf nassen Standorten zu wachsen als die Schwarzerle (*Alnus glutinosa*). Sie ist vor allem entlang von Flüssen und an Ufern von Bächen und Seen verbreitet und bildet Reinbestände in Bruchwäldern auf torfigen, durch hoch anstehendes Grundwasser dauernd nassen Böden. Intakte Erlenbrüche sind in Folge Entwässerung selten geworden und gelten als die am stärksten gefährdete Waldgesellschaft Mitteleuropas.

Systematik: Erlen sind „Kätzchenblüher“

Erlen (*Alnus*) gehören zusammen mit den Birken (*Betula*), der Hasel (*Corylus*) und der Hainbuche (*Carpinus*) zur Familie der Birkengewächse (*Betulaceae*). Alle Birkengewächse sind sommergrüne Gehölze mit wechselständigen, einfachen Blättern. Die eingeschlechtigen und einhäusig verteilten, windbestäubten Blüten sind in Kätzchen angeordnet. Ein wichtiges Familienmerkmal ist, dass die Vor- und Tragblätter der weiblichen Teilblütenstände (Dichasien) bei der Samenreife erhalten bleiben. Sie entwickeln sich bei Erle und Birke zu den verholzten Schuppen der zapfenähnlichen Fruchtstände und bei Hainbuche und Hasel zu den flügel- oder laubblattartigen Hüllen um die Nussfrucht. Kennzeichnend für die Erlen ist, dass die verholzten Fruchtzapfen bei der Samenreife nicht zerfallen so wie das bei den Birken der Fall ist.

Erlen sind zirkumpolar auf der Nordhalbkugel der Erde verbreitet. Das Areal der Gattung reicht von den Subtropen der Nordhemisphäre, z.B. den mediterranen Gebieten in Europa und Nordamerika oder den warmtemperierten laurophyllen Wäldern in Asien, bis in die boreale (subarktische) Florenzone. Abweichend vom sonstigen Areal dringt *Alnus* in den Gebirgen Südamerikas weit in tropische und

subtropische Gebiete südlich des Äquators vor.

Je nach Autor und taxonomischer Auffassung werden zwischen 17 und 50 Erlenarten unterschieden, realistischerweise dürften es weltweit etwa 30 verschiedene sein. Die Gattung wird nach Blütenmerkmalen sowie teilweise auch nach Merkmalen der Laubblätter und Knospen in drei oder vier Gruppen unterteilt, die als Sektionen, Untergattungen oder als Gattungen geführt werden. Die Einordnung der drei einheimischen Erlenarten in die Gattung zeigt die Tabelle. Der Verwandtschaftskreis, zu dem die Grünerle gehört, wird bis heute verschiedentlich als eigene Gattung *Duschekia* (syn.: *Alnobetula*) von *Alnus* s.str. abgetrennt. Die für die Grünerle synonym verwendeten wissenschaftlichen Namen *Duschekia alnobetula* und *Betula viridis* weisen darauf hin, dass sie viele Merkmale mit den Birken (*Betula*) gemeinsam hat. Während bei der Schwarz- und Grauerle die Blütenstände beiderlei Geschlechtes nackt überwintern, erscheinen die weiblichen Kätzchen der Grünerle im Frühjahr aus Knospen, so wie das auch bei allen Birken der Fall ist.

Morphologie: Die drei einheimischen Erlen sind leicht zu unterscheiden

Die einheimischen Erlen sind trotz einer großen morphologischen und ökologischen Variabilität taxonomisch unproblematisch, das heißt sie sind gut unterscheidbar (siehe Kasten). Hybriden kommen, wenn überhaupt, nur zwischen *A. glutinosa* und *A. incana* vor. Verlässt man den mitteleuropäischen bzw. europäischen Raum, so bilden vor

Untergattung	Merkmale	Arten
Subgenus <i>Alnus</i>	Knospen gestielt, mit 2 Schuppen; Blüte vor dem Laubaustrieb; ♀ Blütenstände erscheinen im Sommer und überwintern nackt, Früchte kaum geflügelt	<u>Schwarzerle</u> <i>Alnus glutinosa</i> <u>Grauerle</u> <i>Alnus incana</i>
Subgenus <i>Alnaster</i> (=Genus <i>Duschekia</i>)	Knospen sitzend, mit 3-6 Schuppen; Blüte mit dem Laubaustrieb; ♀ Blütenstände überwintern in der Knospse	<u>Grünerle</u> <i>Alnus viridis</i>

Tab. 1: Die drei einheimischen Erlenarten gehören zu zwei verschiedenen Untergattungen der Gattung *Alnus*.

allem Grau- und Grünerle taxonomisch schwierige Gruppen, da beide in Asien und Nordamerika nahe Verwandte haben, deren Abgrenzung strittig ist. Es ist anzunehmen, dass Grau- und Grünerle zirkumpolar verbreitet sind. Unklar ist dabei lediglich, ob *A. viridis* eine Art ist, die nur in den mittel- und südosteuropäischen Gebirgen vorkommt und ihre morphologisch und ökologisch ähnlichen Verwandten in Nordasien und Nordamerika eigene Arten sind oder ob alle zusammen eine zirkumpolar verbreitete Art bilden mit geografischen Unterarten bzw. Varietäten. Ähnliches gilt für die europäische Grauerle (*A. incana* s.str.) und ihre in Nordamerika (*A. tenuifolia*, *A. rugosa*), Sibirien (*A. sibirica*) oder Japan (*A. matsumurae*) vorkommenden nächsten Verwandten. Bei der Schwarzerle haben die Taxonomen da viel weniger Möglichkeiten zu diskutieren, am ehesten noch über die Abgrenzung einer transkaukasisch-kleinasiatischen Form der Schwarzerle, die man je nach Auffassung für eine Unterart (*A. glutinosa* ssp. *barbata*) oder eine eigene Art (*A. barbata*) halten kann.

Ökologie: Keine Baumart toleriert mehr stagnierende Nässe

Alnus glutinosa ist eine eurosibirische Pflanze, die in fast ganz Europa, nördlich bis zum Polarkreis und östlich bis ins südliche Obgebiet, im Kaukasus, in Kleinasien und in Nordafrika verbreitet ist. Die Hauptvorkommen liegen in den Tieflagen und im Hügelland, in den Nordalpen steigt sie bis rund 1000 m, in den Zentralalpen sogar bis 1800 m.

Hoher Lichtbedarf, rasches Jugendwachstum und eine Lebenserwartung von maximal 100 bis 120 Jahren weisen die Schwarzerle als Pionierbaumart aus. Bis ins höhere Alter sind freies Längenwachstum der Triebe und sylleptische Verzweigung möglich. Kennzeichnend für die vegetative Regeneration ist ein gutes Stockausschlagvermögen, im Unterschied zur Grauerle wird keine Wurzelbrut gebildet. Typische Standorte der Schwarzerle sind sicker- und staunasse, auch zeitweise überflutete, nährstoffreiche und meist kalkarme, humose Sand-, Ton- oder Torfböden in Au- und Bruchwäldern, an Ufern von Bächen und Seen oder an versumpften Stellen, beispielsweise im Bereich von Quellaustritten.

Über das Pionierstadium hinaus ist die Schwarzerle vor allem im Bruchwald auf dauernd nassen Böden konkurrenzfähig und ist hier die dominierende, oft sogar die einzige Baumart. Diese ökologische Leistung wird ermöglicht durch ein besonderes Wurzelsystem mit der Fähigkeit, Sauerstoff vom

Stamm in die Wurzeln zu leiten und durch eine Symbiose mit Mikroorganismen, die zur Bindung von Stickstoff aus der Luft befähigt sind.

1. Die Wurzel

Schwarzerlen bilden ein sehr tief gehendes Herzwurzelsystem, das auch dichte, Wasser stauende Bodenschichten gut zu durchdringen vermag. Eine auffällige Eigenschaft ist das Fehlen von Starkwurzeln, die Hauptmasse bilden Wurzeln mit einem Durchmesser von weniger als 3 cm. Dabei weist das Wurzelwerk häufig eine Zweiteilung auf: Morphologisch und mit Blick auf die Funktion lässt sich ein Bereich mit Horizontalwurzeln nahe an der Bodenoberfläche unterscheiden von vertikalen Senkerwurzeln, die tief in den Boden vordringen. Die Horizontalwurzeln dienen vornehmlich der Aufnahme von Mineralstoffen, während die Senker der Verankerung des Baumes dienen sowie der Wasserversorgung bei extrem niedrigen Wasserständen. Feinwurzeln, Mykorrhizen und Wurzelknöllchen (s.u.) befinden sich vor allem an den Horizontalwurzeln nahe der Bodenoberfläche.

Das Überleben und Wachsen der Wurzeln in wassergesättigten Schichten mit anaeroben Bedingungen wird dadurch ermöglicht, dass Erlen ihre Wurzeln mit Sauerstoff versorgen können. Dabei tritt Luft über die auffallend großen Lentizellen am unteren Stamm und am Wurzelhals in das Gewebe ein und wird über Interzellularen im Holz (Aerenchyme) bis in die Spitzen der Wurzeln geleitet.

2. Wurzelknöllchen: Symbiose mit Actinomyceten

Erlen leben (ebenso wie Arten der Gattungen *Casuarina*, *Elaeagnus*, *Hippophae* und *Myricaria*) in Symbiose mit Bakterien aus der Gruppe der Actinomyceten (Strahlenpilze der Gattung *Frankia*), die dazu befähigt sind, Stickstoff direkt aus der Atmosphäre zu nutzen. Durch diese Lebensgemeinschaft sind Erlen in der Lage, trotz ihrer eher hohen Nährstoffansprüche stickstoffarme Standorte zu besiedeln. Die Bakterien dringen über die Wurzelhaare in die Wurzel ein, die Pflanze reagiert darauf mit Gewebewucherungen zur Kompartimentierung der Mikroorganismen, es kommt zur Bildung von Wurzelknöllchen (Rhizothamnien, Abb. 6). Die einzelnen Knöllchen entstehen aus kurzen, verdickten und gabelig verzweigten Feinwurzeln und wachsen Korallen ähnlich bis zur Größe eines Apfels heran. Die darin eingekapselten Bakterien entziehen ihrem Wirt Kohlenhydrate und produzieren daraus zusammen mit dem Stickstoff aus der Luft Amino-

säuren und Eiweiße, die dann auch der Erle zur Verfügung stehen.

Das Ausmaß der Fixierung ist abhängig von der N-Verfügbarkeit im Boden. Auf stickstoffarmen Standorten werden erheblich mehr Wurzelknöllchen gebildet und mehr Stickstoff gebunden als auf eutrophen Substraten. Der symbiontisch gewonnene Stickstoff kommt nicht nur den Symbiosepartnern zugute. Schwarzerlen-Blätter sind reich an

Stickstoff (bis zu 3 % der Trockensubstanz), wobei sich die Bäume den Luxus erlauben, im Herbst grüne Blätter mit einem kaum reduzierten Gehalt an N abzuwerfen. Über die sehr leicht abbaubare Laubstreu - das Verhältnis C/N der Schwarzerle liegt bei etwa 15 - gelangt viel Stickstoff in den Boden, in intakten Erlenbruchwäldern bis über 70 kg pro Jahr und Hektar.



Abb. 1: Stämme der Schwarzerle mit der typischen dunklen Schuppenborke



Abb. 2: Erlenbruchwald in der Rheinaue bei Wasenweiler: Nach Entwässerung wurde der für intakte Erlenbrüche typische Bruchwaldtorf abgebaut, die Bodenoberfläche abgesenkt, worauf die Erlen mit der Bildung von „Stelzwurzeln“ reagierten (Foto: A. Reif).



Abb. 3: Winterknospen von Schwarzerle (links) und Grauerle (rechts)



Abb. 4: Männliche Blütenstände kurz vor dem Stäuben und darüber die unscheinbaren, rotbraunen weiblichen Infloreszenzen. Bei der Schwarzerle werden die Kätzchen beiderlei Geschlechtes bereits im Jahr vor der Blüte angelegt und überwintern nackt.






Abb. 5: Zweig einer Schwarzerle im Sommer: Geöffnete Fruchtzapfen vom Vorjahr, grüne, noch geschlossene diesjährige Fruchtstände und die männlichen Blütenkätzchen, die nackt überwintern und im Vorfrühling des kommenden Jahres blühen werden.



Abb. 6: Wurzelknöllchen einer etwa fünfjährigen Erle

Einheimische Erlen im Vergleich *

	Schwarzerle	Grauerle	Grünerle
Habitus	Großer, bis 30 (40) m hoher Baum mit pyramidaler Krone und bis zum Wipfel durchgehendem Stamm	Mittelgroßer, bis 15 (25) m hoher, meist mehrstämmiger Baum oder großer Strauch	Bis 3 m hoher Strauch
Rinde	Frühe Bildung einer dunklen, Schuppenborke	Silbergrau und glatt, keine Borke	Ältere Stämme mit schwärzlicher Borke
Winterzweige	Knospen gestielt, verkehrt eiförmig, wie die Triebe ± kahl	Knospen gestielt, verkehrt eiförmig, wie die Triebe fein behaart	Knospen ungestielt, spitz, wie die Triebe kahl
			
Laubblätter	Breit-oval, vorne abgerundet oder ausgerandet (nie spitz!), 5-8 Paar Seitennerven, kahl bis auf unterseitige Achselbärte	Oval und vorne spitz, 8-14 Paar Seitennerven, unterseits graugrün, behaart	Ähnlich Grauerle, aber unterseits hellgrün und bis auf die Achselbärte kahl
Früchte	Mit schmalen, luftgefüllten Schwimmpolstern; Zäpfchen deutlich gestielt	Seitlich mit schmalen Flügeln; Zäpfchen sitzend oder kurz gestielt	mit breiten, häutigen Flügeln (wie Birke)
Standorte	Tieflagen bis in mittlere Berglagen, v.a. Silikatgebiete, Auen- und Bruchwälder, entlang von Bächen	Auwälder und -gebüsch von Gebirgsbächen und -flüssen, v.a. Kalkgebiete	Subalpines und hochmontanes Krummholz

* Abbildungen aus: Hess et al., 1976: Flora der Schweiz, Birkhäuser