



Grüne Kiefernkronen nach Waldbrand – eine Überlebensgarantie?

Großbrände hinterlassen insbesondere in den Randzonen unterschiedliche Schadbilder. Dies lässt eine differenzierte Betrachtung der Überlebenswahrscheinlichkeit des Einzelbaumes zu. Am Beispiel einer Brandfläche in Treuenbrietzen wurde für die Baumart Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) herausgearbeitet, welche Merkmale eine erfolgreiche Regeneration erwarten lassen.

TEXT: MATTHIAS WENK, FRANK PASTOWSKI

Am 23. August 2018 kam es im Land Brandenburg zwischen den Ortschaften Frohnsdorf, Klausdorf und Tiefenbrunnen zu einem Großbrand, bei dem eine Waldfläche von insgesamt 334 ha vernichtet wurde [1].

Eine vorausgegangene Dürreperiode hatte auf der Brandfläche zu einer starken Austrocknung der meist mittleren Standorte (Flächenanteil der Stammnährkraftstufen, nordöstliche Brandfläche: Z4 = 1,7 %, Z3 = 4,4 %, Z2 = 8,3 %, M4 = 77,2 % und M1 = 5,0 %) geführt [2]. Zu diesem Zeitpunkt standen den Kiefern auf vergleichbaren Flächen in einer Bodentiefe von 60 cm noch 30–40 % des für Pflanzen frei verfügbaren Bodenwassers zur Verfügung. In den oberen 10 cm waren es lokal noch 15 % [3]. In den Forsten war die von Blaubeere und Heidekraut dominierte Krautschicht verdorrt. Das führte zu einer Anreicherung der brennbaren Biomasse und zu einer besorgniserregenden Entwicklung der Waldbrandgefährdung. Hinzu kam eine erschwerte Brandbekämpfung der mit Kampfmitteln belasteten Flächen. So war es u. a. möglich, dass sich aus einem ursprünglich 5 ha großen Waldbrand in wenigen Stunden ein über 300 ha umfassender Großbrand entwickelte [4].

Schäden durch Brand

Die bei dem Großbrand in Treuenbrietzen aufgetretenen Waldbrandformen [5] verursachten an den Kiefern unterschiedliche äußerlich sichtbare Schäden. Boden- und Stammbrände hinterließen an Kiefern in Alt- und Stangenhölzern starke Verkohlungs-schäden an der Rinde des Erdstamms, wobei vereinzelt noch grüne Kronen



Abb. 1: In einem Stangenholz durch Brandhitze verursachte Kronenschäden

erhalten blieben (Abb. 1). Bei starker Hitzeentwicklung wurde die gesamte Krone gedörrt. Die Nadeln verfärbten sich rotbraun (Abb. 2). Bei Vollbränden in schwachen Stangenhölzern verbrannten Rindenoberfläche, Nadeln und Feinreisig vollständig.

Aufgabenstellung

Von besonderem Interesse für Waldbewirtschafteter ist die Beantwortung der Frage nach den Überlebenschancen der Kiefern nach einem Brandereignis. Zum einen wird diese Hoffnung verständlicherweise durch oft noch vorhandene grüne Kronen oder Kronenanteile genährt, zum anderen ist eine verlässliche Ansprache der Überlebensfähigkeit entscheidend für die Wahl der

weiteren Bestandesbehandlung [6]. Außerdem sollten die Entscheidungskriterien klar benannt und auf der Fläche möglichst einfach anzusprechen sein. Deshalb wurden ab März 2019 Untersuchungen zur Vitalitätsansprache durchgeführt, deren Ergebnisse zur Abschätzung einer erfolgreichen Regeneration brandgeschädigter Kiefern herangezogen werden können.

Aufnahmeverfahren:

- Einrichtung von vier Untersuchungstangenten im Stangen- und Baumholz
- Ermittlung des grünen Nadelanteils der Kronen in vier Schadstufen (1. Stufe: 0 %; 2. Stufe: 1–30 %; 3. Stufe: 31–50 %; 4. Stufe: 51–100 %)
- Ermittlung der Rinden/Bast-Schädigung auf jeder Untersuchungstangente

„Anhand der angekohlten Rindenoberfläche lässt sich auf den geschädigten Anteil des Kambiums schließen.“

MATTHIAS WENK

an fünf Punkten; an jeweils einer Kiefer aus den vier Schadstufen (nach Fällung und vollständigem Schälen)

- Am Stammfuß der Probestämme Messung der Stärke der Humusauflage und eine Probenahme je Himmelsrichtung [7]

Kronenschäden

Die auf der Fläche entstandene Variabilität der Brandschäden spiegelte sich nicht nur in den Stamm-, sondern auch in den Kronenschäden wider. Die Schädigungen der Krone reichten von vollständig verbrannt über unterschiedliche Braun- und Grünanteile bis hin zu noch vollständig grüner Benadelung. Die Untersuchungen im Stangenholz deuten auf eine enge Beziehung zwischen der Höhe des angekohlten Stammes (erzeugte Hitzemenge) und dem verbliebenen Grünanteil in der Krone hin (Abb. 3). Die geringsten Kronenschäden wurden in der genannten Wuchsklasse bei angekohltem Bereich des Erdstammes unter einem Meter festgestellt. Bei 12 bis 65 cm Höhe wurden 20 bis 30 % der Nadeln durch aufsteigende Brandhitze geschädigt (Braunfärbung). Eine angekohlte Stammhöhe von 3 bis 6 m hatte den Verlust von mindestens 80 % der grünen Nadeln zur Folge.

Humusverlust und Verkohlung am Stamm

Der an den Kontrollbäumen außerhalb der Brandfläche ermittelte Auflagenhumusvorrat betrug 89 bis 124 t/ha. Die Humusaufgabe variierte vor allem in Abhängigkeit vom Bestandesalter. Die geringste Mächtigkeit wurde im schwa-



Abb. 2: Durch Brandhitze rotbraun verfärbte, verdorrte Kiefern-Kronen

Foto: F. Pastowski

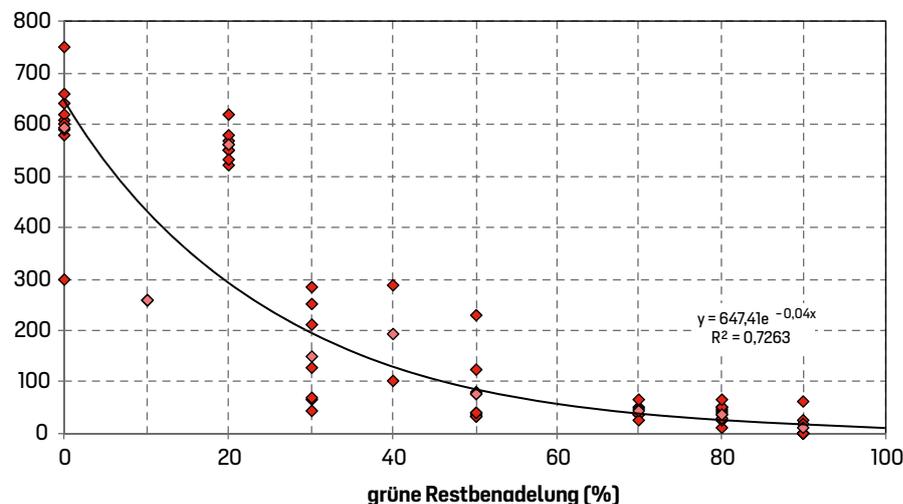
chen Stangenholz, die stärkste Auflage im Altholz gemessen. So betrug die Höhe der Humusaufgabe im Altbestand außerhalb der Brandfläche im Mittel 15 cm, während an gleichaltrigen Bäumen nach dem Brand lediglich noch 0,03 bis 3,4 cm nachweisbar waren. Damit betrug der Humusverlust durch den Brand 77 bis 100 %. Die bei der Verbrennung freigesetzte Hitze führte zu nachhaltigen Schäden an Wurzeln, Wurzelanläufen, im unteren Stammbe-

reich (besonders des Erdstammes) und in der Krone.

Die Höhe des angekohlten Stammes korrelierte mit dem verbrannten Humusanteil. So war im Altholz bei einer angekohlten Höhe von 8 m die Humusaufgabe vollständig vernichtet (Abb. 4). Bei einer angekohlten Höhe von 36 cm betrug der Humusverlust dagegen 80 %. Das entspricht einer mittleren verbliebenen Humusaufgabenhöhe von 3 cm. Vergleichbare Beziehungen zeig-

Angekohlter Stamm und grüne Krone

Höhe angekohlter Stamm [cm]

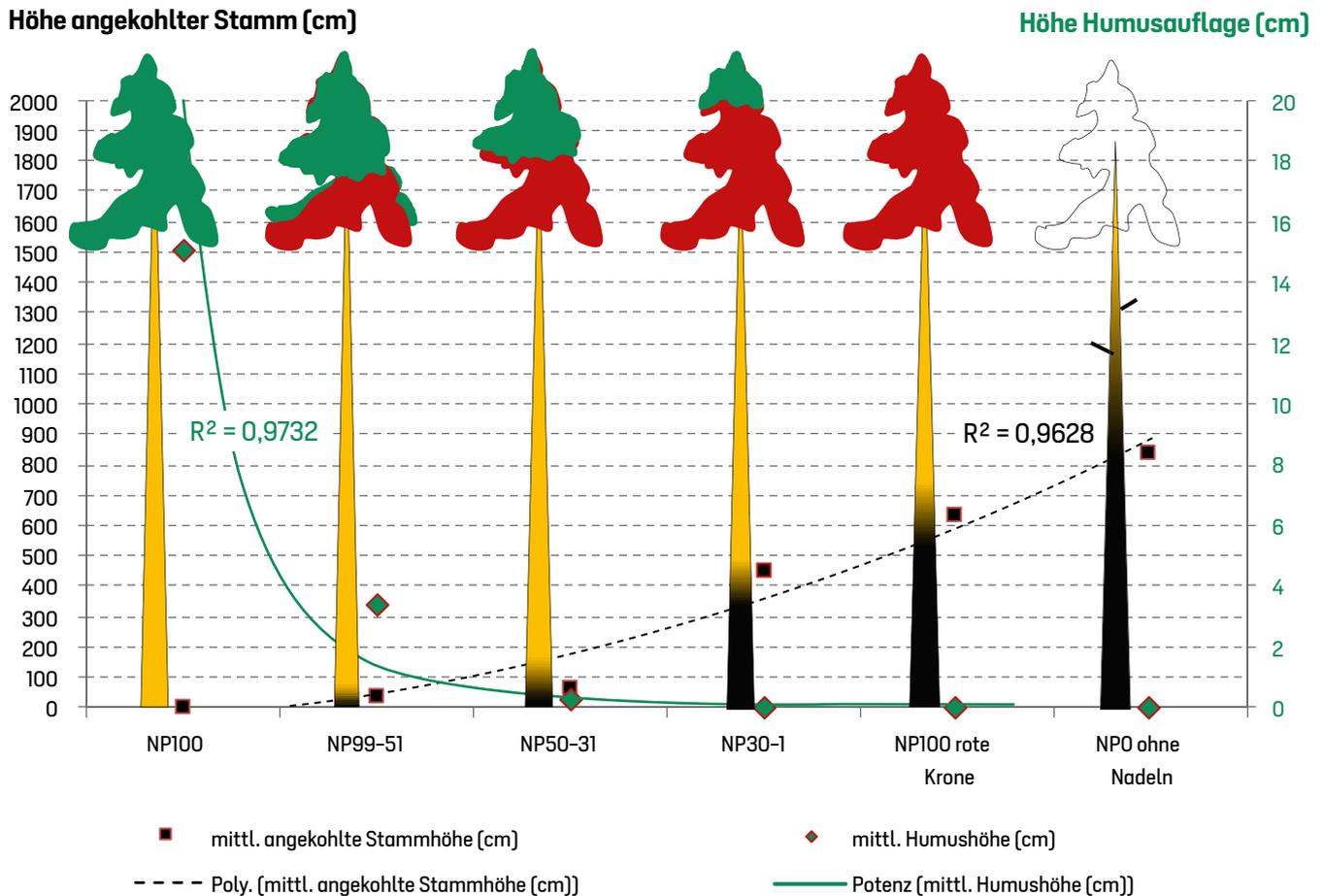


Grafik: M. Wenk

Abb. 3: Nach einem Großbrand im Stangenholz verbliebener Anteil grüner Nadeln in Abhängigkeit von der Höhe der Verkohlung am Stamm



Verkohelter Stamm und Humusauflage



Grafik: M. Wenk

Abb. 4: Nach einem Großbrand im Baumholz verbliebene mittlere Humusauflage (Pot. = potenzielle Fkt.) und Höhe des angekohlten Stammes (Poly. = polynomi-sche Fkt.) unter Berücksichtigung des verbliebenen Grünadel-Anteils (NP = Nadelprozent)

ten sich für das schwache und mittlere Stangenholz. Die verbrannte Humusmenge hat erwartungsgemäß einen wesentlichen Einfluss auf die Höhe der Verkohlungs am Stamm.

Schäden am Kambium

Um die Regenerationschancen der brandgeschädigten Kiefern beurteilen zu können, wurde an ausgewählten Bäumen der angekohlte Rindenanteil entfernt und der Bast freigelegt. Bei der Untersuchung standen durch Hitze-strahlung verursachte Bastverfärbungen im Fokus, die auf eine verloren gegangene Funktionsfähigkeit des Kambiums schließen lassen (braun = absterbend/vertrocknet; weiß = gesund). „Die Erwärmung des Kambiums am Stammfuß der Bäume verursacht bei einer Temperatur von über 60 °C den direkten Tod der Bäume ...“ [8]. Im Stangenholz war an allen untersuchten Kiefern mit

angekohltem Stammfuß auch der darunter befindliche Bast braun verfärbt und irreversibel geschädigt (Abb. 5 und 6). Auch im Baumholz zeigte sich mit wenigen Abweichungen das gleiche Bild. Ausnahmen machten Kiefern, deren Stammmantel nicht höher als 1 m angekohlt war. An einigen dieser Exemplare konnten senkrecht verlaufende weiße Bastzonen nachgewiesen werden, teilweise mit Verbindung zu intakten Bastabschnitten oberhalb der angekohlten Bereiche (Abb. 7 und 8). Die „Kambialbrücken“ befanden sich meist in den tiefer liegenden Kehlen der Wurzelanläufe. In diesen Kehlen war nicht verbrannter Humus vorhanden. Außerdem besaßen diese Kiefern noch einen Grünadel-Anteil von 50 bis 80 %. Aus den Kambialbrücken und dem hohen Grünadel-Anteil lässt sich folgern, dass die erzeugte Wärmemenge nicht für eine umfassende Bast-Schädigung ausgereicht hat.

Die meisten Kiefern mit gesunden Bastanteilen waren im Feuersaum [5] zu finden. Hier handelte es sich vor allem um Bäume, die den Flammen nur einseitig ausgesetzt waren. Der überwiegende Teil der Kiefern wies jedoch neben der vollumfänglichen Verkohlungs am Stammfuß einen auf einer Seite hoch reichend angekohlten Stamm auf (Abb. 9). Das ist auf die bei einer horizontalen Brandausbreitung entstehende Wärmekonvektion zurückzuführen, die sich in Windrichtung verstärkt und entgegen der Windrichtung vermindert [8], d. h., die größten Rinden- und Bast-schäden werden auf der windabgewandten Seite verursacht. An den untersuchten Kiefern in Treuenbrietzen waren die hoch reichenden angekohlten Stammabschnitte häufig auf der dem Brandzentrum zugewandten Seite der Stämme zu finden.

Von Waldbränden ist bekannt, dass die Brandintensität durch verfügbare



Fotos: M. Wenk

Abb. 5, 6: Angekohlte Rinde mit geschädigtem Bast (weiß = gesund, braun = abgestorben, Höhe: 20 bis 30 cm)



Fotos: M. Wenk

Abb. 7, 8: Gesunder weißer Baststreifen zwischen zwei Wurzelanläufen oberhalb einer Stammkehle

Biomasse, Struktur, lokale Windsituation, Geländeausformung sowie Sauerstoffzufuhr mit gesteuert wird und eine räumliche Variabilität (Patchwork) unterschiedlich stark betroffener Areale entsteht [9]. So ist es durchaus möglich, dass dickborkige Baumarten wie Kiefer, Lärche, Eiche und Birke Bodenfeuer überleben [10]. Die Überlebenswahrscheinlichkeit ist jedoch von der Brandintensität des Feuers abhängig, d. h., sie wird von der durch die Brandgutmenge freigesetzten Hitzestrahlung (kW/m) bestimmt [9]. Bei dem unter-

suchten Großbrand hatten die Kiefern aufgrund von Branddauer und Brandintensität in den seltensten Fällen eine Überlebenschance. Bei den meisten Bäumen ließ sich anhand der angekohlten Rindenoberfläche auf den geschädigten Anteil des darunter befindlichen Kambiums schließen.

Intakte Bastabschnitte sind für Kiefern noch kein Überlebensgarant. Sie sind aber ein Indiz für eine geringere Hitzeeinwirkung und damit eine möglicherweise geringere Schädigung des Baumes. Kiefern können überleben,

wenn der überwiegende Anteil der lebenswichtigen Organe, wie Wurzeln und Nadeln, kaum geschädigt wird (Satellitenbilder, Abb. 10 und 11) [11]. In Einzelfällen konnte eine Regeneration von Kiefern nachgewiesen werden (Abb. 12).

Zusammenfassung

Zur Beurteilung der Überlebenswahrscheinlichkeit der Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) nach einem Waldbrand ist es nicht ausreichend, den Schädigungs-



Foto: F. Pastowski

Abb. 9: Deutlich differenzierte Brandschäden in der Randzone des Brandes

Schneller ÜBERBLICK

- » **Nach einem Waldbrand** können Kiefern überleben, wenn der überwiegende Teil der Krone und rd. ein Drittel des Stammumfangs funktionstüchtig geblieben sind
- » **Die Brandhitze** zieht vor allem Wurzelanläufe, Erdstamm und Krone in Mitleidenschaft
- » **Im Randbereich** des Großbrandes in Treuenbrietzen wurden die Kiefern unterschiedlich stark geschädigt, sodass die Zusammenhänge zwischen Brandintensität und Überlebenswahrscheinlichkeit beobachtet werden konnten



Abb. 10: Biomassezustand Brandfläche = Nadelprozent: schwarz: 0; blau: 1-10; rot: 11-50; gelb: 51-70; grün: 71-100 [RapidEye, EogreenAnalytics, September 2018]

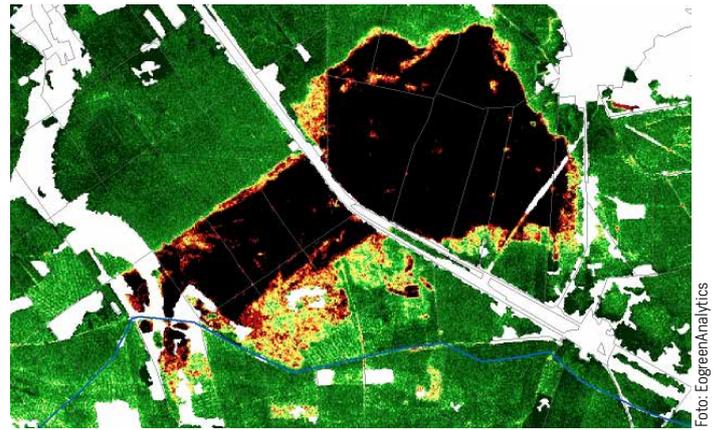


Abb. 11: Biomassezustand Brandfläche = Auflösung der inneren Randbereiche [PlanetScope, EogreenAnalytics, August 2020]

Zusammenhang gesunder Bast und grüne Krone

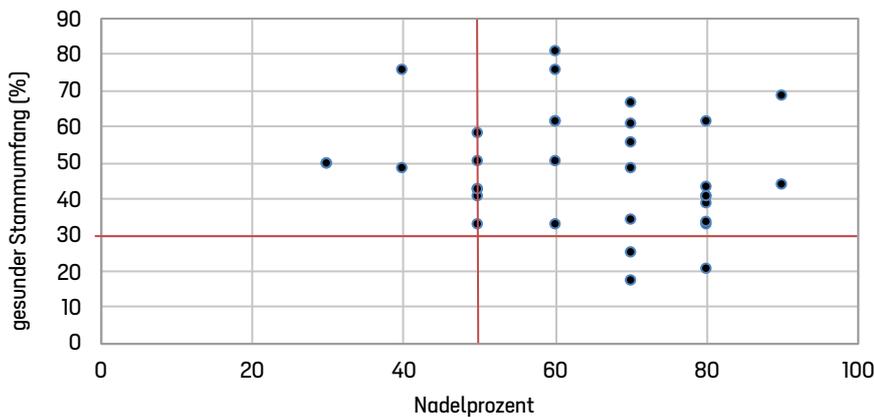


Abb. 12: Anteil des gesunden Stammumfangs (= gesunder Bast) und Anteil grüner Nadeln überlebender Kiefern zwei Jahre nach dem Großbrand

grad der Nadeln in der Baumkrone heranzuziehen. Entscheidender ist die Beurteilung des Schädigungsgrades des Kambiums/Bastes oberhalb des Mineralbodens. Ist der Anteil des weißen, gesunden Kambiums/Bastes – bezogen auf den Stammumfang – geringer als 30 %, so ist ein Überleben des Baumes eher unwahrscheinlich. Daran ändern in der Regel auch eine (teilweise) grüne Krone und eine ggf. geringe Verkohlung des Stammes nichts.

Allerdings kann die Höhe des angekohlten unteren Stammabschnitts als Weiser für den Schädigungsgrad des

Kambiums/Bastes herangezogen werden. Ist der angekohlte Bereich einseitig und dessen Höhe unter einem Meter, besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit für ein Überleben. Zur Einschätzung der Situation im Bestand kann am Einzelbaum der Bast auf Höhe des Wurzelansatzes partiell freigelegt oder angerissen werden.

Zur Beurteilung der Schädigung des Bestandes kann zudem der Anteil des verbrannten Rohhumus herangezogen werden. Ist dieser, wie in Treuenbrietzen, vollständig verbrannt und der Stammumfang vollumfänglich angekohlt, ist von einer stammumfangsenden Schädigung des Kambiums auf Höhe der Wurzelanläufe auszugehen und eine Regeneration der Kiefer ausgeschlossen. Ebenso ist der Baum nicht mehr regenerationsfähig, wenn die Nadeln der Kiefer vollständig verbrannt

sind oder sich durch die Brandhitze rotbraun verfärbt haben.

Insbesondere in den ersten zwei Jahren nach dem Brandereignis besitzen holz- und rindenbrütende Käfer einen starken Einfluss auf die Überlebens- und Regenerationsfähigkeit brandgeschädigter Kiefern. Darauf wird in einem späteren Beitrag eingegangen.

Grafik: M. Wenk



Matthias Wenk

Matthias.Wenk@LFB.Brandenburg.de
und **Frank Pastowski** sind Mitarbeiter des Fachbereiches Waldschutz und Wildökologie am Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde des Landesbetriebes Forst Brandenburg.