

GeKo Aktuell

Karl-Heinz Otto

Nie zuvor dagewesen –
die extreme Massenvermehrung
des Großen achtzähligen
Fichtenborkenkäfers 2018



Foto auf dem Titelbild: Vermehrung des Großen achtzähligen Fichtenborkenkäfers (*Ips typographus*) unter Fichtenrinde (Quelle: <https://www.waldhilfe.de/borkenkaefer-im-deutschen-fichtenwald/>; abgerufen am 26.03.2019)

LWL

Für die Menschen.
Für Westfalen-Lippe.

Herausgeber: Geographische Kommission für Westfalen
Landschaftsverband Westfalen-Lippe (LWL)
Dr. Rudolf Grothues, Prof. Dr. Karl-Heinz Otto
Layout: Dr. Rudolf Grothues
Druck: Druck & Verlag Kettler GmbH, Bönen

ISSN 1869-4861
Schutzgebühr: 2,50 Euro

Nachdruck, Funksendung, Entnahme von Abbildungen, Wiedergabe auf fotomechanischem Weg oder Speicherung in DV-Anlagen sind bei ausdrücklicher Quellenangabe erlaubt. Belegexemplar/Link erbeten: geko@lwl.org oder per Post.

GeKo Aktuell ist das offizielle Mitteilungsorgan der Geographischen Kommission für Westfalen. In lockerer Folge werden aktuelle, von der Kommission oder ihren Mitgliedern durchgeführte bzw. angeregte Forschungen und deren Ergebnisse sowie die neuesten Veröffentlichungen der Kommission in Kurzbeschreibungen vorgestellt.

GeKo Aktuell kann unter folgender Adresse kostenlos in gedruckter Form bestellt und abonniert werden:

Geographische Kommission für Westfalen
Heisenbergstraße 2, 48149 Münster
Tel.: 0251/8339-222, Fax: 0251/8339-221
E-Mail: geko@lwl.org

Unter www.geographische-kommission.lwl.org stehen PDF-Dateien aller bisherigen **GeKo Aktuell**-Ausgaben zum kostenfreien Download zur Verfügung.

Nie zuvor dagewesen – die extreme Massenvermehrung des Großen achtzähligen Fichtenborkenkäfers 2018

1. Einleitung

Borkenkäfer, wie beispielsweise der Große achtzählige Fichtenborkenkäfer (*Ips typographus*), gehören zum Ökosystem Wald ebenso wie Vögel, Wildtiere, Insekten- und Spinnentierarten. In den Urwäldern z. B. von Nationalparks oder in Bannwäldern wirken auch Borkenkäfer als Antrieb der Walddynamik. Dort wird flächenhaftes Absterben nach einer Massenvermehrung von Borkenkäfern als Beginn einer neuen Waldgeneration durchaus positiv eingeschätzt. Borkenkäfer tragen also zur Dynamik natürlicher Lebensläufe bei. In bewirtschafteten Wäldern ist ihre ungebremste Entwicklung aber kritisch zu bewerten, weil sie zu erheblichen ökonomischen Schäden führen kann (vgl. Landesbetrieb ForstBW 2016, S. 2).

Im folgenden Beitrag wird beispielhaft am Großen achtzähligen Fichtenborkenkäfer (*Ips typographus*) den Fragen nachgegangen, warum gerade im Jahr 2018 die Vermehrung der Borkenkäfer explosionsartig angestiegen ist, welche Folgen daraus erwachsen sind und was dagegen getan werden kann, um größeren Borkenkäferkalamitäten zukünftig entgegenzuwirken.

2. Der Große achtzählige Fichtenborkenkäfer (*Ips typographus*)

Bei den Borkenkäfern unterscheidet man grundsätzlich zwischen Holzbrütern, deren Fraßgänge in das Splintholz eindringen, und Rindenbrütern (hierzu rechnet man auch die Wurzelbrüter), deren Gangsysteme im Bast (*Phloem*) und in der Wachstumsschicht (*Kambium*) verlaufen (vgl. Kadereit et al. 2014, S. 128).

Zu der in Westfalen und im gesamten Bundesgebiet am weitesten verbreiteten und aus ökonomischer Sicht relevantesten Borkenkäferart gehört der Große achtzählige Fichtenborkenkäfer (*Ips typographus*) (vgl. aid 2016, S. 10). Daneben muss auch noch der Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*) genannt werden, der in diesem Beitrag aber nicht weiter berücksichtigt wird. Beide genannten Borkenkäferarten zählen zu den Rindenbrütern.

2.1 Körperbau

Der Große achtzählige Fichtenborkenkäfer hat einen 4 bis 4,5 mm langen, schwarzbraunen, behaarten, walzenförmigen Körper, mit einer für Insekten typischen

Dreiteilung in Kopf, Brust (*Thorax*) und Hinterleib (*Abdomen*) (vgl. Abb. 1). Der relativ kleine Kopf ist nach unten gerichtet, so dass er beinahe völlig unter dem großen Halsschild (*Skutum*) verschwindet. Der ohne eigentlichen Rüssel ausgebildete Kopf weist neben den stark ausgeprägten, beißend-kauenden Mundwerkzeugen und den beiden Facettenaugen zwei kurze, gekniete Fühler (Antennen) mit scharf abgesetzten Keulen auf. Der verhältnismäßig große Thorax trägt die sechs relativ kurzen Beine, wobei jeweils ein Gliedmaßenpaar an einem Brustglied befestigt ist. Der *Ips typographus* besitzt zwei harte, feste Flügeldecken (*Elytren*), die den Hinterleib völlig bedecken. Am hinteren Ende sind die Flügeldecken „eingedrückt“ und bilden eine kleine



Abb. 1: Großer achtzähliger Fichtenborkenkäfer (*Ips typographus*) (Quelle: Staatsbetrieb Sachsenforst. <https://www.sbs.sachsen.de/infos-fuer-waldbesitzer-zum-borkenkaefer-26421.html>, abgerufen am 23.03.2019)

schaufelförmige Grube. Die beiden Außenränder des Grübchens sind – wie bereits der Name des Käfers erkennen lässt – mit jeweils vier kleinen Zähnen besetzt, von denen der dritte am größten und geknöpft ist (vgl. aid 2016, S. 10). Die beiden zusammengefalteten, unter den schützenden Deckflügeln liegenden Hautflügel bilden den Flugapparat des Käfers. Beim Flug haben die nach hinten gestellten Elytren lediglich Stabilisationsfunktion. Der *Ips typographus* ist kein Langstreckenflieger. Untersuchungen haben gezeigt, dass nur 3 % der Käfer eine Flugdistanz bis 500 Meter um die Brutstätte herum schafften. Die bei Jungkäfern recht dichte Behaarung, besonders an der Stirn und am Grübchenrand, verliert sich mit zunehmendem Alter. Dies ist

neben der Farbintensität ein hilfreiches Erkennungsmerkmal zur Bestimmung von Jung- und Altersstadien. Wirtsbäume des *Ips typographus* sind vor allem Fichten (*Picea sp.*), gelegentlich aber auch andere Nadelbäume, insbesondere Föhrenarten (*Pinus sp.*).

2.2 Entwicklung

Der Große achtzählige Fichtenborkenkäfer überwintert als Larve, Puppe oder Käfer unter der Rinde befallener Bäume oder in der Laubstreu. Der Große achtzählige Fichtenborkenkäfer beginnt unter Langtagbedingungen bei Temperaturen ab etwa 16,5 °C zu schwärmen (s. Kap. 2.3). Die den Wirtsb Baum zuerst anfliegenden Männchen bohren eine Eingangsröhre und legen die sog. Rammelkammer an. Bei diesem Vorgang wird braunes Rindenbohrmehl, untrügliches Kennzeichen für Rindenbrüter, mit dem Flügeldeckengrübchen durch das Einbohrloch nach außen geschaufelt (vgl. Abb. 2).

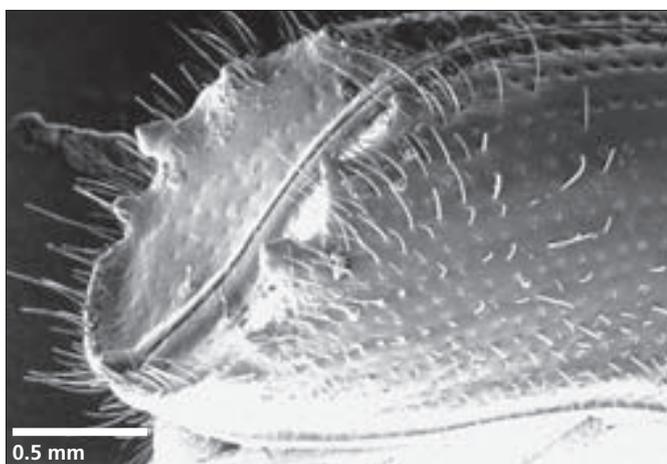


Abb. 2: Flügeldeckengrübchen des *Ips typographus* (Quelle: Nierhaus-Wunderwald & Forster 2008, S. 2, Foto: REM, WSL)

Die befruchteten Weibchen fressen von der Rammelkammer aus, je einen bis zu 15 cm langen Mutter- oder Brutgang. Die bis zu 60 weißen Eier eines Weibchens werden entlang der Brutgänge in regelmäßigen Abständen in Einischen abgelegt und mit einem Pfropfen aus Bohrmehl verschlossen. Nach ein bis zwei Wochen Embryonalentwicklung schlüpfen aus den Eiern beinlose, bauchwärts gekrümmte, weiße Larven mit einer großen hellbraunen Kopfkapsel. Im Larvenstadium ist die Nahrungsaufnahme am intensivsten. Die Larven fressen quer zum Muttergang leicht geschlängelte, sich entsprechend dem Larvenwachstum rasch erweiternde Larvengänge. Durch diese Fraßtätigkeit wird der Saftstrom im Bast unterbrochen und so die Verbindung der Rinde mit dem Splint großflächig zerstört. Die anfangs sehr schmalen Gänge werden mit zunehmendem Wachstum der Larven immer breiter und enden schließlich blind in den geräumigen Puppenwiegen. Die Gänge der Larven berühren sich nicht, sondern laufen wie Zeilen eines Buches nebeneinander her. Aufgrund des Aussehens des Fraßbildes nennt man diesen Borkenkäfer auch Buchdrucker (vgl. Abb. 3).

Die Larvenentwicklung dauert etwa drei bis vier Wochen mit insgesamt drei Larvenstadien. In der ovalen, napfförmigen Puppenwiege verwandelt sich die nicht fressende, weiße Puppe in ein bis zwei Wochen zu einem hellbraunen, stark behaarten Jungkäfer. Dieser beginnt unter der Rinde mit dem Reifungsfraß, wobei er die Puppenwiege platzartig erweitert, verzweigte Gänge oder geweihartige Gangsysteme anlegt. Dabei wird das ursprüngliche Fraßbild völlig zerstört, so dass die Rinde sich allmählich vom Stamm löst und abfällt. Im Verlaufe des zwei bis drei Wochen dauernden Reifungsfraßes speichern die Käfer Reservestoffe, werden geschlechtsreif und erlangen ihre endgültige schwarzbraune Färbung. Bei sehr dichter Besiedlung verlassen die Jungkäfer wegen Nahrungsmangel das Gangsystem, um sich am selben oder einem anderen Stamm neu einzubohren und dort den Reifungsfraß zu beenden. Die gesamte Entwicklungsdauer einer Generation beträgt etwa sieben bis zwölf Wochen (vgl. Abb. 4). Die gesamte Lebensdauer eines Individuums beträgt maximal 20 Monate. Normalerweise bringt ein Weibchen nur eine einzige Nachfolgeneration hervor. Wenn jedoch die beiden Faktoren warme und trockene Witterung sowie reichliches Brutmaterial zusammentreffen, können zwei, manchmal sogar drei oder vier Generationen realisiert werden (vgl. Nierhaus-Wunderwald & Forster 2008, S. 2f.).

Ein Buchdrucker-Weibchen hat etwa 60 Nachkommen pro Generation. Das bedeutet, dass ein Weibchen bei drei Generationen pro Jahr rein rechnerisch weit über 100.000 Nachfahren produzieren kann.

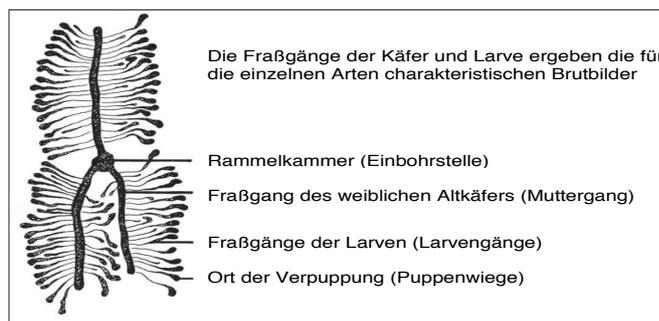
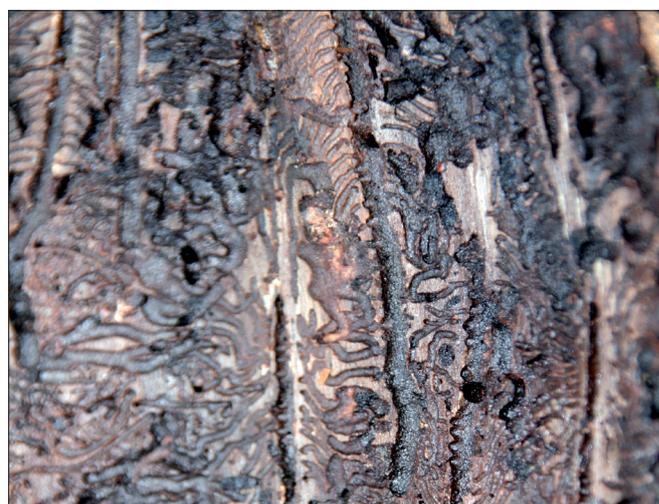


Abb. 3: Brutbild des Buchdruckers (Quellen: Bild oben: Monika Albert / pixelio.de; Bild unten: Wolf 2004, S. 2)

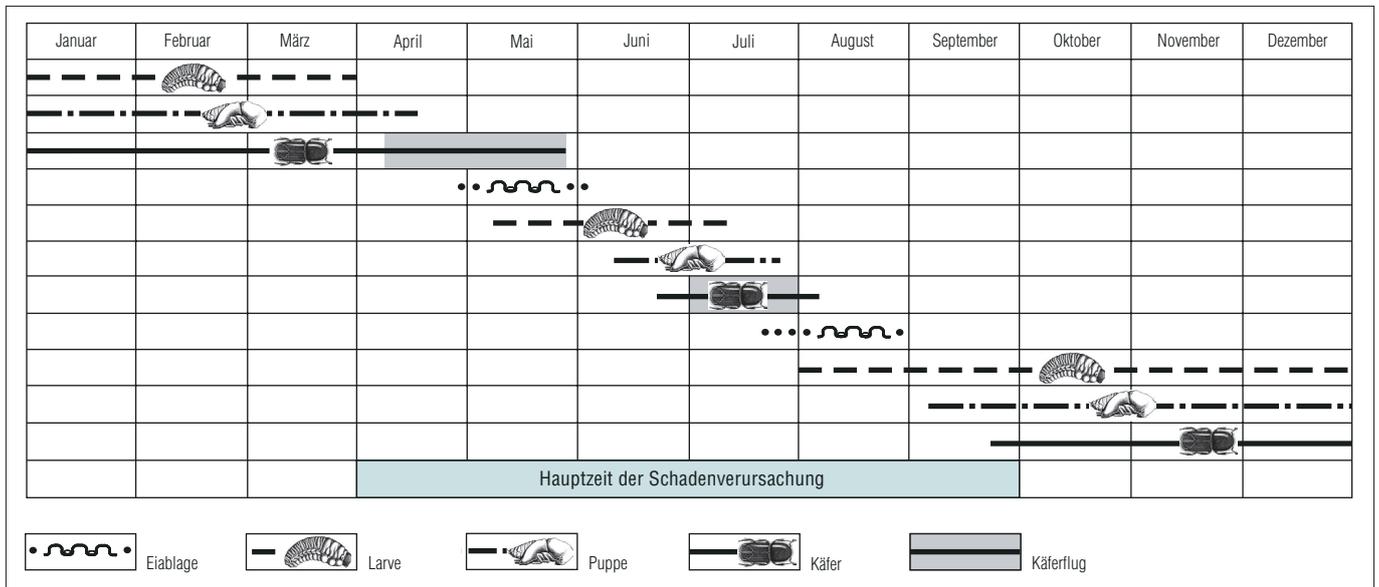


Abb. 4: *Ips typographus*: Ungestörter Entwicklungszyklus mit zwei Generationen
(Quelle: Nierhaus-Wunderwald & Forster 2008, S. 4)

In einem intakten Waldökosystem erreichen die wenigsten Käfer oben genanntes Alter, weil ihnen zahlreiche Fressfeinde nachstellen. Zu den wichtigsten Antagonisten zählen räuberische Fliegen und Käfer (z. B. der Gemeine Ameisenbunkkäfer, *Thanasimus formicarius* L.) sowie parasitische Wespen (z. B. die Schlupfwespe; *Tomocobia seitneri*). Auch Spechte und weitere Vögel sowie Pilzkrankheiten tragen zur Dezimierung einer Borkenkäferpopulation bei (vgl. Nierhaus-Wunderwald & Forster 2008, S. 3).

2.3 Baumfindung und Kommunikation

Beim Ausschwärmen landen „Pioniermännchen“ zufällig oder geleitet durch Duftstoffe, die vom Rindengewebe eines geschwächten oder kränkelnden Fichtenstammes ausgesandt werden, auf einen Wirtsbaum (vgl. Abb. 5). Zu den baumbürtigen Lockstoffen (Primärlockstoffe) gehören die im Harz vorkommenden leichtflüchtigen Bestandteile des Terpentins. Die Bruttauglichkeit einer Fichte wird durch Einbohrversuche des Käfers festgestellt. Bei vitalen Fichten verklebt das ausfließende Harz die Mundwerkzeuge oder den ganzen Käfer, so dass die Einbohrversuche scheitern. Gelingt die Erstbesiedlung jedoch, wird die primäre Lockwirkung durch den Baum ergänzt durch die Produktion und Abgabe käfer eigener Lockstoffe, sog. Aggregationspheromone (Sekundärlockstoffe), die zur Anlockung weiterer Männchen und ebenfalls von Weibchen dienen (vgl. Abb. 6). Sie werden von bereits eingedrungenen Männchen durch Umwandlung von Harzstoffen im Enddarm gespeichert und zusammen mit dem mit Kot vermischt Bohrmehl nach außen abgegeben. Angelockte Buchdrucker schwärmen zunächst in einem Radius von 10 bis 15 m um den Befallsherd herum und können dann auch geschwächte benachbarte Fichten befallen. Die Lockstoffe der Buchdrucker wirken nicht selten anflughemmend auf konkurrierende Borkenkäferarten. Sie ziehen dafür aber Antagonisten

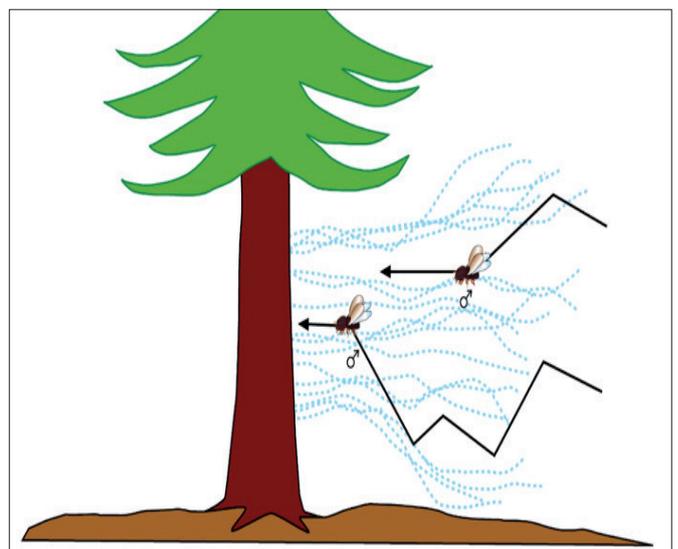


Abb. 5: Duftwolken baumbürtiger Lockstoffe leiten „Pioniermännchen“ zu einem Wirtsbaum (Grafik: R. Wieland)

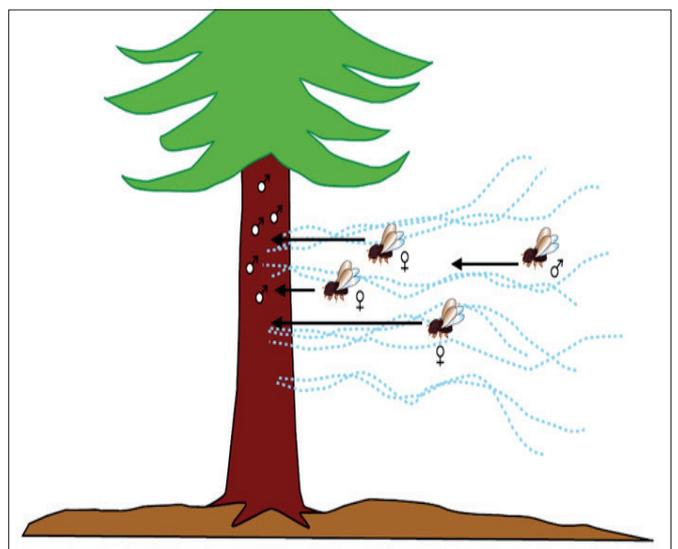


Abb. 6: Duftwolken käferbürtiger Lockstoffe (♂) führen weitere Käfer zum Wirtsbaum (Grafik: R. Wieland)

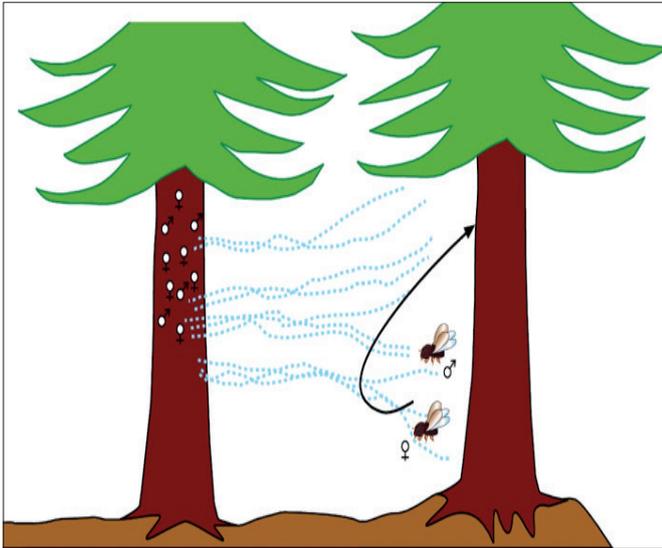


Abb. 7: Duftwolken käferbürtiger Lockstoffe (♀); Ablenkstoffe signalisieren besetzte Brutstätte (Grafik: R. Wieland)

an. Bei zu hoher Befallsdichte wird der weitere Anflug von Artgenossen unterdrückt, indem die Produktion der käferbürtigen Lockstoffe eingestellt wird. Darüber hinaus geben die Weibchen wirksame Ablenkstoffe ab (vgl. Abb. 7). Sie signalisieren anfliegenden Buchdruckern, dass die Brutplätze belegt sind, was oftmals den Befall benachbarter Fichten zur Folge hat (vgl. Nierhaus-Wunderwald & Forster 2008, S. 5).

2.4 Befallsmerkmale

Der Befall an stehenden Bäumen beginnt in der Regel unter dem Kronenansatz (bei Altfichten in mehr als 15 m Höhe) und schreitet von dort nach unten weiter fort. Harzfluss im Bereich des Kronenansatzes ist nicht zwingend durch Borkenkäferbefall verursacht, kann aber ein Hinweis darauf sein (vgl. aid 2016, S. 10).

Weitere Befallsmerkmale sind:

- Bohrlöcher,
- Auswurf von braunem Bohrmehl,
- etwa 2-Euro-Münzen-große, helle Flecken auf der Rinde durch den sog. Spiegelschlag der Spechte,
- Rötung der Nadeln im Spätsommer und Herbst,
- bei vorangeschrittenem Befall, das Abfallen größerer Rindenstücke durch Spechteinschläge oder auch selbstständiges Lösen der Rinde (vgl. aid 2016, S. 11).

Die von den Buchdruckern im Bast (*Phloem*) und in der Wachstumsschicht (*Kambium*) angelegten Fraßgänge haben für den Baum zur Folge, dass einerseits der Transport und die Speicherung der lebensnotwendigen Assimilate unterbrochen werden und andererseits das meristematische Gewebe verletzt wird. Bei einer starken Besiedlung führt diese Schädigung (auch Wurmtröcknis genannt) zum Absterben der Fichte (vgl. Abb. 8 u. 9). Normalerweise befällt der Buchdrucker nur geschwächte, kranke oder durch Sturmschäden umgebrochene Bäume. Er ist also ein Sekundärschädling. Bei Massenvermehrungen kann

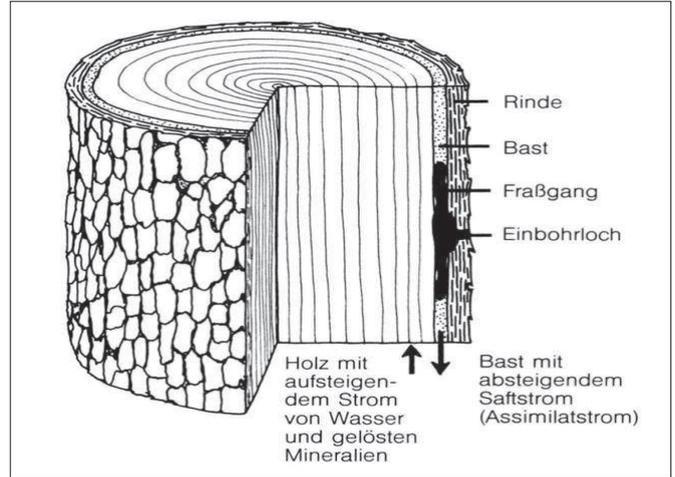


Abb. 8: Lage des Einbohrlochs und des Fraßganges (Quelle: Wolf 2004, S. 2)



Abb. 9: Borkenkäferbefall in fortgeschrittenem Stadium (Quelle: schemmi / pixelio.de)

er aber auch zum Primärschädling werden und gesunde Fichtenwälder großflächig vernichten.

3. Die Borkenkäferkalamität 2018 in NRW

Mehrere Faktoren haben die außergewöhnlich hohe Borkenkäferpopulation im Jahr 2018 bundesweit und auch in Westfalen ausgelöst. Insbesondere die Witterungsverhältnisse, d. h. die langanhaltende Dürre und der heftige Sturm „Friederike“ waren im Wesentlichen dafür die Ursachen. Der Hauptschwärmflug des *Ips typographus* begann in 2018 Mitte April. Aufgrund der hohen Sommer- und Herbsttemperaturen konnten sich bis Ende September in vielen Landesteilen von NRW drei vollständige

Generationen entwickeln (vgl. Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV) 2018a, S. 8).

3.1 Witterungsverhältnisse Januar bis August 2018

Das Jahr 2018 war auch in Westfalen durch neue Wetterrekorde gekennzeichnet. In jenem Sommer waren die Pressemitteilungen geprägt von Meldungen über Hitzewellen, extreme Dürre, Stürme, Starkniederschläge, massive Ertragseinbußen in Land- und Forstwirtschaft sowie erhebliche Waldbrandgefahr. Kein Jahr war seit Beginn der Aufzeichnungen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) 1881, also vor über 100 Jahren, wärmer als 2018.

Landesweit ist die Jahresmitteltemperatur in NRW seit 1881 um 1,5 °C und die mittlere jährliche Niederschlags-summe um 100 l/m² angestiegen (vgl. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) 2018, S. 4). Im Jahr 2018 wurde von April bis August mit insgesamt 214 l/m² die niedrigste Niederschlags-summe seit 1976 (196 l/m²) registriert.

Der Januar 2018 war außergewöhnlich niederschlagsreich und zugleich mit im Mittel 4,7 °C (Referenzwert 1961–

1990: 1,2 °C) ausgesprochen warm. Bundesweit war dieser Januar der sechstwärmste seit 1881. Die darauf folgenden Monate Februar und März waren trocken und kalt. Anfang April kam es dann zu einem rasanten Temperaturanstieg. Der April 2018 war bundesweit der wärmste seit 1881. In NRW lag die mittlere Temperatur mit 12,8 °C fast 5 °C über dem Mittel des Referenzzeitraumes. Im Mai und Juni 2018 kam es wiederkehrend zu lokal heftigen Gewitterregen. Obschon der Juni bundesweit sehr warm, extrem trocken und sonnenscheinreich war, gehörte NRW zu den vergleichsweise kühlen und sonnenscheinarmen Bundesländern. Im Juli zog dann eine außergewöhnliche Hitzewelle über NRW.

In Duisburg-Baerl wurde am 26. Juli die höchste Temperatur von 38 °C gemessen. Die mittlere Temperatur lag mit 20,9 °C um 3,9 °C höher als in der Referenzperiode. Gleichzeitig war der Juli äußerst sonnenscheinreich (315 h; 1961–1990: 187 h) und mit nur 25 l/m² extrem trocken (1961–1990: 82 l/m²). Damit war NRW im Juli das zweitniederschlagsärmste Bundesland. Die extreme Hitze und Dürre brachte erhebliche Auswirkungen u. a. für die Land- und Forstwirtschaft mit sich (u. a. deutliche Ertragseinbußen). Im August 2018 setzten sich die extremen Bedingungen weiter fort. Der August gehörte bundesweit zu den drei wärmsten seit 1881. Insgesamt stellten die



Abb. 10: Temperatur, Niederschlag und Sonnenscheindauer in NRW von April 2017 bis August 2018 (Abweichung von der Referenzperiode 1961 bis 1990) (Quelle: MUNLV 2018a, S. 32)

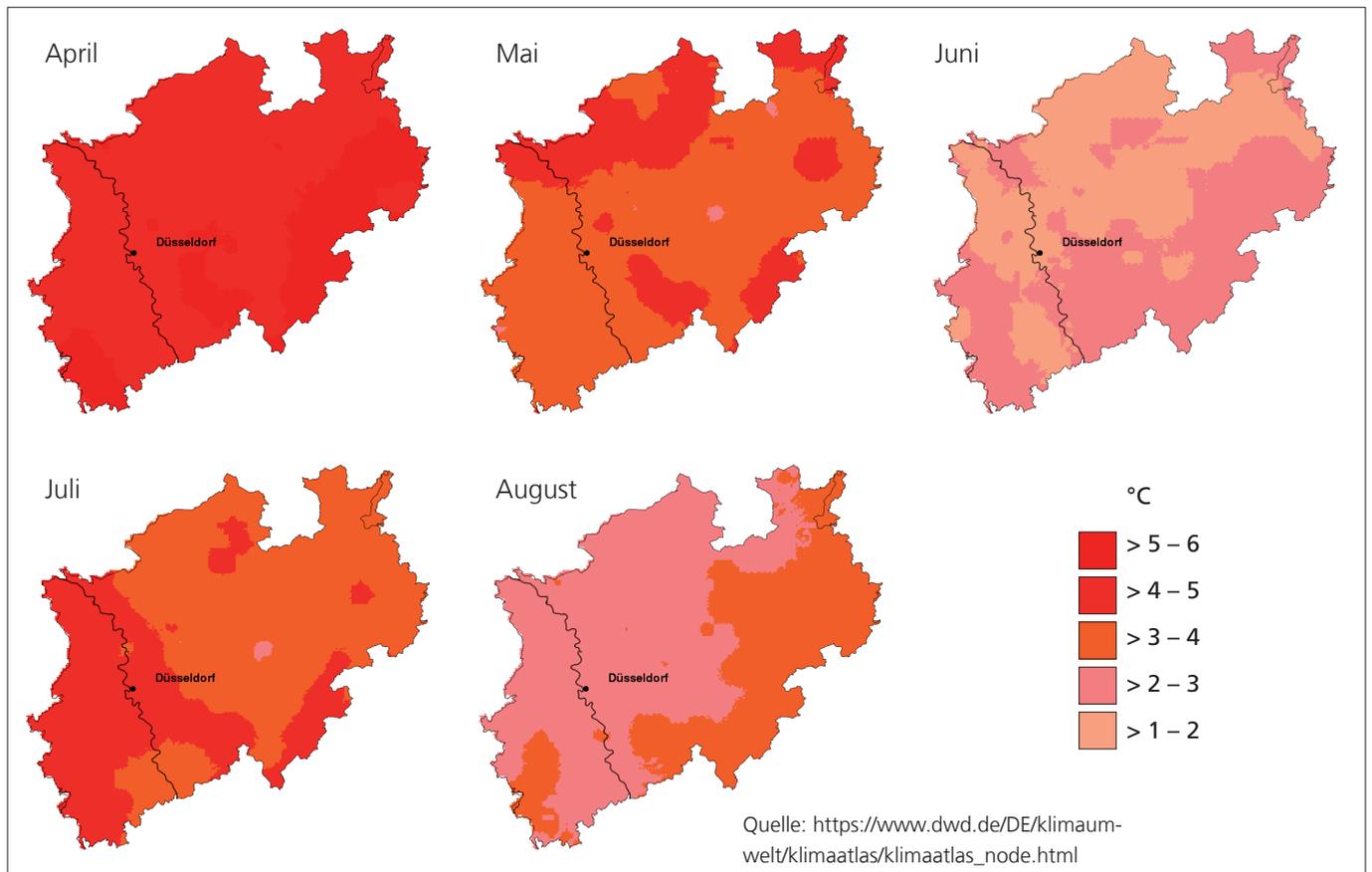


Abb. 11: Regionale Temperaturabweichungen in NRW von April bis August 2018 (Abweichung in °C von der Referenzperiode 1961 bis 1990) (Quelle: MUNLV 2018a, S. 33, modifiziert)

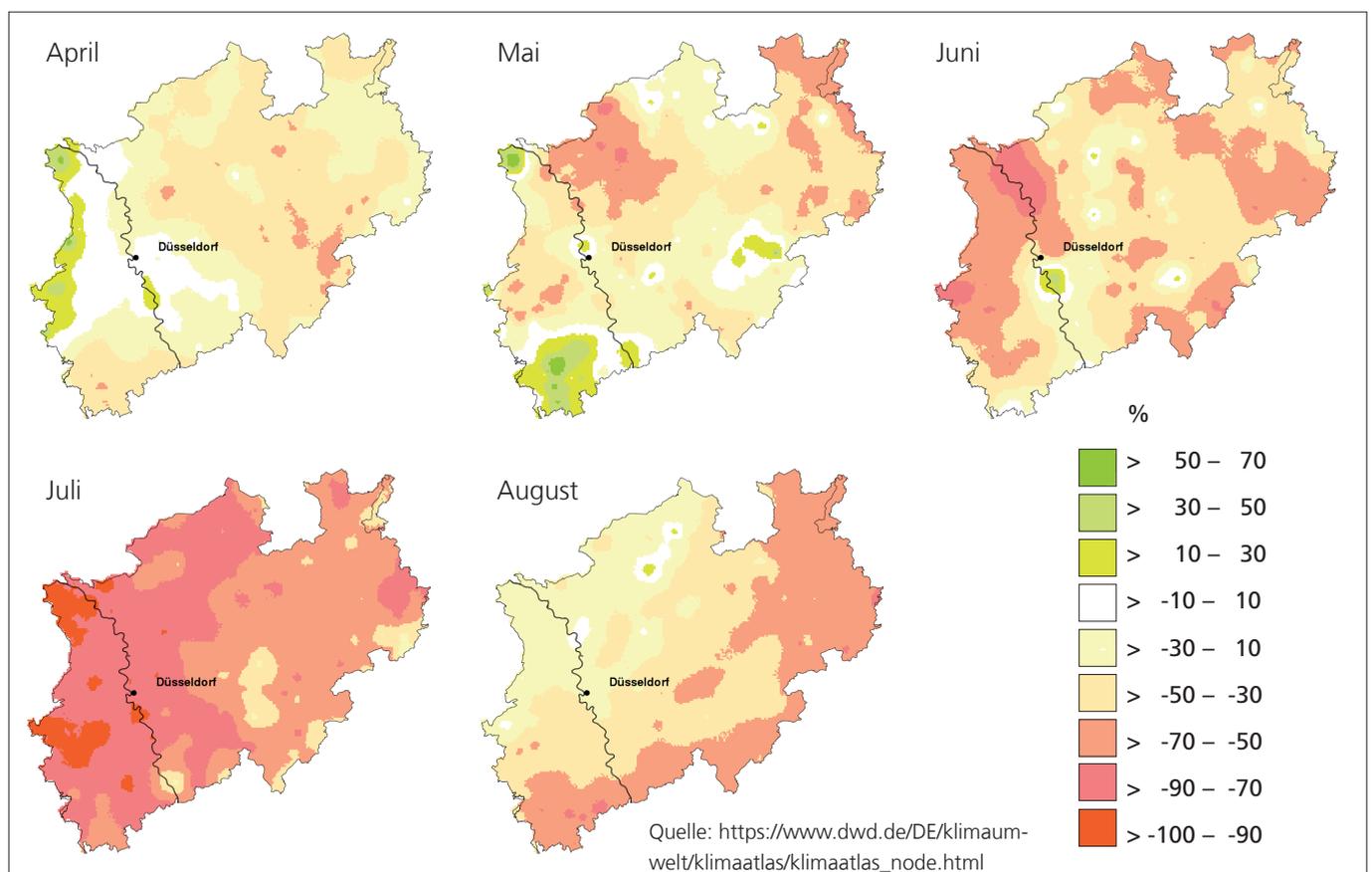


Abb. 12: Regionale Niederschlagsabweichungen in NRW von April bis August 2018 (Abweichung in % von der Referenzperiode 1961 bis 1990) (Quelle: MUNLV 2018a, S. 33, modifiziert)

Monate April bis August 2018 die wärmsten sowie sonnenscheinreichsten und zugleich mit die niederschlagsärmsten Monate seit Beginn der Messungen 1881 dar (vgl. MUNLV 2018a, S. 30; Abb. 10).

Die Temperatur- und Niederschlagsabweichungen von April bis August 2018 waren in NRW regional verschieden (vgl. Abb. 11 u. 12). Im April war ganz NRW von extrem hohen Temperaturabweichungen betroffen, während sich in den anderen Monaten deutlichere regionale Unterschiede zeigten. Im Juli wurden z. B. extrem hohe Temperaturabweichungen im Westen von NRW gemessen (Niederrheinisches Tiefland, Niederrheinische Bucht, Eifel, Bergisches Land). In der Westhälfte von NRW traten gleichzeitig außergewöhnlich hohe Niederschlagsdefizite auf. Im August war dagegen insbesondere der Osten von NRW (z. B. Weserbergland) von Hitze und Trockenheit betroffen.

3.2 Witterungsverhältnisse und Bodenwasserhaushalt 2018

Der Bodenwasserhaushalt im Wald wird nicht allein von der Witterung beeinflusst, sondern auch von den Bodenverhältnissen und vom Wasserverbrauch der aufstockenden Baumbestände. Bis zum Frühjahr 2018 wurde der Bodenwasservorrat durch ergiebige Niederschläge gut aufgefüllt. Mit Frühlingsbeginn 2018 nahmen die Bäume wieder vermehrt Wasser auf, um den Wasserverbrauch, der beim Austrieb der Bäume und durch die Transpiration der Nadeln und Blätter entsteht, zu kompensieren. Infolge des Wasserentzugs durch die Bäume kommt es zu einem Anstieg der Wurzelspannung in den durchwurzelten Bodenschichten.

Während es beispielsweise in der Haard im März 2018 noch recht kühl war, stieg dort die Temperatur Anfang April rapide an und erreichte bereits ab dem 8. April Maximalwerte von über 20 °C, was zu einem raschen und frühen Austrieb der Bäume führte. Die Niederschlagssumme von April bis August 2018 lag in der Haard mit 303 l/m² bei nur knapp über 50 % der langjährigen mittleren Niederschlagssumme. Im gleichen Zeitraum lag die Temperatur aber um 2,2 °C höher als im Vergleich zum langjährigen Mittel. Die Konsequenz daraus: Die aktuelle Bodenwasserverfügbarkeit betrug gegen Ende Juli nur noch ca. 50 % der nutzbaren Feldkapazität (ca. 100 l/m²). Auf den sandigen Böden der Haard ist aber ein pflanzenverfügbare Wasservorrat von wenigstens 120 l/m² notwendig, um eine günstige Wasserversorgung für den dortigen Wald über den Sommer hinweg zu gewährleisten. Im August ist der Bodenwasservorrat vermutlich noch weiter abgesunken. Infolge dessen trocknete insbesondere der Oberboden (bis 15 cm Bodentiefe) in der Haard aus. Am 28. Juli 2018 wurde zugleich die höchste Transpirationsdifferenz (9,46 l/m²) seit Messbeginn 2001 registriert. Die Transpirationsdifferenz ist die Differenz zwischen potenziell möglicher und aktuell realisierter Transpiration der Bäume und somit ein Wert für die Wasserversorgung von Bäumen. Eine hohe Transpirationsdifferenz weist auf

einen ausgeprägten Wassermangel der Bäume hin (vgl. MUNLV 2018a, S. 34).

3.3 Sturm Friederike

Am 18. Januar 2018 zog in Europa das Orkantief Friederike von Westen durch Irland, Großbritannien, die Niederlande, Belgien und Deutschland bis nach Polen. Bei diesem heftigen Sturm mit Orkanböen starben zehn Menschen. Friederike war in Zentraldeutschland der stärkste Sturm seit dem Orkan Kyrill im Jahr 2007 (vgl. Tab. 1).

Tab. 1: Gemessene Windspitzen des Orkantiefs Friederike

Bergland		Tiefland	
Brocken	203 km/h	Gera-Leumnitz	138 km/h
Fichtelberg	174 km/h	Frankenberg-Geismar	133 km/h
Zugspitze	158 km/h	Erfurt-Weimar	130 km/h
Feldberg	144 km/h	Leipzig/Halle	129 km/h
Kahler Asten	142 km/h	Ahaus	127 km/h

(Quelle: Deutscher Wetterdienst 2018, S. 4)

Im Unterschied zu Kyrill handelte es sich bei Friederike um einen lokal begrenzten Sturm, der auf einer Breite von ca. 200 km zu schweren Schäden führte. Dieses Band zog sich insbesondere durch den Norden und Nordosten von NRW, so dass dieses Bundesland das am stärksten betroffene war (vgl. Abb. 13).

Zusammen mit dem vorangegangenen schwächeren Sturmereignis Burlind (2./3. Januar 2018) führte Friederike zu einer Schadh Holzmenge von etwa 2,5 Mio. Festmetern, davon über 90 % Fichte. Oftmals handelte es sich hierbei um Einzel- und Nesterwürfe, regional auch vermehrt um Flächenwürfe größeren Ausmaßes (vgl. MUNLV 2018a, S. 38).

3.4 Auswirkungen der Witterungsverhältnisse, des Bodenwasserhaushaltes und des Orkantiefs Friederike auf die Borkenkäferentwicklung in NRW 2018

Infolge der außergewöhnlich hohen Temperaturen von April bis August 2018 und des sehr hohen Niederschlagsdefizits haben sich in NRW extreme Borkenkäferpopulationen, insbesondere des *Ips typographus*, entwickelt.

Durch den Trockenstress waren viele Fichten nicht in der Lage, durch Harzproduktion die Eindringlinge natürlich abzuwehren (s. Kap. 2.3). Da die Fichte ein Flachwurzler ist und zudem der Oberboden in den Wäldern vielerorts in NRW extrem ausgetrocknet war, wurden durch die

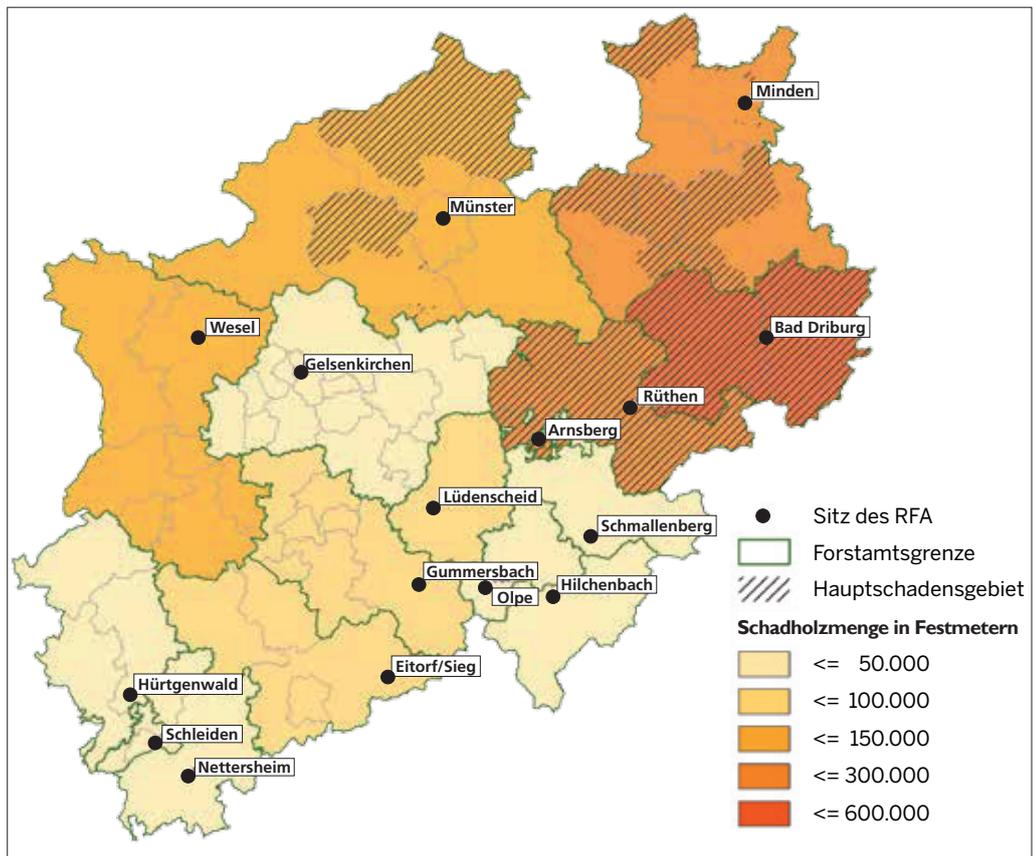


Abb. 13: Hauptschadensgebiete des Sturms Friederike in NRW (Quelle: MUNLV 2018a, S. 39)

Sturmereignisse zahlreiche Bäume umgerissen oder abgebrochen. Dadurch wurde extrem viel bruttaugliches Bruch- und Windwurfholz produziert, das die Borkenkäfer im Frühjahr rasch besiedelten. Die zahlreichen durch die Stürme angerissenen und offenen Waldränder boten für die Borkenkäfer attraktive Brutangebote. Den bisherigen Schätzungen zufolge sind in NRW in 2018 mehr als 2 Mio. Festmeter Fichtenholz von Borkenkäferarten befallen worden. Dieses bisher größte Schadereignis hat für die nordrhein-westfälischen Wälder und Waldbesitzer bis heute schwerwiegende Folgen (vgl. MUNLV 2018a, S. 40; s. Kap. 3.6).

Im Sommer lagen vielerorts die Temperaturen für Borkenkäfer im Optimalbereich zwischen 18 °C und 20 °C.

In Solingen wurden am 7. August 2018 Maximaltemperaturen an der Rindenoberfläche einiger Fichten von 40,7 °C (Nordseite der Stämme) und von 47,8 °C (Südseite der Stämme) gemessen. Selbst solch hohe Temperaturen überleben die Großen achtzähligen Fichtenborkenkäfer. Bei einer Temperatur ab ca. 40 °C fallen sie allerdings in eine Hitzestarre. Aufgrund der hohen Temperaturen im August verlagerte sich der Borkenkäferbefall vielerorts in die kühleren inneren Lagen der Fichtenbestände (vgl. MUNLV 2018a, S. 40).

3.5 Borkenkäfermonitoring NRW

Beim Borkenkäfermonitoring NRW werden die Wochenfänge der Borkenkäfer (hier: Buchdrucker und

Kupferstecher) in sog. Pheromonfallen, d. h. Lockstofffallen, ausgewertet (vgl. Abb. 14).

Die Ergebnisse der Zählungen werden anschließend in einer Flugverlaufskurve dargestellt (vgl. Abb. 15 u. 16). Die aufgeführten Ampelfarben Grün, Gelb und Rot zeigen den Waldbesitzern, ob mit einem Stehendbefall von vitalen Fichten zu rechnen ist. Springt die Kurve auf Rot sollten alle disponierten Waldbestände auf einen Befall hin untersucht und befallene Fichten aufgearbeitet werden (s. Kap. 3.7). Dies ist das Vorgehen in „normalen“ Jahren.

Das Jahr 2018 war aber keineswegs ein „normales“ Jahr. Der Schwärmflug des Buchdruckers begann in

NRW im Frühjahr 2018 Anfang April zunächst sehr zögerlich mit unter 100 Käferfängen in der Woche. Ab Mitte April kam es dann zum ausgeprägten Schwärmflug.

Am Standort Hennef konnten am dortigen Duftstofffallenstandort am 19. April über 2.500 Buchdrucker pro Woche gefangen werden. Hier blieben die Fangwerte in diesem Jahr oftmals bei der Vorwarnstufe, d. h. im gelben Bereich, und somit knapp unter den kritischen Werten von 3.000 für Buchdrucker, obwohl Stehendbefall zu verzeichnen war. Auch Ende Juli und im August wurde – trotz Stehendbefall – die rote Warnstufe nicht



Abb. 14: Pheromonfallen (Quelle: Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus Österreich. <https://www.bmnt.gv.at/forst/oesterreich-wald/oekosystem/borkenkaefer.html>)

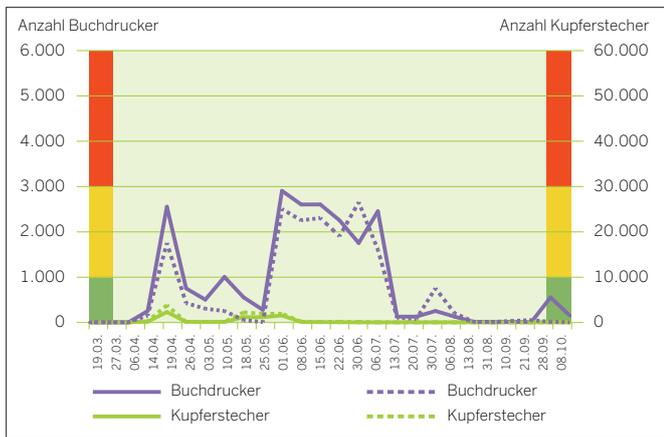


Abb. 15: Jahresverlauf der Buchdrucker- und Kupferstecherfangwerte 2018 (Hennef, 150 m ü. NN)
(Quelle: MUNLV 2018a, S. 43)

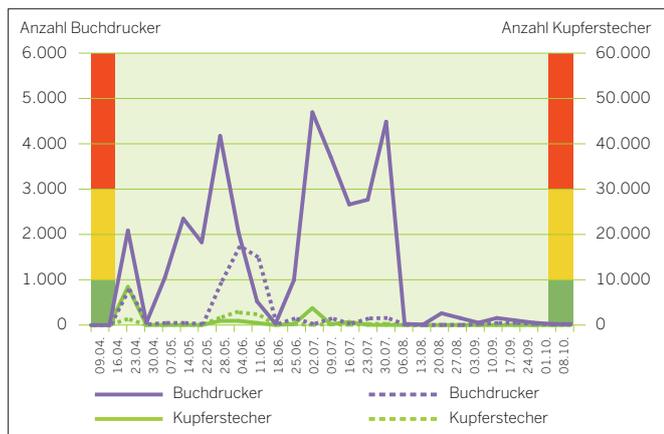


Abb. 16: Jahresverlauf der Buchdrucker- und Kupferstecherfangwerte 2018 (Heiligenborn, 600 m ü. NN)
(Quelle: MUNLV 2018a, S. 43)

erreicht. Wie ist das zu erklären? In 2018 wurden in vom *Ips typographus* besiedelten Windwurf-bäumen und in den bereits mit geringen Käferdichten stehendbefallenen Fichten konkurrierende natürliche Lockstoffe erzeugt. Borkenkäfer werden in solchen Situationen stark von den natürlichen Pheromonwolken angezogen und fliegen deshalb weniger in die künstlich aufgebauten Duftstoff-fallen (s. Kap. 2.3).

Etwas anders stellte sich die Fangsituation am Fallenstandort Heiligenborn dar. Dieser im Regenschatten des Rothaargebirges liegende Standort fing in 2018 häufiger mehr als 3.000 Buchdrucker pro Falle und Woche und prognostizierte durch diese Fänge im roten Bereich deutlich den später auftretenden Stehendbefall. Eine mögliche Erklärung ist, dass hier nur sehr wenig Sturmholz gefallen war und der Pheromonfallenstandort weniger durch natürliche Duftquellen gestört wurde.

Ab August spitzte sich die Situation dann zu, sodass es in den meisten Bereichen von NRW zu einem Borkenkäferstehendbefall kam. Die Generationsentwicklung beim *Ips typographus* verlief in NRW recht unterschiedlich. In den meisten Regionen kam es zur Ausbildung von drei vollständigen Generationen, wobei in wärmeren Regionen

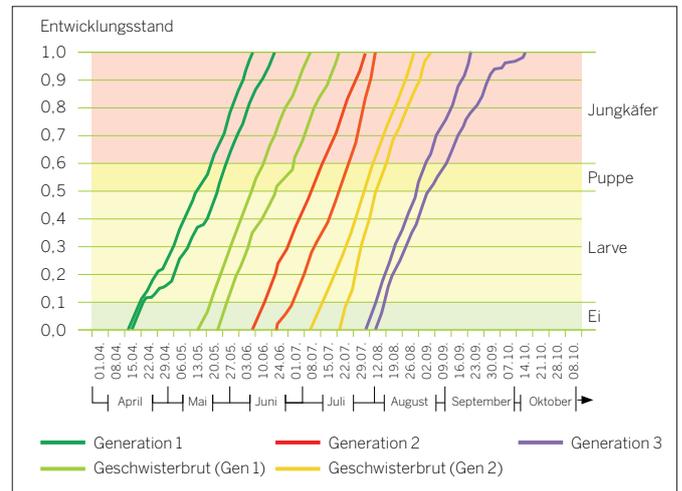


Abb. 17: Generationsentwicklung des *Ips typographus* 2018 (Münster/Osnabrück) (Quelle: MUNLV 2018a, S. 44)

sogar die vierte Generation angelegt wurde. In den Höhenlagen des Sauerlandes entwickelt sich die dritte Generation weiter fort. In Abbildung 17 ist dokumentiert, dass sich in Münster drei Generationen vollständig entwickeln konnten.

3.6 Borkenkäfer – Schädling und Landschaftsgestalter

Obwohl nur wenige millimetergroß, bringt der *Ips typographus* bei einem „Großangriff“ auch stattliche Fichten großflächig zum Absterben. Er ist im Stande, ganze Landschaftsbilder in kürzester Zeit zu verändern. Im Wirtschaftswald fallen Forstwirte stark befallene, virulente Bäume so schnell wie möglich, um alle anderen nahestehenden gesunden Bäume zu retten. Massenkalamitäten des Buchdruckers führen neben Verlusten in Bezug auf die Erholungs- und Schutzwirkungen des Waldes zu massiven Ertragsverlusten bei privaten und öffentlichen Waldbesitzern. Der ökonomische Schaden resultiert a) aus geminderter Holzqualität, b) aus verfallenden Holzpreisen und c) aus komplizierteren Wiederbepflanzungen. Deshalb gibt es für befallenes Holz generell einen Abschlag von 30 %, bei Überangebot fällt das Preisniveau schnell um 50 % und die Neupflanzungen werden teurer und pflegeintensiver.

Infobox: Schädlinge

„Unter Schädlingen verstehen wir Tiere, Pflanzen und Mikroorganismen, die mit dem Menschen direkt oder indirekt um die gleiche Ressource konkurrieren.“ (Nentwig, Bacher & Brandl 2017, S. 283).

„Einfach ausgedrückt bezeichnet man als Schädling (engl. pest) eine Art, die der Mensch als unerwünscht betrachtet, weil sie ihm entweder direkt Schaden zufügt oder in Konkurrenz mit angebaute Nutzpflanzen tritt.“ (Begon et al. 2017, S. 539).

Ökologisch haben Borkenkäfer durchaus ihre Berechtigung. So sorgen sie dafür, dass kranke Fichten Platz machen für gesunde; sie bewirken, dass lichtbedürftige Pionierarten große Freiflächen finden und sie tragen dazu bei, dass Fichten nur dort vorkommen, wo sie dauerhaft große Vitalität entwickeln können (vgl. Landesbetrieb Wald und Holz NRW 2019). Im Übrigen: Den Begriff „Schädling“ kennt die Natur nicht.

3.7 Konsequenzen aus der Borkenkäferkalamität 2018

Welche Maßnahmen zur Bekämpfung der Borkenkäfer in einem „normalen“ Befallsjahr im Spätherbst und Winter (Mitte Oktober bis Mitte März) bzw. in der kommenden Vegetationsperiode (Mitte März bis Mitte Oktober) durchzuführen sind, geht aus den Abbildungen 18 und 19 hervor.

Die Wahrscheinlichkeit, dass es in 2019 zu einer erneuten Massenvermehrung des *Ips typographus* kommt, ist aus mehreren Gründen hoch:

1. Der Winter 2018/2019 war insgesamt sehr mild, so dass vermutlich nur wenige Larven, Puppen und Käfer dem Frost zum Opfer gefallen sind (Borkenkäfer verkraften Temperaturen von bis zu -10 °C).
2. In zahlreichen Wäldern sind viele bereits in 2018 befallenen Fichten noch nicht behandelt oder herausgenommen worden, sodass insgesamt mit einer großen

Ausgangspopulation des Großen achtzähligen Fichtenborkenkäfers im Frühjahr 2019 zu rechnen ist.

3. Die durch die Stürme in 2018 abgebrochenen oder umgekippten Fichten, die potenzielle zukünftige Brutstätten darstellen, sind noch nicht allesamt geschlagen und aus den Wäldern entfernt worden.
4. Sollte auch in 2019 die Witterung ähnlich warm und trocken wie in 2018 werden, wird das Risiko einer Massenvermehrung des *Ips typographus* zusätzlich gesteigert. Schlagzeilen in der Tagespresse weisen schon jetzt auf eine bevorstehende Massenvermehrung der Borkenkäfer in 2019 hin: „Wäldern droht neue Borkenkäfer-Plage“ (n-tv, 10.03.2019) und „Buchdrucker bedroht Fichtenwälder“ (Münsterland Zeitung 03.04.2019)

Zur Bewältigung der insgesamt schwierigen Lage hat das MUNLV bereits 2018 eine Task Force „Borkenkäfer“ eingerichtet. Diese setzt sich vor allen dafür ein, dass

1. das Schadholz möglichst schnell gefunden und behandelt wird,
2. das Schadholz möglichst schnell aus dem Wald abtransportiert wird (vgl. Abb. 20).

Die zukünftige Entwicklung des *Ips typographus* in den Fichtenwäldern von NRW wird nicht zuletzt auch durch den zunehmenden anthropogenen Klimawandel beeinflusst. Vor diesem Hintergrund ist es wichtig, die Wälder längerfristig stabiler und widerstandsfähiger zu machen.

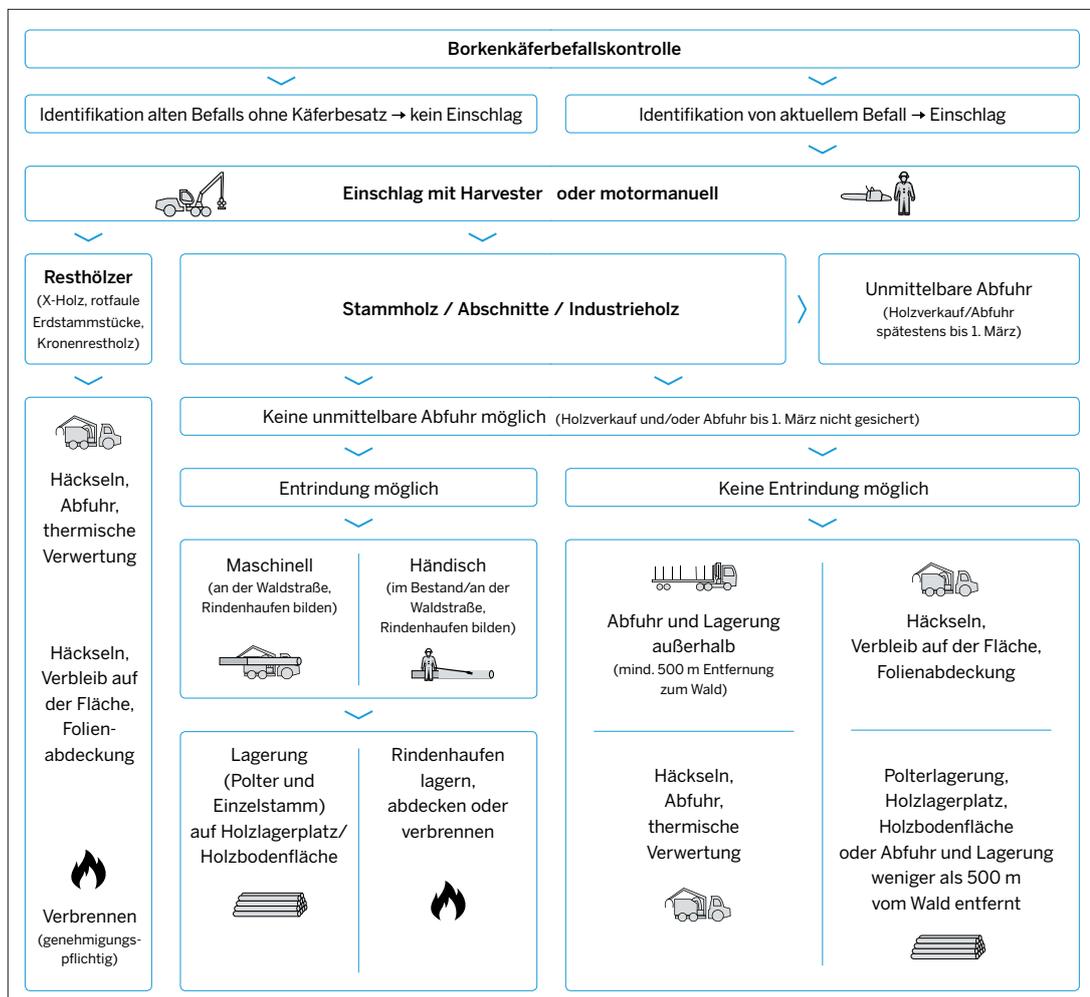
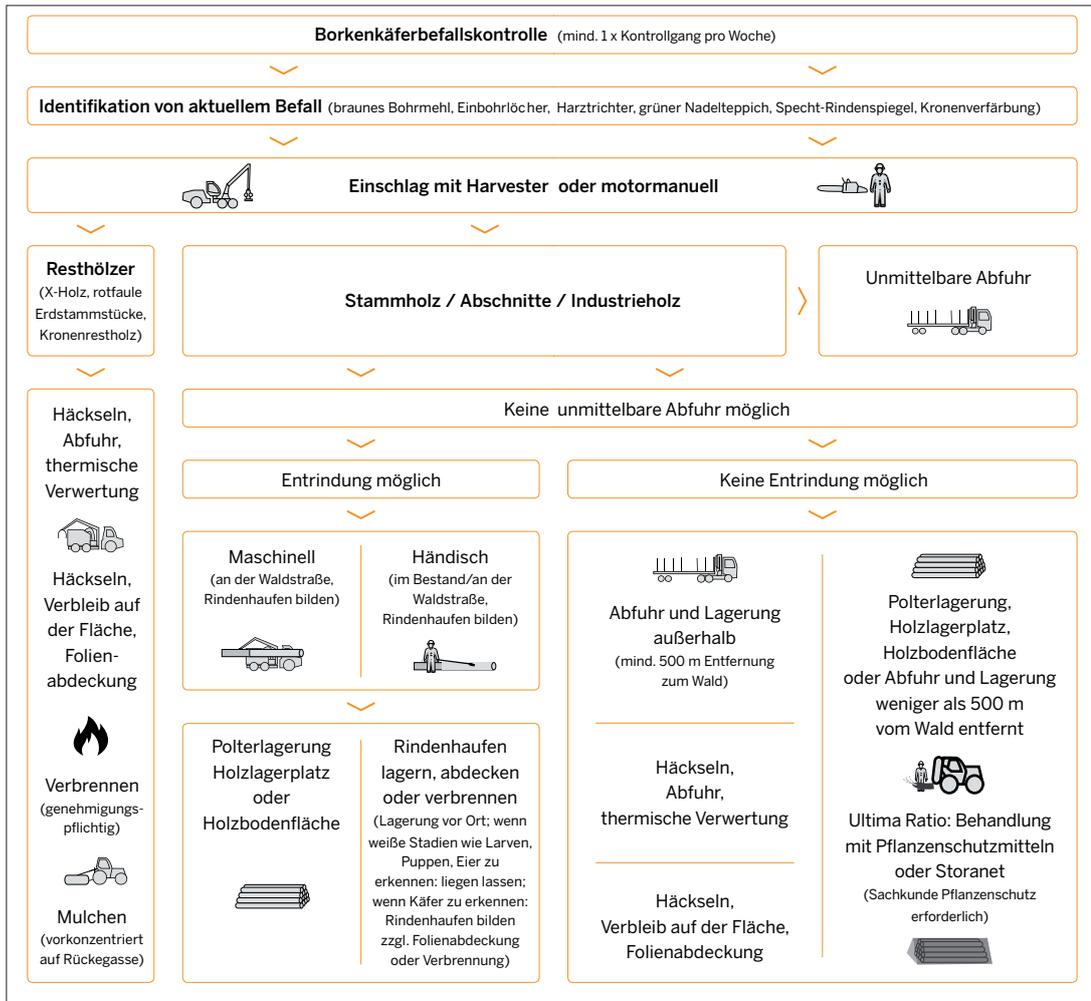


Abb. 18: Bekämpfung der Borkenkäfer im Spätherbst und Winter (Mitte Oktober bis Mitte März) (Quelle: Wald und Holz NRW (Hrsg.) 2019, S. 26/77)



Häckseln, Abfuhr, thermische Verwertung

Häckseln, Verbleib auf der Fläche, Folienabdeckung

Verbrennen
(genehmigungspflichtig)

Mulchen
(vorkonzentriert auf Rückegasse)

Abb. 19: Bekämpfung der Borkenkäfer in der Vegetationsperiode (Mitte März bis Mitte Oktober) (Quelle: Wald und Holz NRW (Hrsg.) 2019, S. 16/17)

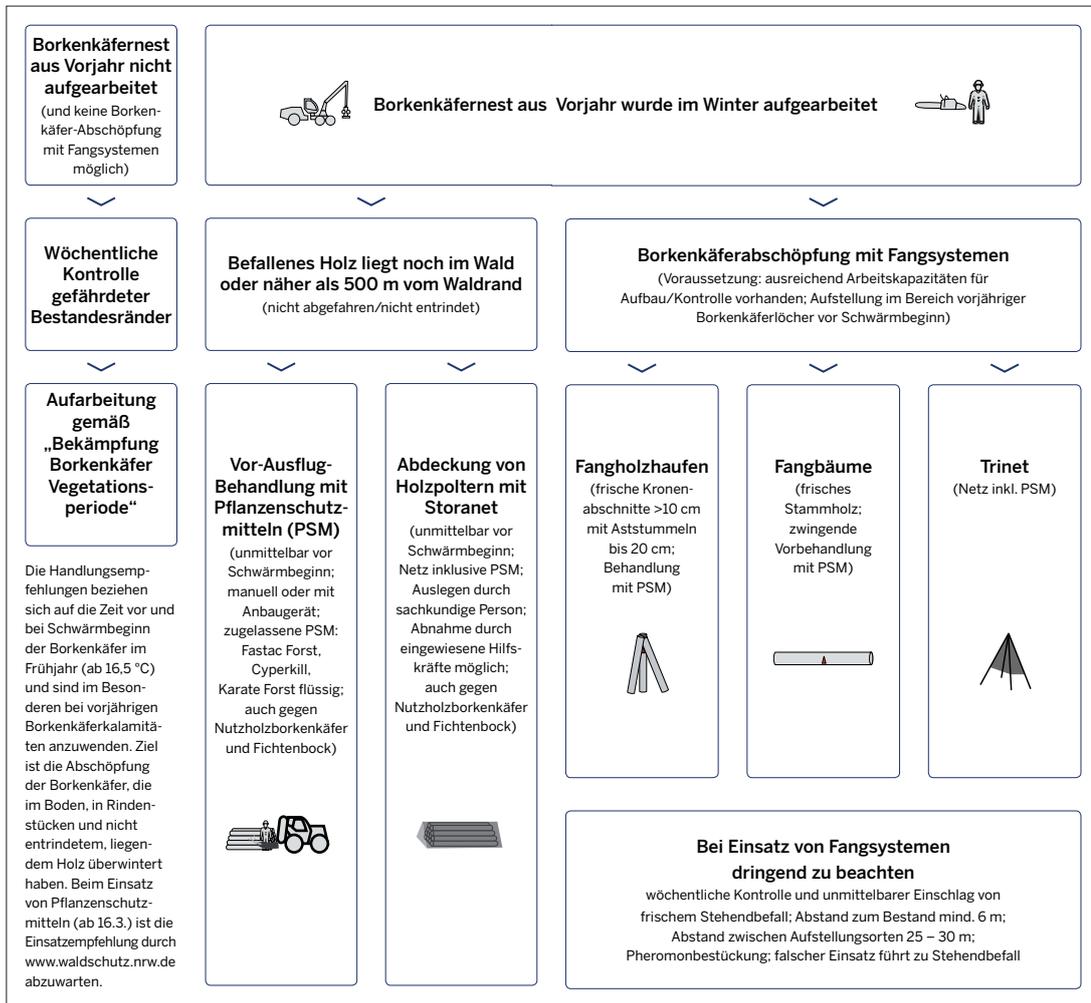


Abb. 20: Bekämpfung der Borkenkäfer im Frühjahr nach einer Borkenkäferkalamität im Vorjahr (Quelle: Wald und Holz NRW (Hrsg.) 2019, S. 32/33, modifiziert)

Das vom MUNLV herausgegebene neue „Waldbaukonzept Nordrhein-Westfalen. Empfehlungen für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung“ (2018c) zeigt Wege auf, wie dies realisiert werden kann.

Literatur

aid (Infodienst Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz e. V.) (Hrsg.) (2016): Borkenkäfer an Nadelbäumen erkennen, vorbeugen, kontrollieren. 8., überarbeitete Auflage. Bonn. (zuletzt abgerufen 11.03.2019 unter: http://www.ble-medien-service.de/_assets/downloads_free/1015_2016_borkenkaefer_x000.pdf).

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2018): Borkenkäfer – Buchdrucker und Kupferstecher. München. (zuletzt abgerufen 11.03.2019 unter: <http://www.stmelf.bayern.de/wald/waldschutz/borkenkaefer/index.php>).

Begon, M., Howarth, R. W. & Townsend, C. R. (2017): Ökologie. 3. Auflage, Berlin, Heidelberg.

Deutscher Wetterdienst (Hrsg.) (2018): Orkantief FRIEDERIKE wütet am 18. Januar 2018 über Europa. Offenbach. Online abrufbar unter: https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/stuerme/20180123_friederike_europa.pdf?__blob=publicationFile&v=9. Zuletzt abgerufen: 03.04.19

Kadereit, J. W., Körner, C., Kost, B. & Sonnewald, U. (2014): Lehrbuch der Pflanzenwissenschaften. Begründet von E. Straßburger, F. Noll, H. Schenk, A. F. W. Schimper. 37. Auflage, Berlin, Heidelberg.

Landesbetrieb ForstBW (Hrsg.) (2016): Borkenkäfer. Erkennen, Vorbeugen, Managen. Hinweise für Waldbesitzende. Stuttgart.

Landesbetrieb Wald und Holz NRW (2019): Borkenkäfer im Fichtenwald Schädling, Waldökologie und Landschaftsgestalter. (zuletzt abgerufen 11.03.2019 unter: <https://www.wald-und-holz.nrw.de/forstwirtschaft/borkenkaefer/>).

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) (2018): Wald und Klima in Nordrhein-Westfalen. Ein Beitrag zum Landeswaldbericht. Recklinghausen. (zuletzt abgerufen 11.03.2019 unter: https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/6_sonderreihen/Wald_und_Klima_in_NRW.pdf).

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV) (Hrsg.) (2018a): Waldzustandsbericht 2018. Bericht über den ökologischen Zustand des Waldes in NRW. Langfassung. Düsseldorf. (zuletzt abgerufen 11.03.2019 unter: https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/Broschueren/waldzustandsbericht_2018_lang.pdf).

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV) (2018b): Borkenkäfer kann massive Waldschäden im Nadelholz verursachen. Düsseldorf. (zuletzt abgerufen 11.03.2019 unter: <https://www.umwelt.nrw.de/presse/detail/news/2018-11-06-borkenkaefer-kann-massive-waldschaeden-im-nadelholz-verursachen/>).

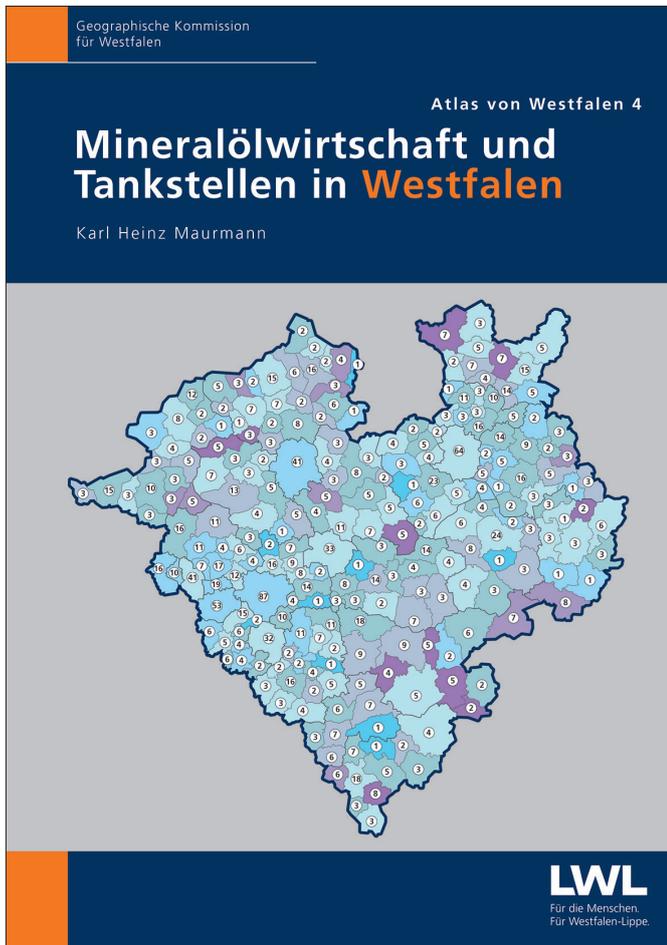
Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV) (Hrsg.) (2018c): Waldbaukonzept Nordrhein-Westfalen. Empfehlungen für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung. Düsseldorf.

Nentwig, W., Bacher, S. & Brandl, R. (2017): Ökologie kompakt. 4., korrigierte Auflage. Heidelberg.

Nierhaus-Wunderwald, D. & Forster, B. (2008): Zur Biologie der Buchdruckerarten. In: Eidg. Forschungsanstalt (WSL). Merkblatt für die Praxis. 3. überarbeitete Auflage, 18/2004, Birmensdorf. (zuletzt abgerufen 11.03.2019 unter: https://www.waldwissen.net/wald/tiere/insekten_wirbellose/wsl_biologie_buchdrucker/wsl_biologie_buchdrucker_merkblatt.pdf).

Wald und Holz NRW (Hrsg.) (2019): Praxisleitfaden Fichten-Borkenkäfer. Erkennen – Bekämpfen – Vorbeugen. Münster.

Wolf, M. (2004): Borkenkäfer. Gefahr in Verzug. Forstdirektion Niederbayern Oberpfalz. (zuletzt abgerufen 11.03.2019 unter: https://www.waldbesitzer.net/fbg-aitrach/images/stories/downloads/merkblatt_borkenkaefer.pdf).



Titelbild des neuen Atlasbandes

auch baulichen und ökologischen Auswirkungen mit den Veränderungen in der Tankstellenbranche im Laufe der Zeit einhergehen.

Der Atlasband rückt Westfalen und seine Teilregionen als Untersuchungsgebiet in den Fokus. Allerdings bindet Maurmann seine Erkenntnisse stets in den überregionalen oder bundesweiten Kontext ein.

Der Band endet mit einem Ausblick auf neue Tankstellenkonzepte als sogenannte Multi-Service-Hubs oder serviceorientierte Mobilitätszentren. „Während es in der Vergangenheit immer schnell gehen musste, wird sich in Zukunft die Aufenthaltsdauer verlängern, zum Beispiel durch das Aufladen eines E-Autos“, so Maurmann. Diese Zeit soll dann zum Einkaufen und Essen, für Serviceangebote wie Paketshop, Reinigung oder Lottoannahme, genutzt werden. Die münsteraner Westfalen AG nennt dieses Konzept „Genus mit Plus!“ und nahm aktuell in Gelsenkirchen neben einer Tankstelle den sogenannten Food-Court „Zum Glück“ in Betrieb.

Die Texte werden ergänzt durch eine Vielzahl an Karten, Diagrammen, Fotos und Tabellen. Darüber hinaus ist dem Band die zentrale „Hauptkarte“ zusätzlich als großmaßstäbige und faltbare Variante beigelegt. Unabhängig von der aktuellen Diskussion um Fahrverbote, Dieselskandal und Verkehrswende liefert der 4. Band des „Atlas von Westfalen“ Grundlageninformationen, die für eine Versachlichung der Debatte hilfreich sein können.

Maurmann, Karl Heinz: Mineralölwirtschaft und Tankstellen in Westfalen. Atlas von Westfalen 4

Hg. v. d. Geographischen Kommission für Westfalen, Münster 2019, 46 Seiten, 8 Karten, 12 Abbildungen, 14 Tabellen, 11 Fotos, 1 Kartenbeilage. ISBN 978-3-402-14973-7, Preis: 9,95 Euro

Mehr als nur Tanken! –

LWL gibt neuen Atlasband über Mineralölwirtschaft und Tankstellen in Westfalen heraus

Westfalen (lwl). Der aktuelle Band des neuen „Atlas von Westfalen“, den die Geographische Kommission des Landschaftsverbandes Westfalen-Lippe (LWL) herausgibt, widmet sich der Geschichte der Mineralölwirtschaft in Deutschland und der Entwicklung des Tankstellennetzes vor allem in Westfalen. Tankstellen gibt es in Deutschland seit etwa 100 Jahren. In den 1920er und 1930er Jahren, vor allem aber nach dem Zweiten Weltkrieg wuchs ihre Zahl rasant. Bereits 1969 wurde mit über 46.000 die höchste Tankstellenzahl in der Bundesrepublik erreicht. Seitdem hat das Tankstellennetz einen durchgreifenden Strukturwandel erfahren. Durch Konzentrationsprozesse ging die Zahl der Tankstellen bis heute um zwei Drittel zurück – obwohl sie deutlich mehr Benzin und Diesel verkauft haben.

In dem neuen Buch beleuchtet der Autor Karl Heinz Maurmann (Dortmund) die Hintergründe dieses strukturellen Wandels. Da das Thema eng mit der Mineralölwirtschaft und ihrer Infrastruktur verwoben ist – schließlich stehen Tankstellen am Ende der Produktions- und Logistikkette dieses Sektors –, darf in diesem Zusammenhang eine genauere Betrachtung der Entwicklung der Mineralölwirtschaft nicht fehlen. Außerdem untersucht Maurmann, welche räumlichen und (betriebs-) wirtschaftlichen, aber



Neue Großtankstelle mit Food-Court in Gelsenkirchen.

Foto: Westfalen AG 2019

Im Mittelpunkt der Untersuchungen der Geographische Kommission für Westfalen stehen die Region Westfalen und ihre Teilregionen mit ihren typischen oder auch individuellen Eigenschaften, ihrer natur- und kulturräumlichen Vielfalt. Forschungsschwerpunkte sind Landesnatur, Ökologie und Umweltschutz, regenerative Energien, Siedlung, Kultur, Wirtschaft, Verkehr und Tourismus.

www.geographische-kommission.lwl.org

www.facebook.com/geographische.kommission

www.westfalen-regional.de

www.webgis-westfalen.de