

Kurzportrait Rumelische Kiefer (*Pinus peuce*)

Autoren: Jonas Eckel und Muhidin Šeho

Die Rumelische Kiefer stellt geringe Ansprüche an den Boden (Granit- oder Gneis-Verwitterung) und soll an trockene sowie heiße Sommer angepasst und gleichzeitig ausgesprochen winterhart sein. Sie besitzt ein wertvolles und begehrtes Holz. *Pinus peuce* kommt auf sehr nährstoffarmen Standorten im natürlichen Verbreitungsgebiet oft in Mischung mit zahlreichen anspruchsvolleren Arten vor. In Mitteleuropa könnte sie als Mischbaumart insbesondere für die höheren Lagen eine interessante Option sein und eine Alternative zur Fichte darstellen.

1. Allgemeines

Name (wiss.): *Pinus peuce* Griseb.

deutsch: Rumelische Kiefer, Balkan-Kiefer, Mazedonische Kiefer

Familie: Kieferngewächse (*Pinaceae*)

Die Rumelische Kiefer ist eine von zwei fünfnadeligen, in Europa heimischen Kiefernarten (1). Sie ist eine endemische Baumart auf der Balkan-Halbinsel und ist dort eine der wertvollsten Nadelbaumarten. Das natürliche Verbreitungsgebiet gliedert sich in zwei Teile auf, welche durch das in Nord-Mazedonien liegende Vadar-Tal voneinander getrennt sind: 1) das östliche Teilareal (Südwest-Bulgarien) und 2) das westliche Teilareal (Montenegro, Kosovo, Südwest-Serbien, Nord- und Nordostalbanien, Mazedonien und Nord-Griechenland) (1; 15; 16). Isolierte Populationen gibt es in Bosnien und Herzegowina (11). Sie wächst in den zumeist höheren Gebirgslagen der Balkan-Halbinsel (1; 17). Ihr Gesamtbestand auf der Balkan-Halbinsel wird auf ca. 20.000 - 30.000 ha geschätzt (53). In Mazedonien bildet sie Reinbestände auf leichten Berghängen. Meistens kommt sie in Mischbeständen mit der Fichte und/oder der Weißtanne und der König-Boris-Tanne (*Abies x borisii-regis*) vor (2).

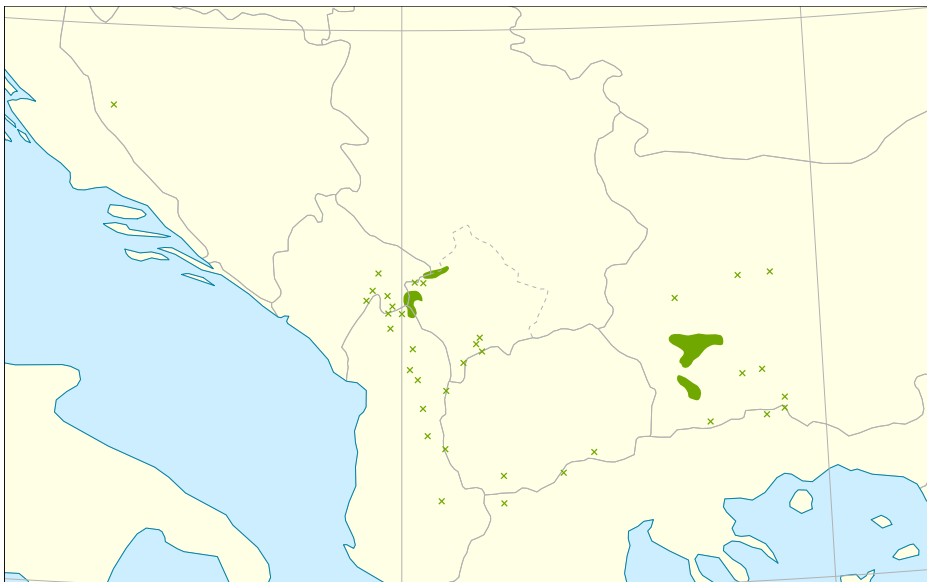


Abbildung1: Das natürliche Verbreitungsgebiet der Rumelischen Kiefer (grün), ✕ isolierte Populationen (Caudullo et al. 2017).

Klima im natürlichen Verbreitungsgebiet:

Die Rumelische Kiefer wächst im natürlichen Verbreitungsgebiet in Höhenlagen von 600 bis 2400 m ü. NN, meist jedoch oberhalb von 1100 m. ü. NN. Zwischen 1600 und 2000 m tritt sie auch bestandsbildend auf, häufig sogar in Reinbeständen (1; 20; 23; 60). Optimal ist eine Höhe von 1600 - 1900 m ü. NN (1).

Es überwiegt daher ein mediterranes Gebirgsklima (20), welches durch tiefe Jahresdurchschnittstemperaturen von -3,1 bis 4,3 °C und einer Vegetationszeit von nur noch 68-83 Tagen Dauer, lange Schneeüberdeckungen (168-200 Tage), kurze Vegetationszeiten, höhere Niederschläge (1050-1228 mm) und eine hohe Luftfeuchtigkeit gekennzeichnet ist (1; 56). In weiten Teilen des natürlichen Verbreitungsgebietes fallen die meisten Niederschläge im Herbst und Winter, im nördlichen Teil jedoch eher im Frühjahr und Sommer (1; 47).

Im natürlichen Verbreitungsgebiet sind bisher Niederschläge von 870 mm (auf 1600 m ü. NN) bis 990 mm (auf 2000 m ü. NN) im Rila-Gebirge sowie von 966 mm (auf 1600 m ü. NN) bis 1160 mm (auf 2000 m ü. NN) im Pirin-Gebirge gemessen worden (1; 47). Wie sich die Niederschlagsverteilung auf den Standorten im Klimawandel entwickelt, sollte untersucht werden.

"Einbringungs-Geschichte" und Praxisbeispiele

Die Rumelische Kiefer wurde erstmals 1863 nach Deutschland eingeführt (23). Zunächst wurde sie in Gärten und Parks angebaut und hat inzwischen im Gartenbau eine lange Tradition. In Wäldern wurden erste Anbauten zu Versuchszwecken begründet. Insgesamt wurde sie jedoch in Mitteleuropa nur in geringem Umfang angebaut (23; 62). Sie rückte erst verstärkt in den Fokus, als der Weymouthskiefern-Blasenrost (Stroben-Blasenrost) zu ernsthaften Problemen beim Anbau der bekannteren Weymouthskiefer (*Pinus strobus*) führte (62; 65). In den 1960er-Jahren stieg das forstliche Forschungsinteresse erneut an, als Alternativbaumarten für die immissionsgeschädigten Fichten auf den Mittelgebirgs-Kamm-lagen gesucht wurden (35). Meistens ist die Herkunft der bei uns wachsenden Rumelischen Kiefern unbekannt, was eine Bewertung ihrer Anbaueignung schwierig macht (62). Auch gibt es außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes bis heute nur wenige Untersuchungen zu den Herkünften der Rumelischen Kiefer (6). Zusammen mit der ohnehin geringen Anbaufläche (1; 23) müssen daher sowohl positive als auch negative Anbauerfahrungen mit einer gewissen Vorsicht gelesen werden. Die derzeit ältesten Anbauten in Deutschland stammen aus den 20er Jahren des 20. Jahrhunderts. Die Wuchsleistung von *Pinus peuce* ist bei den deutschen Anbauten wesentlich geringer als die der Weymouthskiefer auf Vergleichsflächen. Im Alter 70-80 wiesen die Rumelischen Kiefern meist einen BHD von bis zu 40 cm und Baumhöhen von bis zu 20 m auf, seltener darüber. Allerdings sei für die Interpretation dieser Beobachtung zu berücksichtigen, dass klimatische und standörtliche Unterschiede zwischen Ursprungs- und Anbauort bei der Rumelischen Kiefer größer als bei der Weymouths-Kiefer sind (62).

Schenck schrieb 1939, dass sich die Rumelische Kiefer deutschlandweit wohlfühlen scheine und sie ähnlich gute Eigenschaften wie die Weymouths-Kiefer habe, wenngleich sie in der Jugend nicht so schnell wachse und eine geringere Massenleistung besitze. Nach Lattke (1998) konnte die Rumelische Kiefer in stark geschädigten Bereichen des Erzgebirges in Höhenlagen bis 1000 m ü. NN erfolgreich angebaut werden, auf Tiefland-Kiefernstandorten seien jedoch keine befriedigenden Anbauerfolge erzielt worden. Außerdem wurden in Sachsen 1990 drei Samenplantagen für die Rumelische Kiefer mit einer Gesamtfläche von 5,1 ha angelegt (39).

Auf dem Gelände des forstlichen Versuchsgartens Grafrath (Bayern) wurden in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts vier sehr kleine Bestände (< 0,1 ha) angelegt, anhand derer ein orientierender Eindruck gewonnen werden kann. Eine 2016 veröffentlichte Untersuchung ergab, dass die Kiefern bei einem Alter von 67 bis 105 Jahren einen durchschnittlichen BHD von 27-44 cm, eine Mittelhöhe von 24-28 m und ein Stammvolumen von 0,7-1,8 m³ aufweisen (6). Weiter konnte festgestellt werden, dass sich sinkende Niederschläge und häufigere Spätfröste stark negativ auf das Dickenwachstum auswirkten. Umgekehrt wirkte sich aber eine zunehmende Jahresmitteltemperatur positiv auf die untersuchten Bestände aus (6).

Über die Herkunft der Grafrather Rumelischen Kiefern ist leider nichts bekannt. Die Flächen wurden erst spät und nur schwach durchforstet und stehen daher bis heute relativ dicht. (6; 58). Ein fünfter kleiner Bestand (0,13 ha) steht bei Bodenwöhr. Es handelt sich dort um einen Rumelische Kiefer-geprägten Mischbestand mit Waldkiefer auf einem sekundären Podsol (6). Die Vitalität aller fünf Kleinbestände ist augenscheinlich gut (6). Weitere Anpflanzungen in Deutschland stehen im Heidelberger Stadtwald (1890 begründeter Bestand) (60) und in den höheren Lagen des Erzgebirges (kleinere Bestände und Gruppen, welche in den 1930er Jahren begründet wurden (40). Im Europäischen Ausland findet sich die Rumelische Kiefer auch in Großbritannien: Ein 64-jähriger Bestand dort weist bei guter Wuchskraft eine Mittelhöhe von 20 m und mittleren BHD von 44,5 cm auf (41).

2. Ökologie

Die Rumelische Kiefer wird als Pionierbaumart eingestuft (41). Sie kommt bis zur alpinen Waldgrenze hin vor und ist für die subalpinen Wälder der Balkan-Halbinsel von großer Bedeutung, auch in ökologischer Hinsicht (1; 19).

2.1. Standortsansprüche

Die Rumelische Kiefer bevorzugt steile Nord- und Nordosthänge und Böden aus Granit- oder Gneis-Verwitterung (60). *Pinus peuce* soll an trockene und heiße Sommer sowie eine starke Einstrahlung angepasst und gleichzeitig aber auch ausgesprochen winterhart sein (1; 31). Im Nordwesten des natürlichen Verbreitungsgebiets wächst sie auf verschiedenen felsigen Untergründen (42).

Nährstoff- und Wasserbedarf

Die Rumelische Kiefer wächst auf einer breiten Palette an Böden (sauer bis basisch, Silikat- und Karbonat-Böden). Das Ausgangsgestein der Böden ist von nachgeordneter Bedeutung (1; 23; 26; 28). Meistens wächst sie jedoch auf nährstoffarmen Böden (Silikatgestein, in Albanien und Serbien auch auf Serpentin), die aus Granit- oder Sandsteinverwitterung hervorgegangen sind (23). Auch wächst sie auf Schiefer und Gneis (41). Auf Karbonatböden benötigt sie eine ausreichend hohe Luftfeuchtigkeit und genügend Bodenwasser (1; 26). Die Wasserversorgung hat einen signifikanten Einfluss auf den jährlichen Dickenzuwachs (6). Dies wurde bei der Rumelischen Kiefer auch in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet beobachtet (50; 51).

Bei Untersuchungen an fünf Kleinbeständen in Bayern reagierte die Rumelische Kiefer unbekannter Herkunft mit einem geringeren Durchmesserzuwachs auf starke Trockenheit und mit einem stärkeren Durchmesserzuwachs auf überdurchschnittlich hohe Niederschläge. Dieses Phänomen ist auch von Fichte und Waldkiefer bekannt. Es ist nicht bekannt, ob andere Herkünfte der Rumelischen Kiefer trockenheitstoleranter sind. Da die Weymouthskiefer und die Douglasie im gleichen Zeitraum ähnliche

Einbrüche beim Durchmesserzuwachs verzeichneten, legten die Ergebnisse die Vermutung nahe, dass *Pinus peuce* ähnlich an Trocken- und Hitzephasen angepasst sei (6).

Wärmebedarf

Im natürlichen Verbreitungsgebiet können die Temperaturen im Bereich der alpinen Waldgrenze im Winter auf bis zu -35 °C zurückgehen und die Länge der Vegetationszeit in Abhängigkeit von der Höhenlage nur drei bis vier Monate dauern (1; 31).

Eine orientierende Untersuchung an fünf eher kleinen *Pinus peuce*-Anbauten in Bayern ergab gegensätzliche Reaktionen des jährlichen Dickenzuwachses auf eine höhere Temperatur in der Vegetationsperiode. In einem Bestand hatte eine höhere Temperatur in der Vegetationsperiode einen negativen, in den anderen Beständen, einen positiven Effekt auf das Dickenwachstum. Daher könnte es sein, dass die Rumelische Kiefer möglicherweise auch bei anderen Anpflanzungen, je nach Nährstoff- und Wasserverfügbarkeit, eine negative Reaktion auf steigende Temperaturen in der Vegetationsperiode zeigt bzw. dass verschiedene Herkünfte unterschiedlich reagieren (6). Der Wärmebedarf sollte bei unterschiedlichen Standorten und Niederschlagsregimen weiter untersucht werden.

Ausschlussgründe

In der Literatur gibt es keine Angaben über Ausschlussgründe.

Standortpfleglichkeit

Über die Standortpfleglichkeit gibt es kaum Literaturangaben. Näheres: Siehe Abschnitt "Auswirkungen auf die Ökosysteme"

2.2. Wachstum

Wuchsverhalten

Das Wachstum und der Ertrag von *Pinus peuce* hängen von einer Vielzahl von Faktoren ab, unter anderem vom Boden, der Exposition, der Topografie und der Höhenlage eines Waldbestandes, sowie von der Bestandesdichte, der Vitalität und der Kronenlänge. Von besonderer Bedeutung sind auch die klimatischen Gegebenheiten eines Standortes (6). Die Rumelische Kiefer hat ein sehr langsames Jungendwachstum (27; 60; 41), auch in wärmeren Anbaugebieten oder auf besseren Standorten. Dies ist genetisch bedingt (27). Ab dem Alter von 21 Jahren wächst sie aber sehr rasch (60). Rumelische Kiefern können sehr alt werden. Dabei können ihre Bestände mitunter enorme Holzvorräte aufbauen. Ein Bestand mit 500-jährigen Bäumen in Südwest-Bulgarien weist einen Holzvorrat von 1672 m³/ ha auf (48). Fichten- und, noch deutlicher, Waldkiefern-Bestände weisen bei gleicher Mittelhöhe geringere Holzvorräte auf (36).

Schattentoleranz

Die Rumelische Kiefer wird in der Literatur sowohl als eine geringfügig Schatten ertragende Lichtbaumart beschrieben (1) als auch als relativ schattenertragend bezeichnet (60, 23). In geschlossenen Waldbeständen besitze sie eine etwas größere Schattentoleranz, an der Baumgrenze sei sie hingegen sehr lichtbedürftig (1). Sie könne in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet sogar unter einem Fichten-Oberstand überleben (60).

Konkurrenzverhalten

Die Rumelische Kiefer wächst sowohl in Rein- als auch in Mischbeständen (1; 2; 3). Die Reinbestände im natürlichen Verbreitungsgebiet sind einschichtig, d.h. ohne Unter- und Zwischenstand (60).

In Mischbeständen tritt sie oft zusammen mit der Fichte (*Picea abies*), der Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) und der Bergkiefer/Latsche (*Pinus mugo*) auf. Weitere, z.T. seltenere Mischbaumarten sind unter anderem die Weißtanne (*Abies alba*), die König-Boris-Tanne (*Abies x borisii-regis*), die Schlangenhaut-/Panzer-Kiefer (*Pinus heldreichii* Christ), die Schwarzkiefer (*Pinus nigra*) und die Rotbuche (*Fagus sylvatica*) (1; 3; 23).

Wurzelsystem

Die Rumelische Kiefer hat ein tiefgehendes Pfahlwurzelsystem. Die spindelförmige Pfahlwurzel ist bereits im frühen Sämlingsalter deutlich ausgebildet und verleiht der Rumelischen Kiefer einen festen Stand. Das Wachstum der Seitenwurzeln geht jedoch langsamer von statten. Die Wurzeln dringen auch in sehr kleine Felsspalten ein, wachsen netzartig um Felsen herum (1; 3).

Verjüngung

Die Rumelische Kiefer verjüngt sich sehr zahlreich in größeren Bestandeslücken und lichterem Wäldern, jedoch weniger in Mischbeständen. Die Sämlinge sind sehr lichtbedürftig (41). Im natürlichen Verbreitungsgebiet bilden sich Reinbestände auf kahlen Waldbrandflächen (60). Ob sich die Kiefer natürlich verjüngt, hängt von verschiedenen Faktoren ab, u.a. von der Höhenlage und dem Gelände, vom Waldtyp und dem Schlussgrad, der Häufigkeit der Samenjahren und der waldbaulichen Behandlung (Hiebsführung) (55), nach Beobachtungen an Kleinbeständen in Bayern aber insbesondere von der Menge des Sonnenlichtes, welche den Waldboden erreicht (57).



Abb. 2: Sämlinge einer Rumelischen Kiefer. Foto: H.G. Metzger

Fruktifikation und Keimung

In natürlichen Beständen fruktifizieren Rumelische Kiefern etwa ab dem Alter von 40 Jahren, im Freiland und bei künstlich begründeten Beständen können die Bäume jedoch schon mit 10-15 Jahren fruktifizieren (1). Mastjahre gibt es alle drei bis vier bzw. fünf Jahre (1; 5). In Abhängigkeit von der Höhenlage findet die Bestäubung der Blüten im Mai oder Juni statt. Die Samen reifen jedoch erst im September und Oktober des zweiten Jahres aus (1; 3). Die Samenausbeute liegt bei 6-7 kg Samen pro 100 kg Zapfen (47). Die Samen von *Pinus peuce* können zwischen einem Jahr (60) und bis zu drei Jahre (38) im Boden überliegen. Die ausgeprägte Keimhemmung lässt sich aber durch verschiedene zweistufige Stratifikationsverfahren (warm, kalt) oder eine frühzeitige Aussaat (im August) brechen (1; 43; 66). In den ISTA-Regeln für die Saatgutprüfung ist zur Brechung der Keimhemmung eine sechsmonatige Vorkühlung bei 1 bis 5 °C und feuchten Bedingungen vorgesehen (29). Für das Tausendkorngewicht werden Werte zwischen 20 und 65 g genannt. Diese Werte sind teilweise jedoch auf Grund der nicht dokumentierten Feuchte oder auf Grund von möglicher Verunreinigung mit einer gewissen Unsicherheit behaftet (44; 60; 63). Bei 0 °C und einem Wassergehalt von 6-8 % lässt sich das Saatgut bis zu fünf Jahre lagern, bei -10 °C und 4-5 % Wassergehalt auch darüber hinaus (66).

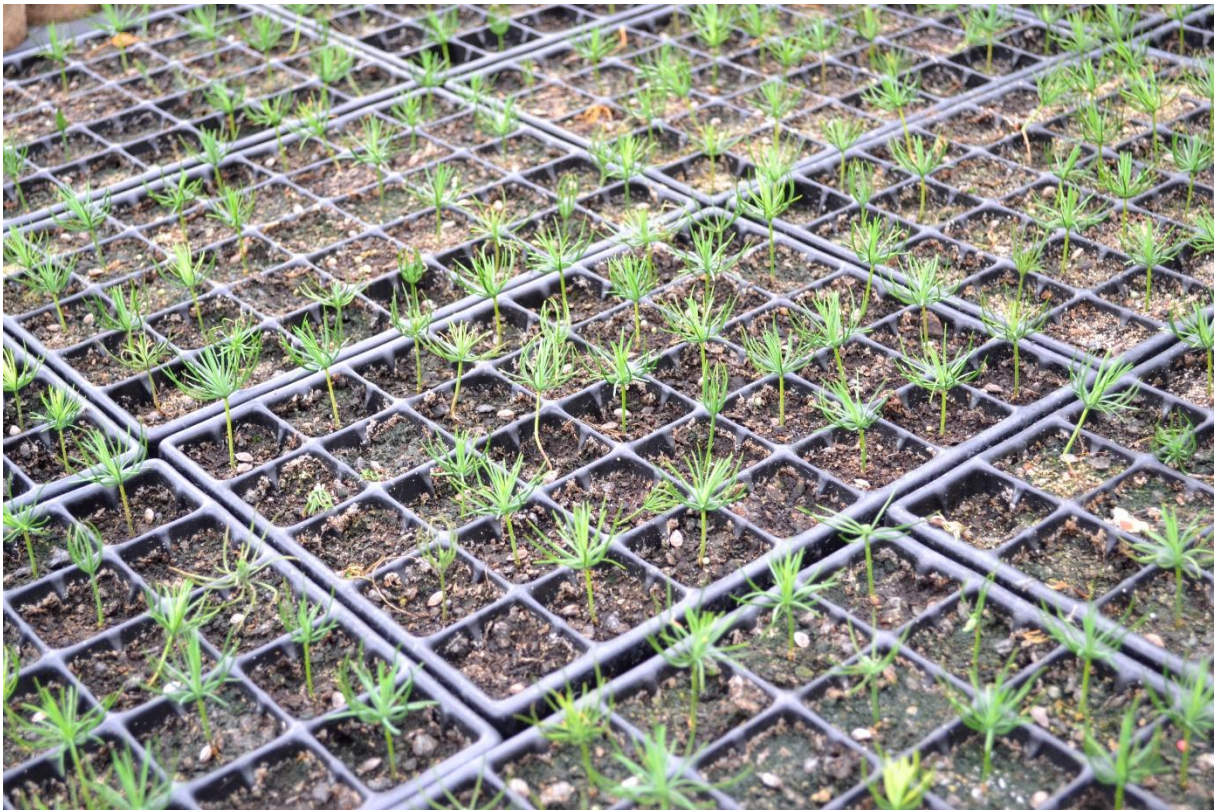


Abb.3: Sämlinge der Rumelischen Kiefer. Foto: H.G. Metzger.

In Bulgarien gibt es 693 ha zugelassene Saatguterntebestände und 10 ha Samenplantagen, in Nordmazedonien 110 ha ausgewählte Saatguterntebestände sowie 6 ha Samenplantagen und in Serbien und Montenegro 10 ha zugelassene Saatguterntebestände (3).

Hybridisierung

Nicht bekannt.

Invasivität

In der Literatur gibt es keine Angaben, dass sich die Rumelische Kiefer invasiv ausbreitet.

2.3. Waldschutz (Risiken)

Abiotische Risiken

Die Rumelische Kiefer ist sehr winterhart und unempfindlich gegenüber Wind- und Schneebruch (6; 32; 37; 40; 60). In der Literatur wird sie mehrheitlich auch als sehr tolerant gegenüber Früh- und Spätfrösten beschrieben (32; 37; 40; 60), Bachmann et al. (2015) schreiben jedoch, dass sich häufigere Spätfröste stark negativ auf das Dickenwachstum der Rumelischen Kiefer auswirken. Eine denkbare Erklärung für die geringere Spätfrostgefährdung könnte sein, dass sie langsamer in die Vegetationsperiode startet als andere Baumarten der gemäßigten (temperierten) Zone (37).

Die Baumart scheint daher für die Kulturbegründung in den Hochlagen geeignet zu sein (6). Des Weiteren wird sie als mäßig tolerant bis weitgehend unempfindlich gegenüber Luftverschmutzungen (u.a. Schwefeldioxid) bezeichnet, insbesondere im Vergleich zur Waldkiefer, zur Fichte und zur Murray-Kiefer (*Pinus contorta*) (4; 13; 39; 40).

Biotische Risiken

Im natürlichen Verbreitungsgebiet scheint *Pinus peuce* weitgehend resistent gegenüber Schadinsekten und pilzliche Schaderreger zu sein. Gründe dafür könnten die dortigen klimatischen Bedingungen, aber auch der Harzüberzug auf Knospen, Zapfen und Holz sein (1). Auch Lattke (1998) erwähnt, dass die Rumelische Kiefer kaum Schädlings- oder Krankheitsbefall und deutlich weniger Wildschäden als die Murray-Kiefer aufweist (40).

Von besonderer Bedeutung ist dabei ihre vergleichsweise große Toleranz gegenüber dem Pilz *Cronartium ribicola* (dem Erreger des Weymouthskiefern-Blasenrostes) (1; 23; 40; 60). Es wurden daher auch Kreuzungsversuche von ihr mit anderen fünfnadeligen, gegen Blasenrost anfälligeren Kiefernarten (u.a. mit der Weymouthskiefer/*Pinus strobus*) gemacht mit dem Ziel resistente Hybride zu züchten (1; 40). Eine Untersuchung aus Rumänien ergab, dass 17-jährige Hybride aus der Rumelischen Kiefer und der Weymouthskiefer die Blasenrost-Resistenz der Rumelischen Kiefer mit der Wuchskraft der Weymouthskiefer vereinen (8). Stammfäulen werden im natürlichen Verbreitungsgebiet meistens durch den Kiefernbraunporling (*Phaeolus schweinitzii*) verursacht, in künstlichen Beständen hingegen meist vom Gemeinen Wurzelschwamm (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.), wo dieser nennenswerte Schäden verursachen kann. Der Kiefernbraunporling befällt insbesondere ältere Bäume, wobei die Auslöser oftmals Rindenverletzungen oder Waldbrände sind (59; 64). In den bayerischen Beständen waren Stammfäulen kein nennenswertes Problem (Bachmann et al. 2015). In den Jahren 2020-2022 wurde der Erreger des Sirococcus-Triebsterben (*Sirococcus conigenus*) erstmals in natürlichen Waldbeständen und Aufforstungen in Bulgarien festgestellt (7). Das Sirococcus-Triebsterben tritt im Bayerischen Wald im Übrigen auch an Fichten auf (10).

Während der Anzucht kann die Umfallkrankheit zu erheblichen Ausfällen bei Sämlingen der Rumelischen Kiefer führen, wie bei der Aussaat einer kleinen Saatgutmenge 2011 am Amt für Waldgenetik beobachtet werden konnte (5). Schadinsekten, die an Rumelischer Kiefer vorkommen können, sind der Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*) an jungen Bäumen und häufiger der große braune Rüsselkäfer (*Hylobius abietis*) an Sämlingen (16; 34).

3. Bedeutung für die Artenvielfalt / Biodiversität

Bedeutung

Die Rumelische Kiefer ist in den Bergwäldern der Balkanhalbinsel endemisch (1) und wird in der IUCN-Roten-Liste von 2017 als "Near Threatened B2a" (= Vorwarnstufe) eingestuft (30). Darüber hinaus sind

Pinus peuce-Waldgesellschaften als Lebensraumtyp "95A0 Oro-mediterrane Kiefernwälder der Hochlagen" durch die FFH-Richtlinie geschützt (22). In Nordmazedonien wurden, einschließlich der Mykorrhiza- und streuzersetze Pilze, fast 400 Pilzarten an und unter *Pinus peuce* gefunden, jedoch keine Arten, die ausschließlich mit *Pinus peuce* assoziiert sind (33). Diese Aspekte verdeutlichen ihre hohe ökologische Bedeutung. Mehrere autochthone Vorkommen im natürlichen Verbreitungsgebiet stellen wertvolle Genressourcen dar, welche von Bedeutung für die Einführung der Baumart in zahlreichen Ländern der nördlichen Halbkugel sind (3). Wie die Bergwälder allgemein, so verhindern auch *Pinus peuce*-Bestände Bodenerosion im Hochgebirge (9).

Auswirkungen auf die Ökosysteme

Pinus peuce-Bestände auf sehr nährstoffarmen Standorten im natürlichen Verbreitungsgebiet dienen auch als Lebensraum selbst für zahlreiche anspruchsvollere Arten aus der Querco-Fagetea-Klasse (28). In Bulgarien soll es in den Beständen der Rumelischen Kiefer nach Auffassung einiger Forscher zu keiner Podsolierung im Boden kommen (1). Zusammenfassend lässt sich schlussfolgern, dass negative ökologische Auswirkungen nicht zu erwarten sind. Die ökologische Integration außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebiets sollte langfristig untersucht werden.

4 Wuchsleistung

Die erreichbaren Baumhöhen und Stammdurchmesser der Rumelischen Kiefer werden in der Literatur etwas unterschiedlich eingestuft. Die erzielbaren Baumhöhen reichen je nach Quelle und Standort von 25 (30) m bis 36-42 m unter guten Bedingungen bzw. bei einzelnen Bäumen. Der erreichbare Stamm- bzw. Brusthöhendurchmesser wird mit 50-60 cm, 60-80 cm oder einem Meter, für Einzelbäume auch bis zu 1,2 m angegeben (1; 3; 23; 42). Im nördlichen Pirin-Gebirge (Bulgarien) gibt es sogar 500 Jahre alte Bäume mit einem Brusthöhendurchmesser von 2 m und einer Baumhöhe von 40 m (48). Nach Schenck (1939b) werden im Alter von 200 Jahren Baumhöhen von 27-34 m und Stammdurchmesser von 40-60 cm erreicht. Zur alpinen Baumgrenze hin nehmen Höhe und Brusthöhendurchmesser stark ab und die Bäume nehmen mitunter sogar ein strauchförmiges Aussehen an (1; 3). Das beste Wachstum zeigt die Rumelische Kiefer meist auf tiefgründigen Böden in für die Baumart geringerer Höhenlage (1300-1500 m ü. NN) (42).

Gesamtwuchsleistung

In Bulgarien sollen die ca. 14.200 ha Rumelische Kiefer-Bestände einen durchschnittlichen Holzvorrat von 295 m³/ha aufweisen und die Umtriebszeit dabei 160 Jahre betragen (2).

Außerdem ergab eine Untersuchung in Bulgarien für die untersuchten Bestände V. Bonität einen Holzvorrat im Alter von 100 Jahren von 292 m³/ha und eine Gesamtwuchsleistung von 476 m³/ha. Bei gleichem Alter wiesen die Bestände in der I. Bonität hingegen einen Vorrat von 645 m³/ha und eine Gesamtzuwachs 1135 m³/ha auf (46; 47). Bei gleicher Mittelhöhe wiesen die Bestände der Rumelischen Kiefer größere Vorräte als die der Fichte auf (46). Während die Fichte in Bulgarien in den klimatisch extremen Gebirgslagen über 1650 m ü. NN lediglich noch Bestände von III. bis V. Bonität bildet, erreichen Bestände der Rumelischen Kiefer eine I. und II. Bonität. Folglich spielt die Rumelische Kiefer dort ihre Stärke, die Toleranz gegenüber extremen Klimabedingungen (im Gebirge), aus, wo die Produktivität anderer Baumarten nachlässt (47).



Abb.4: *Pinus peuce* in einem Aboretum. Foto: AWG

Zuwachs

Anfangs wachsen Rumelische Kiefern sehr langsam (14). Das Dickenwachstum erreicht dann sein Maximum mit 30-80 Jahren (1; 35; 41; 46) und der Höhenzuwachs mit 20-40 Jahren. Der laufende Volumenzuwachs beträgt, je nach Standort, 2,4 bis 13,2 m³/ha und Jahr (36; 46). Die Rumelische Kiefer kann über einen längeren Zeitraum hohe Durchmesserzuwächse generieren (27). Der jährliche Zuwachs liegt bei maximal 8-9 m³/ha (25; 52). Auf wüchsigeren Standorten in geringerer Höhenlage weisen junge Fichten und Weißtannen regelmäßig ein schnelleres Dickenwachstum als die Rumelische Kiefer auf (32).

Der Höhenzuwachs und die Massenleistung sind auf vergleichbaren Standorten geringer als jene der Weymouths-Kiefer (*Pinus strobus*) (61). Bei zwei Anbauten in Mustila und im Heidelberger Stadtwald blieben die Baumhöhe, der Stammdurchmesser und das Holzvolumen weit hinter denen der Weymouthskiefer. Es ist aber unklar, ob die Herkunftshöhenlage von *Pinus peuce*-Anbauten einen Einfluss auf die Länge der Vegetationsperiode und damit auf den Zuwachs der Anpflanzungen hat (60). Bei einer dendrochronologischen Untersuchung in einem Kleinbestand bei Bodenwöhr zeigte die Rumelische Kiefer z. B. für die meisten Jahre sogar einen höheren Durchmesserzuwachs als die Weymouths-Kiefer (6).

Herkunftsunterschiede

Die innerartlichen Herkunftsunterschiede wurden in der Vergangenheit verschiedentlich untersucht. Bekannt ist, dass innerhalb der Art Unterschiede in der Kronenform sowie der Bestäubung, der Borke und der Farbe der männlichen Blüten auftreten (1). Eine Untersuchung zur Monoterpene-Zusammensetzung (Anm.: Monoterpene sind Hauptbestandteil ätherischer Öle) in den Nadeln und anderen Pflanzenteilen von *Pinus peuce* ergab statistische Unterschiede zwischen den untersuchten Populationen (2). Eine weitere Untersuchung der Zusammensetzung der Monoterpene in Bulgarien ergab, dass sich die dortigen Vorkommen anhand der unterschiedlichen Monoterpene-Zusammensetzung in vier geografische Gruppen einteilen lassen (18). Darüber hinaus wurden zwischen verschiedenen Populationen in Serbien, Montenegro, Kosovo und Griechenland in den Nadeln Unterschiede in den Konzentrationen der ätherischen Öle festgestellt (49). Auch anhand der Makro- und Mikro-Nährelement-Gehalte wie z.B. Calcium, Magnesium und Kupfer in den Nadeln wurde bereits regionale Gruppen unterschieden (9).

Die in den Untersuchungen beobachteten regionalen Unterschiede innerhalb der Art *Pinus peuce* unterstreichen die Notwendigkeit, die Eigenschaften und die Anbaueignung der verschiedenen Herkünfte mittels Herkunftsversuchen näher zu untersuchen. Dabei sind auch genetische (Struktur, Vielfalt und Diversität) und ertragskundliche Untersuchungen erforderlich.

Formigkeit

Die Rumelische Kiefer bildet in der Regel gerade Stämme aus. Kultivare, wie sie nördlich der Alpen im Garten- und Landschaftsbau verwendet werden, weisen hingegen oft Stammkrümmungen auf (23). Ein Grund mehr beim Vermehrungsgut auf eine geeignete Herkunft zu achten.

Astreinigung

Die Rumelische Kiefer soll sich nach Farjon (2010) selbst schlecht astreinigen (23). Wenn die natürliche Astreinigung im konkreten Fall tatsächlich unzureichend bleibt, lässt sich astfreies Wertholz jedoch mittels Wertastung erzielen.

Sortimente

Keine Angaben.

6 Waldbauliche Behandlung

Saat und Pflanzgut

Es gibt mit der Rumelischen Kiefer gute Erfahrungen bei Hochlagenaufforstungen, wobei das Saatgut, aus dem die auszubringenden Pflanzen angezogen werden, aus einer ähnlichen Höhenlage wie die Aufforstungsfläche stammen sollte. Für die Begründung von Praxisanbauversuchen hat das AWG verschiedene Bestände aus dem natürlichen Verbreitungsgebiet und Anbauggebiet sowie Samenplantagen empfohlen (<https://www.awg.bayern.de/239705/index.php>). Das Vermehrungsgut (u.a. Saat- und Pflanzgut) der Rumelischen Kiefer unterliegt derzeit weder dem Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG) noch der Richtlinie 1999/105/EG (24).

Bestandesbegründung

Als Pflanzmaterial werden drei- bis fünfjährige Sämlinge verwendet (1). Die Baumart wird in Mazedonien auch die Bestandesbegründung in sehr schwierigem Gelände verwendet, unter anderem für Wildbachverbauungen (60). Die Pflanzung erfolgt nach gründlicher Bodenbearbeitung und erst im späteren Frühjahr (Ende Mai/ Anfang Juni), damit die Pflanzen nicht durch Auffrieren Schaden erleiden. Bezüglich des Pflanzverbandes eignet sich ein Pflanzenabstand von 1,5 m.



Abb.5: Zapfen von *P. peuce*. Foto: M. Šeho

Um in lichten Beständen die Bestandesstabilität zu erhöhen, empfiehlt es sich die Kiefern dort kleinflächig einzel- bis truppweise einzubringen. Je nach Situation sollte der Pflanzplatz auch leicht erhöht sein, ein Pflanzloch gegraben werden (flachgründige Böden oder solche mit viel Geschiebe) oder die Pflanzen in die umgedrehten Grassoden (starke Vergrasung) gepflanzt werden (12; 1). Auf Grund verschiedener ökologischer Ansprüche lässt sich die Rumelische Kiefer gut in zweischichtigen Mischbeständen mit der Fichte oder der Weißtanne kombinieren. Solche Mischbestände sind sowohl in biologischer, als auch wirtschaftlicher Hinsicht vorteilhaft (1).

Pflege- und Nutzungskonzepte

In der Literatur finden sich kaum Hinweise auf die waldbauliche Behandlung der Rumelischen Kiefer.

7 Holzverwendung

Die Rumelische Kiefer besitzt ein wertvolles und begehrtes Holz, das insbesondere als Bauholz, aber auch als Möbelholz, Schnitz- und Fassholz verwendet und für seine physikalischen Holzeigenschaften geschätzt wird (1, 23, 47).

Holzeigenschaften

Das Holz besitzt eine homogene Struktur, zeigt gleichzeitig aber gut erkennbare Jahrringe. Der Splint ist blaßgelb, der Kern rötlich und harzreich. Das Holz ist fest und dennoch leicht und gut bearbeitbar, arbeitet selbst aber nicht. Außerdem ist es sehr dauerhaft, selbst bei Erdkontakt, und hat einen angenehmen Geruch (1; 60). Der Kernholzanteil liegt bei etwa 70-80 % des Stammquerschnitts (45). Mit einer Rohdichte von 0,44 g/cm³ ist es etwas leichter als das der bei uns heimischen Waldkiefer (*Pinus sylvestris* L.) (21; 67). Die mittlere Druckfestigkeit beträgt 376 kg/cm² und die Zugfestigkeit: 584 kg/cm² beim Kernholz sowie 780 kg/cm² beim Splintholz (54).

Wertholztauglichkeit

In der Literatur wird das Holz der Rumelischen Kiefer als eines der wertvollsten Nadelhölzer auf der Balkan-Halbinsel bezeichnet (1). Sie kann aber auch ziemlich knorrig sein, was sich aber teilweise erwächst, wenn die Hiebsreife erreicht wird (23). Da sie gleichzeitig aber auch als Bauholz verwendet wird (1; 23), was eine ausreichende Schaftqualität erfordert, legt dies die Vermutungen nahe, dass es zum einen bei der Rumelischen Kiefer eine größere Qualitätsspreite gibt und dass zum anderen gute Holzqualitäten grundsätzlich möglich sind.

8 Nebennutzungen

Ihr Harz wird auf Grund seiner Inhaltsstoffe von der optischen, chemischen und der Pharma-Industrie verwendet. Die lokale Bevölkerung nutzt das Harz zur Behandlung von Wunden, Magenkrankheiten, Atemwegserkrankungen und anderen Beschwerden (1).

9 Literatur

1. Alexandrov, A. H. (1998): *Pinus peuce* Grisb., 1845. aus dem Englischen übertragen von P. Schütt. In: Schütt, P. et al. (Hrsg.): Enzyklopädie der Holzgewächse. Landsberg/Lech. 14. Ergänzungslieferung 12/1998
2. Alexandrov, A. H. et al. (2004): Genetic and conservation research on *Pinus peuce* in Bulgaria. In: Breeding and genetic resources of five-needle pines: growth, adaptability, and pest resistance (eds.: R. A. Sniezko, S. Samman, S.E. Schlarbaum, H.B. Kriebel), IUFRO Working Party 2.02.15., 2001 July 23–27, Medford, OR, USA. Proceedings RMRS-P-32. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 61–63.
3. Alexandrov, A. H.; Andonovski, V. (2011): EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use of Macedonian pine (*Pinus peuce*). Bioersivity International, Rome. 6 pages. ISBN 978-92-9043-826-7
4. Antipov, V. (1979): Resistance of woody plants to industrial gases. Nauka i tehnika, Minsk.
5. Bachmann, M. et al. (2013): Abschlussbericht zum Forschungsprojekt *Klip 18*. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. (Anmerkung: intern).
6. Bachmann, M. et al. (2015): Growth and Performance of Macedonian pine (*Pinus peuce* Griseb.) in Bavaria against the backdrop of climate change. *Forestry Ideas*. 21. 173-187.
7. Belilov, S. et al. (2023): First records of *Sirococcus conigenus* causing shoot blight on *Pinus peuce* in Bulgaria, Vol. 45. (issue 6). 163–168. <https://doi.org/10.48027/hnb.45.062>
8. Blada, I. (2000): Genetic Variation in Blister-Rust Resistance and Growth Traits in *Pinus strobes* x *P. peuce* Hybrid at Age 17. *Silvae Genetica* Vol. 49 (Heft 2): 71-78, 2000.
9. Blada, I.; Popescu, F. (2004): Genetic Research and Development of Five-Needle Pines (*Pinus* subgenus *Strobus*) in Europe: An Overview. In: Breeding and Genetic Resources of Five-Needle Pines:

- Growth, Adaptability, and Pest Resistance (eds.: R.A. Snieszko, S. Samman, S.E. Schlarbaum, H.B. Kriebel), IUFRO Working Party 2.02.15., 2001 July 23–27, Medford, OR, USA. Proceedings RMRS-P-32. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 51–60. <https://www.iufro.org/fileadmin/material/publications/proceedings-archive/20215-medford01-proceedings.pdf> (Zugriff am 26.03.2024).
10. Blaschke, M. et al. (2009): Waldbauliche Maßnahmen zur Eindämmung des *Sirococcus*-Befalls im Bayerischen Wald. In: Forstschutz Aktuell, 47
 11. Caudullo, G.; Welk, E.; San-Miguel-Ayanz, J. (2017): Chorological maps for the main European woody species. Data in Brief 12, 662-666. DOI: 10.1016/j.dib.2017.05.007
 12. Dakov, M. et al. (1980): Raising the Upper Forest Limit. Sofia.
 13. Dässler, H. (1976): Einfluss von Luftverunreinigungen auf die Vegetation. Jena.
 14. Delkov, N. (1998): Dendrology. Sofia.
 15. Dimitrov, T. (1922): Roumelian pine (*Pinus peuce* Griseb.). A Forestry Monograph, Sofia.
 16. Dimitrov, T. (1963): Roumelian pine (*Pinus peuce* Griseb.). Sofia.
 17. Dimitrov, M. (1980): The Macedonian pine (*Pinus peuce* Griseb.). Zemizdat, Sofia.
 18. Dobrev, R. (1992): Monoterpene composition of the essential oil of some populations of Macedonian pine (*Pinus peuce* Griseb.) in Bulgaria. Forest Science. Sofia 2:8-16
 19. Eckenwalder, J. E. (2009): Conifers of the world. The complete reference. Timber Press, Portland, London.
 20. Em, H.; Dzekov, S. (1970): Der Wald der Molikakiefer auf dem Pelistergebirge. Berichte, Symposium über *Pinus peuce* vom 2.-6. September 1969, Skopje, 49-62.
 21. Enchev, E. (1984): Wood Technology. Zemizdat, Sofia.
 22. EWG (Europäische Wirtschaftsgemeinschaft) (1992): RICHTLINIE 92/43/EWG DES RATES vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (ABl. L 206 vom 22.7.1992, S. 7)
 23. Farjon, A. (2010): A handbook of the world's conifers 2. Koninklijke Brill NV, Leiden, The Netherlands.
 24. Anlage zum FoVG: Anlage zu § 2 Nr. 1 des Forstvermehrungsgutgesetzes vom 22. Mai 2002 (BGBl. I S. 1658), das zuletzt durch Artikel 414 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist
 25. Gogusevski, M.; Parisko, Z. (1970): Strukturelement und Holzproduktionsfähigkeit von Molikakiefernbeständen der Ass. Pteridio-Pinetum peucis auf dem Pelister. In: Report of a Symposium on *Pinus peuce*, 2–6 IX 1969, University of Skopje, 323–340.
 26. Gyorgiev, A. (1970): Caractéristique des sols sous le pin peuce en Bulgarie. Proc., Symposium on *Pinus peuce*, Skopje, 243-250.
 27. Holzer, K. (1972): Intrinsic qualities and growth potential of *Pinus cembra* and *Pinus peuce* in Europe. U.S.D.A. Forest Service Misc. Publ. No. 1221: 99–110
 28. Horvat, I. et al. (1974): Vegetation Südosteuropas. Gustav Fischer Verlag, Jena.
 29. ISTA (International Seed Testing Association) (2020): International Rules for Seed Testing 2020. Online ISSN 2310-3655
 30. IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) (2024): IUCN Rote Liste. <https://www.iucnredlist.org/species/34193/95751594#>, Zugriff am: 24.01.2024
 31. Jankovich, M. (1970): Some problems on the ecology, coenology and distribution of the endemic-relic species *Pinus peuce*. Proc., Symposium on *Pinus peuce*, Skopje, 173 - 177.

32. Kahl (1930) [Hrsg.]: Denkschrift über die auf Veranlassung des Deutschen Forstvereins unter Mitwirkung der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft auf Grund von 1360 Fragebogen⁴³ beantwortungen gemachte Erhebung über Frostschäden des Winters 1928-29. "Der Deutsche Forstwirt". Berlin
33. Kalucka, I. et al. (2013): Biodiversity of Balcan pine (*Pinus peuce* Griseb.) experimental stands in the Rogów Arboretum (Poland). DOI: 10.2478/ffp-2013-0020
34. Karaman, Z. (1970): Einige Bemerkungen über die Schädlinge von *Pinus peuce* Griseb. Berichte, Symposium über *Pinus peuce*, Skopje, 419-422.
35. Kohlstock, N. (1965): Ist *Pinus peuce* bei uns anbaufähig und anbauwürdig?, Sozialistische Forstwirtschaft 15, 186-188.
36. Krastanov, K. (1970): Wachstum, Leistung und Technisches Haubarkeitsalter von *Pinus peuce*-Beständen in Bulgarien. Berichte, Symposium über *Pinus peuce* vom 2.-6. September 1969, Skopje, 277-289.
37. Kreyling, J. et al. (2015): Cold tolerance of tree species is related to the climate of their native ranges. Journal of Biogeography 42: 156–166.
38. Krugman, S. L.; Jenkinson J. L. (1974): Seeds of woody plants in the United States, USDA For. Serv., URL: https://www.fs.usda.gov/psw/publications/krugman/psw_1974_krugman002.pdf (Zugriff: 26.03.2024)
39. Lattke, H.; Braun, H.; Richter, G. (1987): *Pinus peuce* Griseb., eine erfolgversprechende Alternativbaumart für die Schadgebiete des oberen Erzgebirges. Sozialistische Forstwirtschaft, 37, 279–282.
40. Lattke, H. (1998): Kiefern für die Immissionsschadgebiete der Mittelgebirge – züchterische Ergebnisse und Perspektiven. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Forsten, 13, 24–35.
41. Lines, R. (1985): The Macedonian Pine (*Pinus peuce* Griesebach) in the Balkans and Great Britain. Forestry 58, 27-40.
42. Mayer, H. (1979): The tallest trees in Europe, the phytosociological basis for optimal growth. Phytocoenologia, 6, 71–72.
43. Mason, W. L. et al. (1995): Seed pretreatment and nursery regimes for raising Macedonian pine (*Pinus peuce* Grisebach). Forestry 68 (3): 255-264.
44. Mitcheff, B. (1970): Neue Daten über Zapfen und Samen der Molika-Kiefer bulgarischer Herkunft. Berichte, Symposium über *Pinus peuce*, Skopje, 95-103.
45. Müller, K. M. (1928): *Pinus peuce* und *Pinus leucodermis* in ihren bulgarischen Wuchsgebieten. beigefügt in: Ernst, F.; Müller, K. M. (1928): Wasserhaushalt unter Waldbestockung in Glimmerschiefer- und Phyllitverwitterungsböden. Mitteilungen aus der Staatsforstverwaltung Bayerns, Heft Nr. 19.
46. Nedyalkov, S.; Krastanov, K. (1962): Sur l'établissement de l'évolution, de la croissance et de la productivité du *Pinus peuce* Griseb. Bulletin de l'Institut Central de Forêts, Volume VIII, Sofia, 85-98.
47. Nedyalkov, S. (1963): Die *Pinus peuce* in Bulgarien. Schweiz. Z. Forstwesen Band 114. (Heft 11). 654 - 664. <https://www.e-periodica.ch/digbib/view?pid=szf-003:1963:114::935#679>
48. Nedyalkov, S; Nikolov, B. (1986): Biosphere reserves in Bulgaria. Sofia, 20.
49. Nicolíć, B. et al. (2008): Variability of the needle essential oils of *Pinus peuce* from different populations in Montenegro and Serbia. Chem. Biodivers. 2008 Sep; 5(9): 1900
50. Panayotov, M. P.; Yurukov, S. L. (2007): Tree ring chronology of *Pinus peuce* from the Pirin Mts and the possibilities to use it for climate analysis. Phytologia Balcanica 13(3): 313–320
51. Panayotov, M. et al. (2010): Climate signal in treering chronologies of *Pinus peuce* and *Pinus heldreichii* from the Pirin Mountains in Bulgaria. Trees 24: 479–490.

52. Panić, D.J. et al. (1970): Struktur und Produktivität von Molikabeständen in deren Hauptwuchsgebiet in Serbien. In: Report of a Symposium on *Pinus peuce*, 2 –6 I X 1969, University of Skopje, 291–312.
53. Pejovski, B. (1967): Die Molika-kiefer (*Pinus peuce*). Allgemeine Forstzeitschrift für Waldwirtschaft und Umweltvorsorge, 22, 61–67.
54. Pejovski, B. et al. (1970): Propriétés technologiques du bois de *Pinus peuce*. Proc., Symposium on *Pinus peuce*, Skopje, 495-507
55. Penev, N. (1966): Wissenschaftliche Grundlage für Steigerung der Produktionsleistung der Peuce- und Panzerkiefernwälder. Sofia.
56. Raev, I. (2005): Virgin forests of Bulgaria – inventory and strategy for sustainable management and protection of virgin forests. Royal Dutch Society for Nature Conservation. Bulgarian Forest Research Institute.
57. Rommel, D. (2012): *Pinus peuce* - Wachstum und Verjüngungsökologie einer fremdländischen Baumart in Bayern vor dem Hintergrund des Klimawandels. Masterarbeit an der TU München.
58. Rohmeder, E. (1970): Wuchsleistung und Gesundheitszustand von zwei *Pinus peuce*-Versuchsbeständen im Anbaugelände fremdländischer Baumarten in Grafrath (Obb.). Forstwissenschaftliches Centralblatt 89(1): 10–14.
59. Rossnev, B. (1985): *Phaeolus schweinitzii* an *Pinus peuce* in Bulgarien. Europ. J. Forest Pathology 15, 66-70. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.1985.tb00869.x>
60. Schenck, C. A. (1939a): Fremdländische Wald- und Parkbäume. 2. Band, 414-416. Verlag Paul Parey, Berlin.
61. Schenck, C. A. (1939b): Fremdländische Wald- und Parkbäume. (unreferenzierte Zitate von Dr. Karl M. Müller). 2. Band, 414-416. Verlag Paul Parey, Berlin.
62. Schütt, P. (1998): Anbauerfahrungen in Mittel- und Westeuropa. In: Alexandrov, A. H. (1998): *Pinus peuce* Grisb., 1845. aus dem Englischen übertragen von P. Schütt. In: Schütt, P. et al. (Hrsg.): Enzyklopädie der Holzgewächse. Landsberg/Lech. 14. Ergänzungslieferung 12/1998
63. SER (Society For Ecological Restoration) (2024): Seed Information Database. <https://ser.sid.org/species/795d0c94-3f40-4aa0-a414-93d56c500229> (Zugriff: 24.01.2024)
64. Tsanova, P.; Rossnev, B. (1974): Injuries from *Fomes annosum* (Fr.) Cke. on *Pinus peuce* Griseb., *Pinus leucodermis* Ant., *Pseudotsuga douglasii* Carr. and *Pinus strobus* L. stands. Forest Science 11, 73-83, Sofia.
65. Tubeuv, C. v. (1927): *Pinus peuce* als Ersatz der Weymouthskiefer. Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft. 241-244.
66. Velkov, D. et al. (1992): Collection, processing, conservation and pre-sowing treatment of forest seeds. Sofia, 55-120.
67. DIN 68364: Kennwerte von Holzarten. Beuth Verlag GmbH, Berlin (2003-05), 8 S.

Zusammenfassende Beurteilung der Anbauwürdigkeit

Grün

Breite Standortsamplitude

Klimaanpassung

wertvolles und begehrtes Holz

Bodenzustand

Gelb

Abiotische Risiken

Biotische Risiken

Rot

Herkunftsunterschiede nicht bekannt

Kaum Anbauerfahrung im Klimawandel

Versorgung mit hochwertigem Vermehrungsgut

langsameres Jugendwachstum