



Abb. 1: Leichte Frostschäden bei der Rebsorte Pinot blanc (Remich, 21.05.2013)

Fotos: Molitor

# Spätfrostschäden im Weinbau

**Was bringt die Zukunft?** Während in den vergangenen Jahrzehnten massive Frühjahrsfrostschäden in den mitteleuropäischen Weinbaugebieten eher die Ausnahme bildeten, hat sich die von Spätfrost ausgehende Gefährdung in den Frühjahren 2011 und 2012 eindrucksvoll in Erinnerung gerufen. Nach zwei aufeinanderfolgenden Spätfrostjahren drängt sich die Frage auf, ob wir uns im Zuge des prognostizierten Klimawandels in Zukunft wieder häufiger auf Probleme mit Frühjahrsfrösten in unseren Weinbergen einstellen müssen? Dr. Daniel Molitor und Dr. Jürgen Junk, Centre de Recherche Public – Gabriel Lippmann Abteilung Umwelt und Agro-biotechnologien (EVA) in Belvaux Luxemburg, sind der Frage auf den Grund gegangen.

**E**in Blick auf die Temperaturaufzeichnungen der Jahre 2011 und 2012 am Standort Remich macht deutlich, dass in beiden Frühjahren jeweils zweimal kritische Witterungskonstellationen auftraten, die lagenweise zu mehr oder weniger deutlichen Frostschäden in den Weinbergen führten (Abb. 2).

## Spätfrostereignisse 2011

Ein kurzer Kälteeinbruch sorgte dafür, dass in der klaren Nacht zum 13.04.2011 die Minimumtemperaturen in Remich auf 0,0 °C in 2 m sowie auf -2,9 °C in 20 cm Höhe sanken. Dies führte lokal zu Erfrierungen an den sich „in der Wolle befindlichen“ Rebknospen (Abb. 3). Nach Knospenaufbruch zeigten sich die Folgen in den betroffenen Lagen abseits des Moselhaupttals durch teilweise deutlich reduzierte Austriebsraten.

Deutlich sichtbare, direkte Schäden waren die Folge der Temperaturen in der Nacht zum 04.05.2011 (Abb. 4). An diesem Tag wurden am Standort Remich Minimumtemperaturen von 0,4 °C in 2 m und -0,3 °C in 20 cm Messhöhe registriert. Vermutlich lagen die Lufttemperaturen in ungünstigen Lagen um zirka 2 bis 3 °C darunter. Im Gegensatz zu den teilweise katastrophalen Schäden, die in manchen deutschen Weinbaugebieten nach den Frostereignissen am 04.05.2011 zu verzeichnen waren, blieben die Schäden an der oberen Mosel jedoch meist lokal begrenzt.

## Spätfrostereignisse 2012

Wie im Vorjahr kam es auch 2012 bereits Mitte April durch niedrige Lufttemperaturen zu Schädigungen an den Reben. Die Minimumtemperaturen lagen hierbei allerdings noch unter denen des Vorjahres. So wurde am Morgen des 17.04.2012 in Remich eine Tiefsttemperatur in 2 m Höhe von -2,9 °C aufgezeichnet. Aufgrund der milden Temperaturen bereits Ende März standen die Reben zu diesem Ter-

min schon kurz vor dem Austrieb. Die Schäden wurden wenige Wochen später durch geringe Austriebsraten (Austrieb von teilweise weniger als der Hälfte der Hauptaugen) sichtbar. Besonders betroffen waren früh austreibende und somit bereits entsprechend weit entwickelte Sorten, wie der Chardonnay (Abb. 5). Rückblickend betrachtet liegt in den Schäden vom 17.04.2012 vermutlich (neben dem lagenweise starken Peronospora-Befall)

Abb. 2: Tagesminimumtemperaturen in 2 m Höhe in den Monaten April und Mai 2011 und 2012.

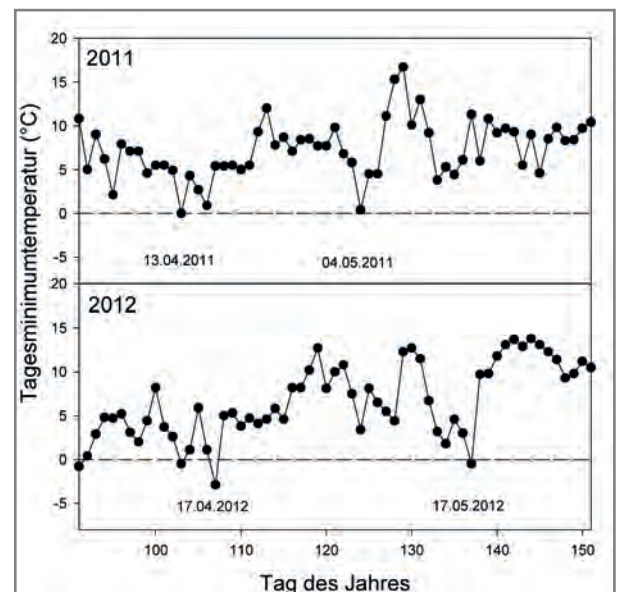




Abb. 3: Erfrorenes Auge bei der Rebsorte Müller-Thurgau (Remich, 22.04.2011)



Abb. 4: Frostschäden am Trieb (Bous, 11.05.2011)

eine der Hauptursachen für die im oberen Moseltal flächendeckend deutlich unterdurchschnittlichen Erträge des Jahrgangs 2012.

Damit jedoch noch nicht genug. Genau einen Monat später, bereits nach dem Ende der Eisheiligen sanken in der Nacht zum 17.05.2012 die Temperaturen in 2 m Höhe am Standort Remich noch einmal bis auf  $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  ab. Um nur weniger Grad niedrigere Temperaturen hätten wahrscheinlich großräumig zu Schäden in den Weinbergen geführt. Tatsächlich beschränkten sich diese zumeist auf Anlagen mit einem hohen Begrünungsaufwuchs (Abb. 1).

#### Boten des Klimawandels?

Räumlich hoch aufgelöste Klimaprojektionen zeigen, dass wir in Zukunft auch im oberen Moseltal mit insgesamt höheren Lufttemperaturen und damit mit einem früheren Vegetationsbeginn in den Weinbergen rechnen müssen. So erfolgte der Austrieb in den ersten zehn Jahren des neuen Jahrtausends im Durchschnitt bereits acht Tage früher als in den 1970er Jahrgängen.

Ein früherer Austrieb lässt zunächst auch eine höhere Wahrscheinlichkeit von Frostergebnissen nach dem Austrieb vermuten. Ein Blick auf die Statistik zeigt allerdings, dass sich – ebenfalls bedingt durch die insgesamt höheren Temperaturen im Frühjahr – natürlich auch der Termin des letzten Frühjahrsfrostereignisses tendenziell immer weiter in Richtung des Jahresbeginns verschoben hat. Während das letzte Frostereignis im Frühjahr in

der Periode 1970 bis 1979 im Mittel am 108. Tag des Jahres beobachtet wurde, fand dieses in der ersten Dekade des neuen Jahrtausends im Mittel 13 Tage früher, am 95. Tag des Jahres, statt. Vergleicht man diese Verfrüfung (13 Tage) mit der Verfrüfung des Austriebs für die gleichen Zeiträume (acht Tage) so wird deutlich, dass sich die zeitliche Distanz zwischen dem letzten Frostereignis und dem Austrieb im Mittel vergrößert hat (Molitor & Junk,



Abb. 5: Erfrorenes Auge bei der Rebsorte Chardonnay (Remich, 23.04.2012)

## 2. Winzer-Infotag

Fachmesse für Weinbau, Kellerwirtschaft,  
Marketing und Vertrieb

Freitag 15. November 2013  
von 9 – 17 Uhr

Heilbronn – Messehalle  
„Red Blue – im Intersportgelände“  
Wannenackerstraße 50

Direkt neben der Autobahnausfahrt A6 in Heilbronn/Untereisesheim  
- im Gewerbegebiet Böllinger Höfe -

über 180 Aussteller  
Eintritt frei - kostenlose Parkplätze

Weitere Informationen erhalten Sie unter:

www.Winzer-Service.de

Veranstalter:

Winzer-Service  
Dienstleistungsagentur  
Friedhofstraße 13 - 74382 Neckarwestheim  
Telefon 07133 961433 - Telefax 07133 961434  
info@winzer-service.de - www.winzer-service.de



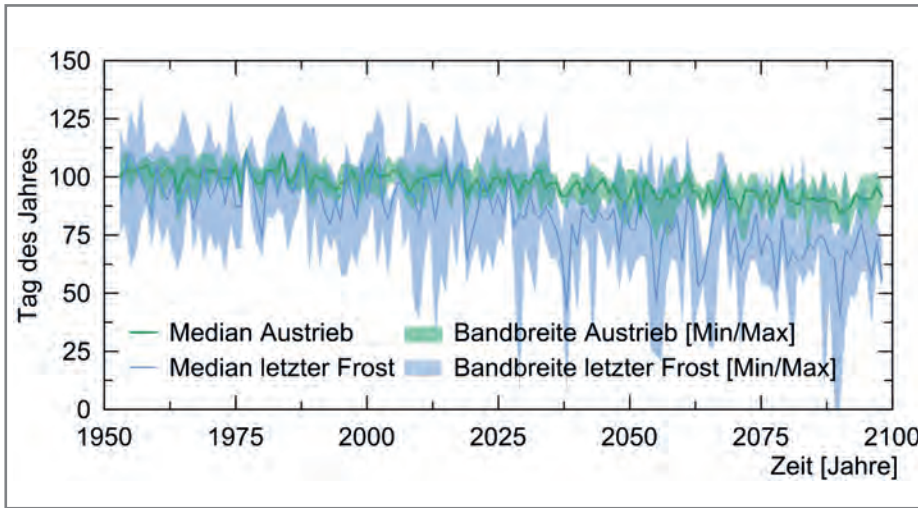


Abb. 6: Mediane der Projektionen des jährlichen Austriebstermins der Rebsorte Müller-Thurgau, sowie des letzten Frostereignisses aufgetragen als Tag des Jahres für den Zeitraum 1960 bis 2098 am Standort Remich/Luxemburg. Die schattierten Bereiche spiegeln die Bandbreiten (Minimum und Maximum) innerhalb der sechs Ensemble-Projektionen wider.

2011). Insgesamt hat sich demnach die Wahrscheinlichkeit von Frostschäden in den letzten Jahrzehnten eher reduziert.

**Was bringt die Zukunft?**

Zur Klärung der Frage ob sich dieser – für den Winzer erfreuliche – Trend zu einer geringeren Spätrostgefährdung auch in der Zukunft fortsetzen wird und die Schäden des Jahrgangs 2011 und 2012 voraussichtlich als ein immer unwahrscheinlicher werdendes Ausnahmeereignis betrachtet werden kann, wurden die folgenden, auf Klimaprojektionen bis zum Ende des 21. Jahrhunderts basierenden Datenanalysen durchgeführt.

Den Auswertungen lag dabei die Annahme zu Grunde, dass es zu Frostschädigungen an den Reben kommen kann, wenn nach dem Austrieb (BBCH 09) die Lufttemperaturen unter den Gefrierpunkt fallen. Potentielle Schäden an den Rebknospen durch Frostergebnisse vor dem Austrieb zum Beispiel im Wollestadium blieben hierbei unberücksichtigt.

Zur Beurteilung der Frage, ob Spätrostschäden im jeweiligen Jahrgang zu erwarten sind, werden somit die folgenden Informationen benötigt:

- 1) der Termin des letzten Frostereignisses im Frühjahr und
- 2) der Termin des Austriebes der Reben.

Die folgenden Untersuchungen zur Spätrostgefährdung an der luxemburgischen Mosel unter zukünftigen klimatischen Bedingungen basieren daher auf der Verknüpfung von (i) Ergebnissen eines Multi Modell Ensembles regionaler Klimaprojektionen mit (ii) einem Modell zur Berechnung des Austriebstermins.

**• Projektion der zukünftigen Lufttemperaturen**

Die Projektionen des zukünftigen Klimas basieren auf Ergebnissen des FP7/ENSEMBLES Projektes (van der Linden & Mitchell, 2009)

und ermöglichen die Abschätzung der zukünftigen mittleren klimatischen Bedingungen. Die räumliche Auflösung der Gitterboxen der regionalen Klimamodelle beträgt hierbei 25 km x 25 km.

Alle Projektionen nutzen das A1B Emissions-Szenario, welches von einer globalisierten Welt, der schnellen Einführung neuer und effizienter Technologien, einem starken Wirtschaftswachstum sowie von einer ausbalancierten Nutzung der verschiedenen Energiequellen ausgeht. Des Weiteren nimmt das Szenario an, dass die Menschheit bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts anwächst, danach die Weltbevölkerung aber zurückgeht.

Der Multi Modell Ansatz mit sechs individuellen regionalen Klimaprojektionen (Ensembles) ermöglicht die Abschätzung der

Unsicherheiten, die durch die Emissionsszenarien sowie durch die Parametrisierung von subskaligen Prozessen in den Klimamodellen verursacht werden.

**• Austriebs-Modell**

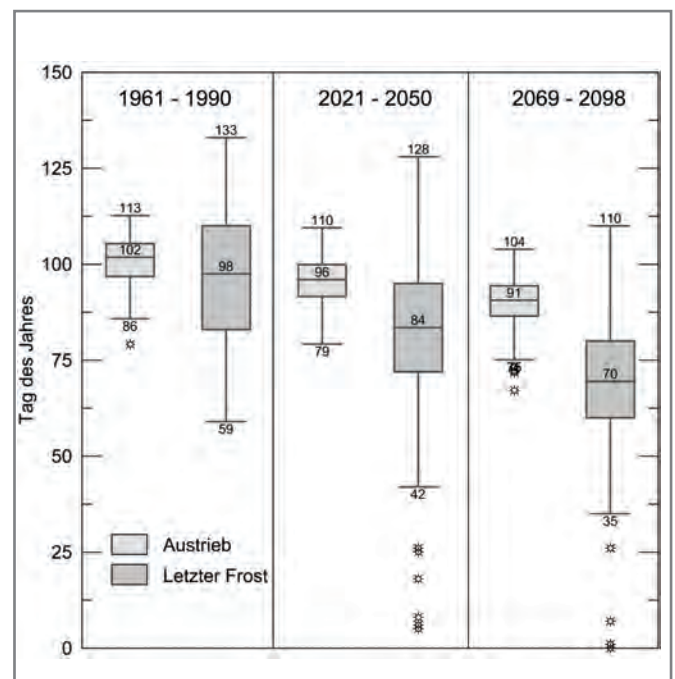
Die Berechnung des Austriebstermins (BBCH 09) erfolgte mit Hilfe eines auf historischen Aufzeichnungen des Austriebstermins an sieben Standorten in Europa und Nordamerika basierendem Modell (Molitor et al., 2014) für die Rebsorte Müller-Thurgau (Synonym: Rivaner), die flächenmäßig bedeutsamste Rebsorte an der luxemburgischen Mosel. In dieses Modell fließen (i) der Kältebedarf für die Dormanz-Induktion, (ii) der Ruhebedarf der Rebe in den Wintermonaten, (iii) der Wärmebedarf zur Austriebsinduktion, sowie (iv) die Länge der hellen Tagesphase ein.

**Verfrühung des Austriebstermins und des letzten Frostereignisses**

Die Ensemble-basierten Klimaprojektionen gehen in der Zukunft von einem Anstieg der Lufttemperaturen im Frühjahr aus – besonders in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts. So zeigen die Datenanalysen, dass sich sowohl der Austriebstermin als auch der Termin des letzten Frostereignisses im Laufe des 21. Jahrhunderts weiter verfrühen werden. Von der Mitte des letzten bis zur Mitte dieses Jahrhunderts ist häufig noch ein Überlappen der beiden Termine festzustellen; danach stellt sich ein sich vergrößernder zeitlicher Abstand zwischen dem letzten Frostereignis und dem Austrieb ein (Abb. 6).

Es deutet sich somit an, dass die Verfrühung des Austriebs stärker ausgeprägt sein wird als die des letzten Frostereignisses. So ist der Austriebstermin in der fernen Zukunft im Median elf Tage früher zu erwarten als im Referenzzeitraum, wohingegen das letzte Frostereignis

Abb. 7: Boxplot-Darstellung der projizierten Termine des Austriebs sowie des letzten Frostereignisses im Frühjahr in drei 30-jährigen Zeitscheiben: ein Referenzzeitraum (1961 bis 1990); nahe Zukunft (2021 bis 2050); ferne Zukunft (2069 bis 2098) für den Standort Remich, Luxemburg. Die Boxplots stellen die Mediane sowie die 25%- und 75%-Perzentile dar, die Whiskers sind auf 1,5 mal den Interquartil-Bereich begrenzt; Ausreißer sind mit schwarzen Sternen gekennzeichnet.



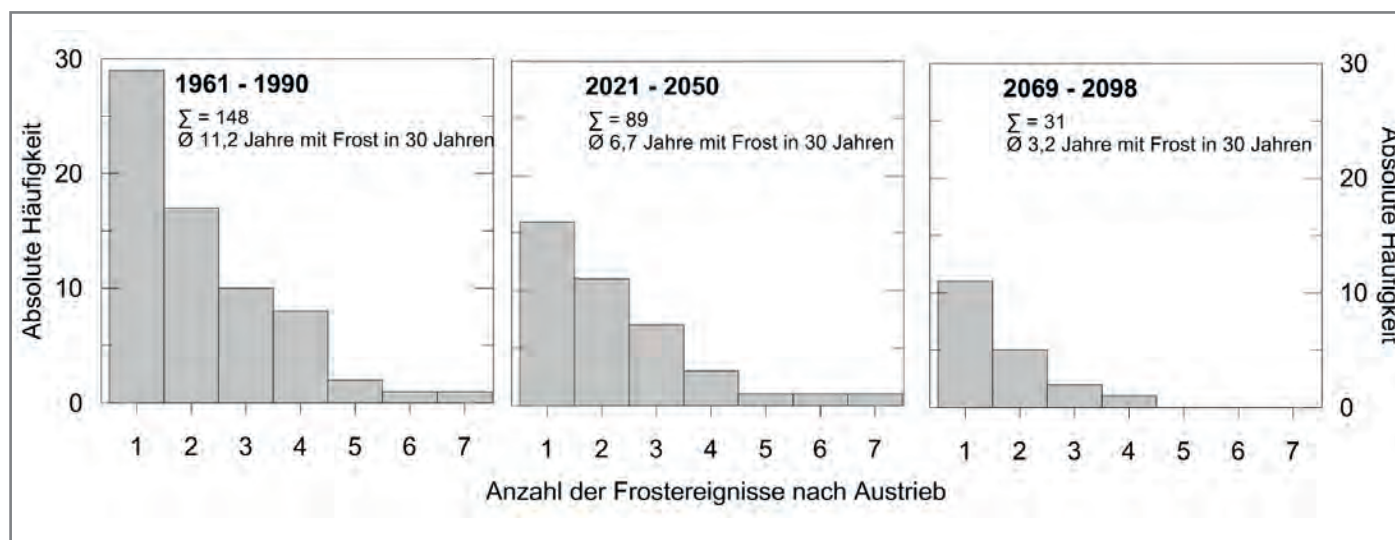


Abb. 8: Anzahl der Frostereignisse nach dem Austrieb in 30-jährigen Zeitscheiben (Referenzzeitraum 1961 bis 1990; nahe Zukunft 2021 bis 2050; ferne Zukunft 2069 bis 2098) für den Standort Remich, Luxemburg. Dargestellt sind die absoluten Häufigkeiten der Frostereignisse aller sechs Ensembler-Projektionen sowie die durchschnittliche Anzahl der Jahre mit Frostereignissen innerhalb der 30-jährigen Zeitscheiben.

sich im Median um ganze 28 Tage verfrüht (Abb. 7).

Das heißt, der zeitliche Abstand zwischen diesen beiden Ereignissen vergrößert sich und die Wahrscheinlichkeit von Frostereignissen nach dem Austrieb nimmt ab (Abb. 8). So reduziert sich die Anzahl von Jahren mit Frostereignissen nach dem Austrieb (Frostjahre) von 11,2 Jahren innerhalb von 30 Jahren in der Referenzperiode bis auf 3,2 Frostjahre innerhalb von 30 Jahren in der fernen Zukunft. Insgesamt zeigt sich beim Termin des letzten Frostereignisses eine deutlich höhere Variabilität als beim Austriebstermin. Das bedeutet, dass unter extremen Witterungsbedingungen weder für die nahe Zukunft (2021 bis 2050) noch für die ferne Zukunft (2069 bis 2098) Frostereignisse nach dem Austrieb der Reben generell ausgeschlossen werden können.

#### Konsequenzen für den Winzer

Ein Blick in alte Weinchroniken zeigt, dass in unseren Breiten Frühjahrs- oder Spätfröste seit jeher eine existenzielle Bedrohung für den Weinbau und die von ihm lebenden Winzer darstellen. Die Häufigkeit von Spätfröstergebnissen bestimmt somit in entscheidender Weise die weinbauliche Eignung einer Fläche oder Region.

Vorliegende Untersuchungen deuten an, dass bis zum Ende des 21. Jahrhunderts nicht mit einer zunehmenden Gefährdung der aktuell bepflanzten Rebflächen an der oberen Mosel durch Spätfröste zu rechnen ist. Vielmehr erscheint eine zukünftige Ausdehnung der Rebflächen auf bisher geringfügig kühlere Standorte sowie der vermehrte Anbau von Rebsorten mit frühem Austrieb – zumindest im Hinblick auf die Spätfröstegefährdung – vorstellbar.

#### Fazit

Die projizierte Erhöhung der Lufttemperaturen im Frühjahr bis zum Ende des 21. Jahr-

hunderts lässt eine zeitliche Verfrüfung sowohl des Austriebs der Reben als auch des Auftretens der letzten Frostereignisse im Frühjahr erwarten.

Die vorliegenden, auf einem Ensemble von sechs Klimaprojektionen (A1B Emissions-Szenario) für den Zeitraum 1950 bis 2098 basierenden Datenanalysen, zeigen jedoch, dass dieser Verfrüfungseffekt für das Auftreten des letzten Frostes stärker ausgeprägt ist als für den Austrieb. Das heißt, bis zum Ende des 21. Jahrhunderts ist in den Weinbergen des oberen Moseltals mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit für Frostereignisse nach dem Austrieb, im Vergleich zum Referenzzeitraum 1961 bis 1990, zu rechnen. Witterungskonstellationen mit Temperaturen in Gefrierpunktnähe in der Austriebsphase, wie zuletzt in den Jahren 2011 und 2012 zu beobachten, können jedoch weder in der nahen (2021 bis 2050) noch in der fernen Zukunft (2069 bis 2098) gänzlich ausgeschlossen werden.

#### Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei S. Fischer and R. Mannes (Institut Viti-Vinicole, Remich, Luxemburg) für die freundlicherweise zur Verfügung gestellten langjährigen meteorologischen Zeitreihen und Phänologie-Aufzeichnungen. Teile der Arbeit wurden durch das Forschungsprojekt REMOD des Centre de Recherche Public – Gabriel Lippmann finanziert.

#### Literatur

Molitor D., Caffarra A., Sinigoj P., Pertot I., Hoffmann L., Junk J. (2014): Late frost damage risk for viticulture under future climate conditions: a case study for the Luxembourgish winegrowing region. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 20 (1): in press.

Molitor D. & Junk J. (2011): Spätfröstschäden 2011 - Boten des Klimawandels? *Das Deutsche Weinmagazin* [22]: 30-33.

van der Linden P. & Mitchell J.F.B. (2009): ENSEMBLES: Climate change and its impacts: Summary of research and results from the ENSEMBLES project. Met Office Hadley Centre, FitzRoy Road, Exeter EX1 3PB, UK.

**EF TE**  
seit 1845

**Weinberghaken  
Weinbergnägel**

**EDELSTAHL®  
Rost frei**  
Werkstoff Nr. 1.4301

**FRIEDR. TRURNIT** GmbH  
Rahmedestr. 161 · D-58762 Altena  
Drahtzieherei · Drahtstifte - Metallwarenfabrik · Kunststoffverarbeitung

TEL +49 (0) 23 52 / 95 96 96 FAX +49 (0) 23 52 / 59 05  
Friedr.Trurnit-GmbH@t-online.de http://www.Trurnit-Friedr.de