



# Klimawandel im Luxemburger Weinbau – Teil 2

Um die Auswirkungen des Klimawandels auf den luxemburgischen Weinbau abzuschätzen und mögliche Zukunftsszenarien ableiten zu können, haben Dr. Daniel Molitor und Dr. Jürgen Junk vom Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST) und Mareike Schultz vom Institut Viti-Vinicole Wetterdaten der Station Remich aus den letzten 50 Jahren untersucht. In der letzten Ausgabe der DWZ wurden bereits Entwicklungen hinsichtlich der Temperatur und Niederschlagsentwicklung, der damit einhergehende Anbaueignung verschiedener Rebsorten und der Spätfrostgefährdung thematisiert. In Teil 2 des Berichts geht es nun um die Auswirkungen des Klimawandels auf die phänologische Entwicklung der Reben, auf die Sonnenbrandgefährdung und auf die Weinqualität. Abschließend geht es um die Frage, ob in Zukunft noch die Möglichkeit bestehen wird, Eiswein zu erzeugen.

## PHÄNOLOGISCHE ENTWICKLUNG

Die gestiegenen Temperaturen in den letzten Jahrzehnten haben zu einer Verfrühung der phänologischen Entwicklung geführt. So erfolgte der Austrieb in der zweiten Dekade des neuen Jahrtausends im Mittel 12 Tage, der Blütebeginn 13 Tage und der Reifebeginn 17 Tage früher als in den 1970er Jahren. Deutlich geringer sind die Veränderungen beim Termin des Lesebeginns. Der etwa gleichbleibende Lesebeginn bei einem jedoch um fast zwei Wochen verfrühtem Reifebeginn ermöglicht somit eine längere Vegetations- und Reifeperiode (Abbildung 1).

## SONNENBRANDGEFÄHRDUNG

Im Zuge der Erwärmung ist in den letzten Jahren auch das zunehmende Auftreten von Sonnenbrandschäden in den Weinbergen zu beobachten. Dies spiegelt die Entwicklung der Maximaltemperaturen in den Sommermonaten wider. Während die Jahresmitteltemperaturen in den 2010er Jahren im Durchschnitt 1,7 °C höher lagen als in den 1970er Jahren, betrug der Anstieg der durchschnittlichen Tagesmaxima im gleichen Zeitraum ganze 2,5 °C. Schaut man auf den Sommermonat Juli betrug der Anstieg der Tagesmitteltemperaturen 1,9 °C, der Tagesmaxima sogar 3 °C. Also besonders die Maximaltemperaturen sind deutlich angestiegen, was eine deutliche Zunahme von Sonnenbrandschäden im Gebiet zur Folge hat. So wurde in Remich am 25. 7. 2019 mit 40,6 °C die höchste Temperatur seit Messbeginn erfasst. Massive Sonnenbrandschäden mit empfindlichen Ertragsverlusten waren die Folge – dies nicht nur beim als anfällig bekannten Riesling, sondern auch bei den Burgundersorten (Molitor and Junk, 2019 b).

## AUSWIRKUNGEN AUF DIE WEINQUALITÄT

Die durchschnittliche Lufttemperatur während der Vegetationsperiode (1. April bis 31. Oktober) lag in

Remich in den vergangenen 33 Jahren (1988 bis 2020) in Folge in jedem einzelnen Jahr über der mittleren Lufttemperatur während der Vegetationsperiode in den 1970er und 1980er Jahren. Dies entspricht sehr gut der Beobachtung, dass seit dem Jahr 1987 kein von Unreife geprägtes Weinjahr mehr an der Mosel verzeichnet wurde. Von den 1970er Jahren bis zur zweiten Dekade des neuen Jahrtausends ist die durchschnittliche Lufttemperatur während der Vegetationsperiode um durchschnittlich 1,9 °C angestiegen.

Die Auswirkungen der generell höheren Temperaturen in der Vegetationsperiode, aber auch der längeren Reifeperiode, werden anhand der mittleren Dekadenwerte der Mostgewichte und Säuregehalte (Analysen aller in Luxemburg geernteten Moste; durchgeführt durch das Labor des Weinbauinstitutes in Remich) für die Rebsorte Rivaner deutlich. So hat sich das mittlere Mostgewicht im Vergleich zu den 1970er Jahren in den 2010er Jahren um durchschnittlich gut 12 °Oe erhöht und die mittleren Erntesäuregehalte sind um durchschnittlich 1,6 g/l zurück gegangen (Abbildung 2).

Dies führte im Allgemeinen zu reiferen, qualitativ hochwertigeren, gehaltvolleren und – in Bezug auf die Säure – bekömmlicheren Weinen, welche einen gesteigerten Trinkgenuss und eine erhöhte Verbraucherakzeptanz erwarten lassen. Die erreichten Mostgewichte bei der Rebsorte Rivaner liegen allerdings noch immer in einem Bereich, in dem in einer Vielzahl der Jahre eine weitere Anreicherung der Moste zur Erhöhung des Alkoholgehaltes erfolgt. Zu hohe natürliche Mostgewichte und daraus unweigerlich resultierend hohe Alkoholgehalte – wie in den südlichen europäischen Anbauregionen in den letzten Jahren vermehrt anzutreffen – bilden in Luxemburg bei der Rebsorte Rivaner bisher noch die Ausnahme. Allerdings wurden besonders bei den beliebten Rebsorten der Burgunder-Gruppe, im letzten Jahrzehnt bereits Trauben mit Alkoholwerten oberhalb des für die Harmonie und Typizität der Weine optimalen Bereiches geerntet. Dieses Problem der südlicheren Anbauggebiete wird zukünftig sicherlich auch entlang der Mosel, zumindest bei einigen Rebsorten, Herausforderungen mit sich bringen und neue Anpassungsstrategien erfordern.

Positiv im Hinblick auf die Weinqualität hat sich sicherlich darüber hinaus auch der Trend hin zu moderaten Erträgen ausgewirkt. Lagen die Erträge bei der Rebsorte Rivaner im Dekadenmittel der 1970er Jahre bei 138,1 hl/ha fielen diese im 2. Jahrzehnt des neuen Jahrtausends auf durchschnittlich 101,6 hl/ha. Die Gründe hierfür sind vermutlich vielschichtig. Neben den eingeführten gesetzlichen Höchstertträgen und dem zunehmenden Alter vieler Rivaner-Weinberge ist dies sicherlich auch auf das gesteigerte Qualitäts-Bewusstsein und -Streben der Winzer zurückzuführen.

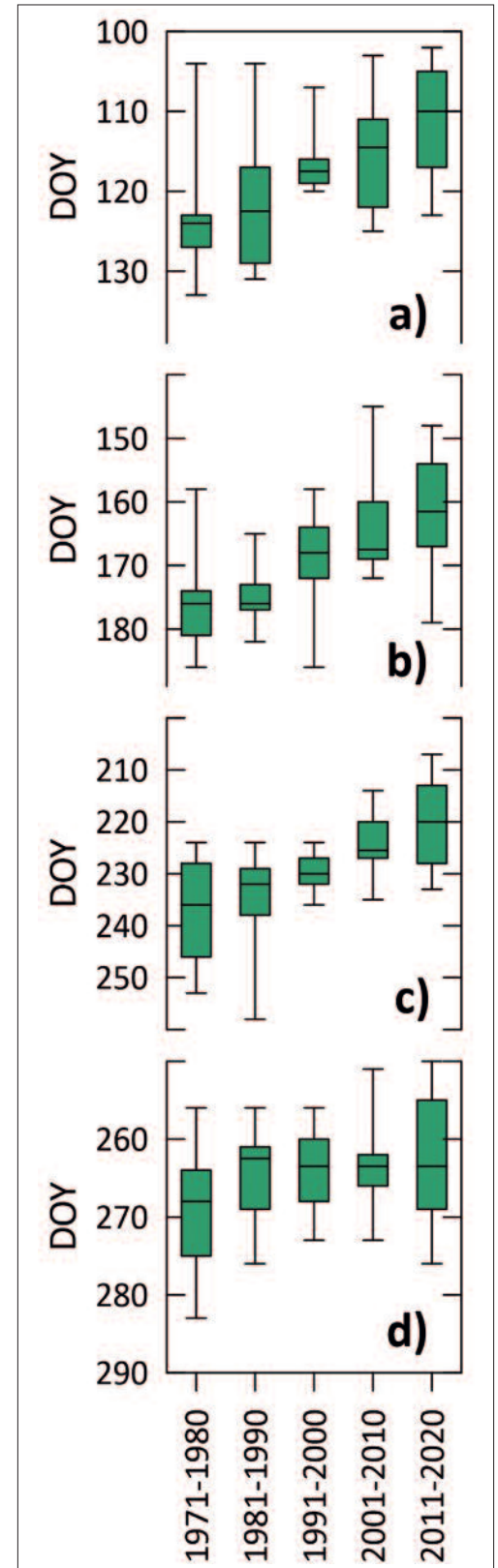


Abbildung 1: Eintreten der phänologischen Entwicklungsstadien (Tag des Jahres) Austrieb (BBCH 09) (a), Blütebeginn (25% der Blütenköpchen abgeworfen) (b) und Reifebeginn (BBCH 81) (c) in mittelfrühen Lagen sowie des Beginns der Lese (d) bei der Rebsorte Rivaner in den vergangenen fünf Jahrzehnten im Luxemburger Weinbaugebiet. Die Boxplots stellen die Mediane sowie die 25%- und 75%-Perzentilen des jeweiligen Jahrzehnts dar; die Whiskers beschreiben die jeweiligen absoluten minimalen und maximalen Werte.

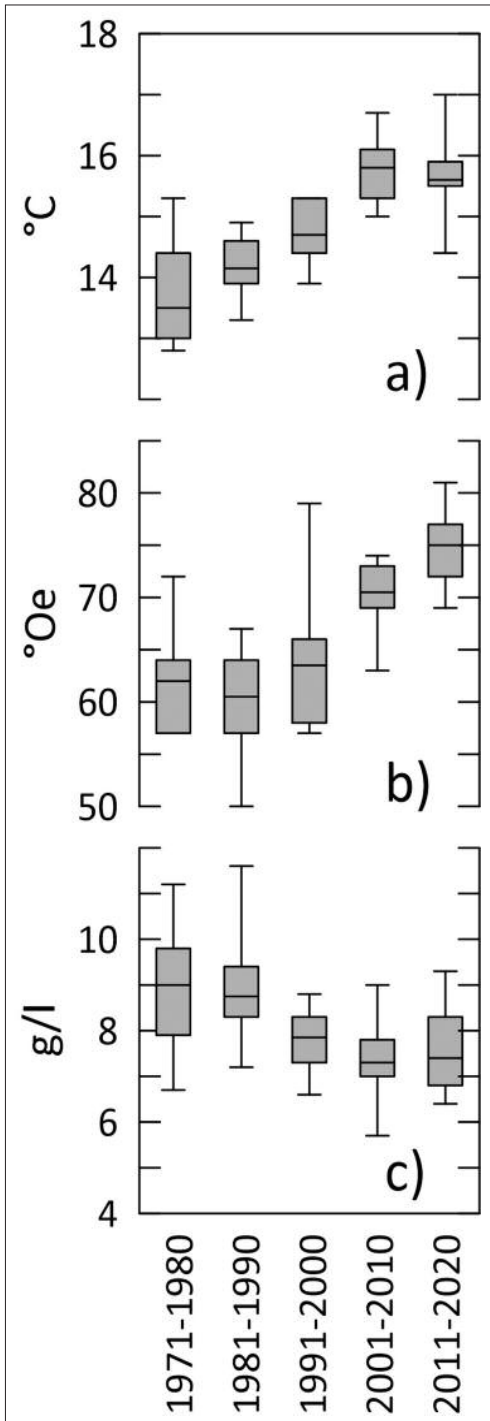


Abbildung 2: Werte der durchschnittlichen Lufttemperatur während der Vegetationsperiode (1. April-31. Oktober) am Standort Remich (a), der Mostgewichte (b) und der Gesamtsäuregehalte (c) in den Mostanalysen in den vergangenen fünf Dekaden bei der Rebsorte Rivaner im Luxemburger Weinbauggebiet. Die Boxplots stellen die Mediane sowie die 25%- und 75%-Perzentilen des jeweiligen Jahrzehnts dar; die Whiskers beschreiben die jeweiligen absoluten minimalen und maximalen Werte der jeweiligen Dekade.

### EISWEIN-EIGNUNG

Im letzten Abschnitt möchten wir kurz auf ein Nischenprodukt eingehen, dass jedoch in der Vergangenheit einen gewissen Stellenwert im Bereich der traditionellen Premium-Weine der Region eingenommen hat, den Eiswein oder auch

Vin de glace. Bei Temperaturen unter  $-7^{\circ}\text{C}$  bildet das Wasser in den Trauben Eiskristalle. Werden diese gefrorenen Trauben gepresst, kommt es zu einer Aufkonzentrierung der sonstigen Inhaltsstoffe wie Zucker, Säuren und Aromastoffe im ablaufenden Most. Die daraus gewonnenen konzentrierten Weine können im Idealfall als hochpreisige Spezialitäten vermarktet werden. Die vorliegenden Datenauswertungen zeigen, dass mit Ausnahme der Jahrgänge 2013 und 2019 am Standort Remich in allen Beobachtungsjahrgängen zwischen 1971 und 2020 im Winter nach der eigentlichen Ernte eine absolute Minimaltemperatur in 2 m Höhe von  $-7^{\circ}\text{C}$  unterschritten wurden. Das erstmalige Unterschreiten von  $-7^{\circ}\text{C}$  wurde in den 1980er Jahren im Durchschnitt am DOY (Tag des Jahres) 347 registriert und in den 2010er Jahren am DOY 380 (d. h. 33 Tage später – Abbildung 3). Dies führt dazu, dass Trauben, welche für die Erzeugung von Eiswein vorgesehen sind, in Folge des Klimawandels eine zunehmend länger werdende Phase vom Stadium der Vollreife bis zum ersten relevanten Frostereignis überstehen müssen – und dies bei im zweifachen Maße ansteigenden Temperaturbedingungen (genereller Temperaturanstieg und Verschieben der Reifephase und des Zeitraums nach der eigentlichen Erntereife in wärmere Phasen des Jahres). Dadurch wurde in den letzten Jahrzehnten die Erzeugung von Eiswein im Anbauggebiet immer unwahrscheinlicher. Aller Voraussicht nach werden sich die genannten Effekte in den nächsten Jahrzehnten weiter ver-

stärken und dazu führen, dass in der Zukunft Eisweine von der Luxemburger Mosel ein immer seltener werdendes Produkt darstellen werden (Molitor and Junk, 2019 a).

### FAZIT UND AUSBLICK

Im Hinblick auf die Weinqualität im Luxemburger Anbauggebiet (an der nördlichen Grenze des Weinbaus in Europa) sind die beobachteten Veränderungen der Temperaturbedingungen in den letzten Jahrzehnten überwiegend als positiv zu bewerten. Viele der aktuell verbreiteten Rebsorten entsprechen in ihrem Wärmebedarf den aktuell vorherrschenden Bedingungen, wohingegen sie besonders in den 1970er und 1980er Jahren in vielen Jahrgängen nicht vollständig ausreifen konnten. Dies zeigt sich in deutlich angestiegenen mittleren Mostgewichten und reduzierten mittleren Gesamtsäuregehalten.

Mit fortschreitender Klimaerwärmung könnten die negativen Effekte des Temperaturanstieges die Reifevorteile jedoch bereits in wenigen Jahrzehnten mehr als kompensieren. Besonders der zweifache Temperaturanstieg in der Reifephase (allgemeiner Temperaturanstieg + Verfrühung der Reifephase in Richtung der in der Regel wärmeren Hochsommermonate) könnte in Zukunft die Weintypizität der Moselweine zunehmend verändern und gefährden (Molitor and Junk, 2020).

Gerade gegen Ende des zurückliegenden Jahrzehntes haben sich weiterhin die zunehmenden Gefährdungen durch Extremereignisse, wie z. B. die mas-

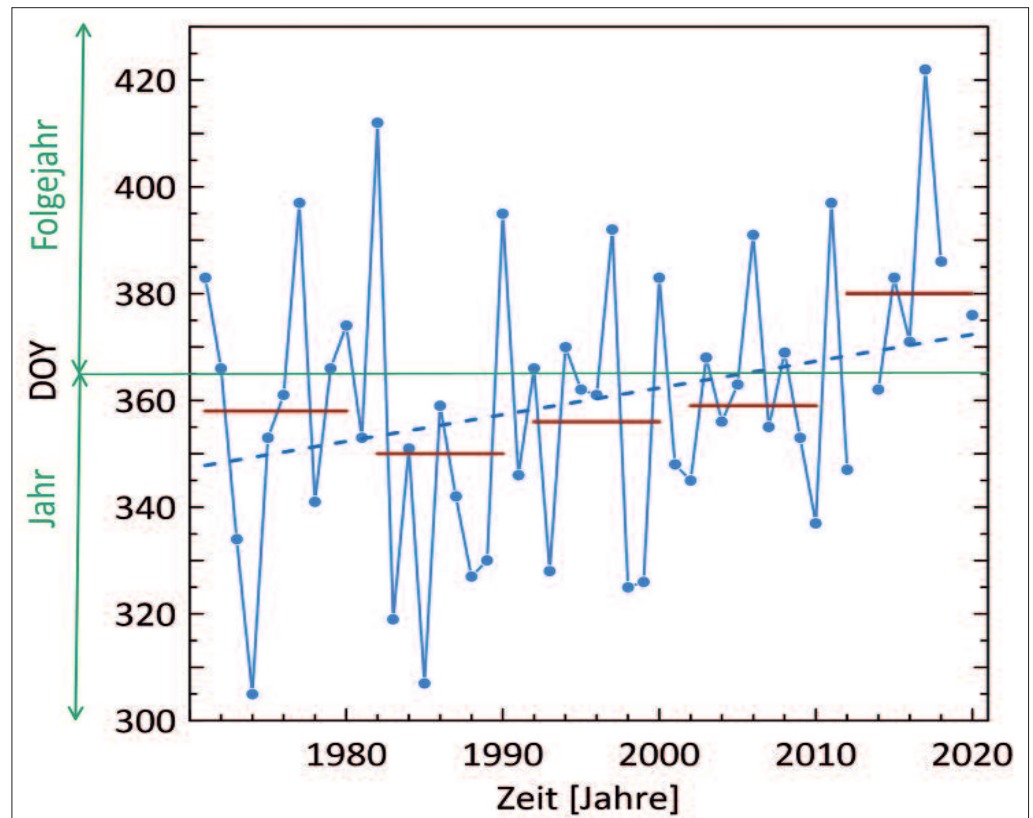


Abbildung 3: Tag des Jahres (DOY) des erstmaligen Unterschreitens einer Minimaltemperatur von  $-7^{\circ}\text{C}$  in 2 m Höhe am Standort Remich. Die Werte des Tages des Jahres verstehen sich relativ zum 1. 1. des Jahres des Wachstums. D. h. Werte des Tages des Jahres über 365 bedeuten, dass das entsprechende Frostereignis erst im Folgejahr aufgetreten ist. Die roten horizontalen Linien stellen den Mittelwert je Jahrzehnt dar. In den Jahrgängen 2013 und 2019 traten im Winter nach dem Wachstum der Trauben keine Minimaltemperaturen unter  $-7^{\circ}\text{C}$  auf.



siven Schäden durch den Falschen Mehltau im nassen Frühjahr 2016, die verheerenden Spätfrostschäden in 2019 und die lang andauernden Hitze- und Trockenphasen inklusive Sonnenbrandschäden mit deutlichen Qualitäts- und Ertragseinbußen in den Jahren 2018 bis 2020, in das Bewusstsein der Winzer eingepägt. Diese neuen Herausforderungen werden in den nächsten Jahren und Jahrzehnten vermutlich nicht weniger werden.

Die teilweise hohen Alkoholgehalte der Jahrgänge 2003 und 2018 deuten an, dass ein hoher Wärmegenuss und frühe, hohe Reife nicht ausschließlich positive Effekte zur Folge haben muss. Diese Veränderungen der Temperaturbedingungen oder der Niederschlagsverteilung im Jahresverlauf deuten für die Zukunft die Notwendigkeit von Anpassungen

- (i) in der Kulturführung (z. B. in Form von alternativen Erziehungssystemen mit reduzierten Blattflächen, veränderte Bodenpflegesysteme, Notwendigkeit von Bewässerungssystem/-maßnahmen),
- (ii) in der Standortwahl (z. B. Ausweichen auf höher oder nördlicher gelegene, weniger exponierte Standorte),
- (iii) im Pflanzenschutz (z. B. bedingt durch invasive oder sich ausbreitenden Krankheiten und tierische Schädlinge, durch verfrühte Fäulnisepidemien unter wärmeren Bedingungen) oder
- (iv) im Sortensortiment an (Molitor et al., 2014). Hier sind Forschungsaktivitäten zu möglichen Anpassungsmaßnahmen erforderlich, auch wenn diese in der nahen Zukunft noch nicht in jedem Jahr zum Einsatz kommen werden müssen.

## DANKSAGUNG

Die Autoren bedanken sich bei R. Mannes, C. Blum und S. Fischer (Weinbauinstitut, Remich) für die freundlicherweise zur Verfügung gestellten langjährigen meteorologischen Zeitreihen, phänologischen Aufzeichnungen der Lokalbeobachter sowie Ergebnisse der Mostanalysen. Die vorliegenden Auswertungen wurden im Rahmen der Forschungsprojekte „VinoManAOP“ und „Clim4Vitis“, gefördert durch die Europäische Union (Grant Agreement number 810176), durchgeführt.

## Literatur

BACIOCCO, K. A., DAVIS, R. E. & JONES, G. V. 2014. *Climate and Bordeaux wine quality: identifying the key factors that differentiate vintages based on consensus rankings. Journal of Wine Research*, 25, 75-90.

GOERGEN, K., BEERSMA, L., HOFFMANN, L. & JUNK, J. 2013. *ENSEMBLES-based assessment of regional climate effects in Luxembourg and their impact on vegetation. Climatic Change*, 119, 761-773.

HUGLIN, M. P. 1978. *Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. Comptes rendus des séances de l'Académie d'agriculture de France*, 64, 1117-1126.

MOLITOR, D., FERRONE, A. & JUNK, J. 2014. *Einfluss des Klimas auf den Weinbau im Oberen Moseltal. Die Winzer-Zeitschrift* (11): 26-28.

MOLITOR, D. & JUNK, J. 2011. *Spätfrost 2011 – Laune der Natur oder neue Bedrohung? Die Winzer-Zeitschrift* (6): 30.

MOLITOR, D. & JUNK, J. 2014. *Zukünftige Spätfrostgefährdung im Luxemburger Weinbau. De Letzebuenger Bauerekalenner 2014*, 81-86.

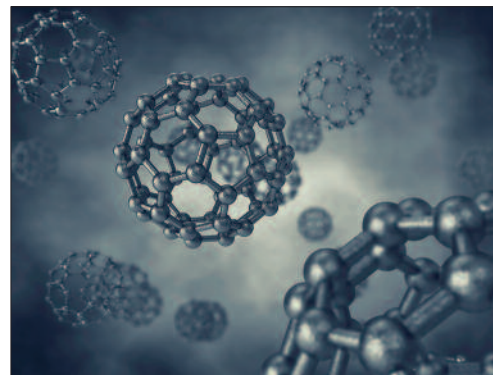
MOLITOR, D. & JUNK, J. 2019 a. *Keine Chance mehr für Eiswein? Die Winzer-Zeitschrift* (11): 33-34.

MOLITOR, D. & JUNK, J. 2019 b. *Rekordhitze mit Sonnenbrandschäden in den Weinbergen. De Letzebuenger Bauer*, 1. 8. 2019.

MOLITOR, D. & JUNK, J. 2020. *Der Klimawandel hat einen zweifachen Anstieg der Temperaturen in Reifephase zur Folge. De Letzebuenger Baurekalenner 2020*, 107-112. ■

## Prüfstrategie für Nano-Pflanzenschutzmittel entwickelt

Wissenschaftler des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) haben gemeinsam mit internationalen Kollegen eine umfassende Prüfstrategie für Nano-Pflanzenschutzmittel entwickelt. Wie das BfR mitteilte, sollten die betreffenden Produkte zusätzlichen Tests unterworfen werden, um damit mögliche gesundheitliche Risiken zu berücksichtigen und abzufangen. Nach Ansicht der Wissenschaftler ist es erforderlich, den bestehenden Prüfrahen an die neuen Produkte anzupassen und entsprechende Testverfahren zu entwickeln. Zudem gelte es, Wissenslücken zu schließen. Bei nanobasierten Pflanzenschutzmitteln mit einem Träger-System sollten nach Angaben des Bundesinstituts die Verbindung aus Nano-Träger und Wirkstoff, der „entleerte“ Nano-Träger sowie der eigentliche Wirkstoff separat begutachtet und bewertet werden. Wenn der Wirkstoff selbst in „Nano-Form“ vorliege, sei es erforderlich, die Teilchen und die von diesen abgegebenen Ionen getrennt zu prüfen. Laut BfR stehen Pflanzenschutzmittel mit Nano-Materialien vor der Markteinführung. Die neuen Materialien sollten helfen, Pflanzenschutzmittelwirkstoffe einzusparen, sie stabiler und effizienter zu machen und über einen längeren Zeitraum freisetzen. Als Nano-Materialien werden laut Bundesinstitut Materialien mit einem Außenmaß von 1 nm bis 100 nm bezeichnet. AgE



Nano-Partikel sollen Pflanzenschutzwirkstoffe effizienter und langlebiger machen.

Foto: IMAGO/Science Photo Library



An der Hessischen Bergstraße sind die Nitratwerte im Grundwasser deutlich gesunken.

Foto: DWI

## Viele Nitrat-Messstellen überschreiten Grenzwert

Bei jeder vierten Nitratmessstelle in Deutschland ist 2020 der in der Grundwasserrichtlinie der Europäischen Union festgelegte Schwellenwert von 50 mg Nitrat je Liter überschritten worden. Damit verringerte sich die Anzahl der Überschreitungen gegenüber 2019 zwar um 7%; allerdings wurden gleichzeitig auch neue Höchstwerte festgestellt. Das geht aus einer Auswertung des Agrarfachportals Proplanta hervor, das jetzt die Entwicklung der Nitratbelastung im Grundwasser auf einer interaktiven Karte visualisiert hat. Dort stehen sämtliche Messwerte für den Zeitraum 2016 bis 2020 zum Abruf bereit und zeigen zudem die regionalen Entwicklungen auf. Als Grund für den zuletzt positiven Trend nennt das Informationszentrum für die Landwirtschaft die Weiterentwicklung des Grundwassermessnetzes. Während das alte Nitratmessnetz sich noch auf Messstellen bezogen habe, die bereits stark mit Nitrat belastet gewesen seien und zudem bis 2012 lediglich 162 Probestellen umfasst habe, bestehe das aktuelle Messnetz für das Grundwassermonitoring des Umweltbundesamtes (UBA) aus 696 Gütemessstellen. Als „absoluten Spitzenreiter“ im negativen Sinne führt Proplanta für 2020 mit einem Nitratwert von 247,91 mg/l den Kreis Viersen in Nordrhein-Westfalen auf, gefolgt vom Landkreis Bad Dürkheim in Rheinland-Pfalz mit 204 mg/l, von der kreisfreien Stadt Wolfsburg mit 181,5 mg/l und dem ebenfalls in Niedersachsen gelegenen Kreis Lüchow-Dannenberg mit 133,77 mg/l. Mit einem Nitratgehalt von 127,68 mg/l wies der Landkreis Rostock im Fünf-Jahres-Vergleich einen Rekordwert auf, womit sich – verglichen mit 2017 – laut Proplanta die Nitratbelastung des Grundwassers dort mehr als verdreifacht hat. Insgesamt wurden im Berichtsjahr laut dem Agrarfachportal an 166 Messstellen Überschreitungen festgestellt. Einen stark rückläufigen Wert verzeichneten die Landkreise Bergstraße in Hessen und Borken in Nordrhein-Westfalen, wo die Nitratbelastung um 45% beziehungsweise 30% zurückging. AgE