IVES Technical Reviews
rebe & wein
https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2020.4029

Hat Wassermangel einen langfristigen Einfluss auf den Traubenertrag?

>>> Der Fortpflanzungszyklus der Weinrebe erstreckt sich wie bei vielen verholzten mehrjährigen Pflanzen über zwei Jahre. Angesichts der Tatsache, dass Wassermangel im Weinanbau vor allem in der Rotweinproduktion weit verbreitet ist, stellt sich die Frage, wie sich das Wasserdefizit der laufenden Saison möglicherweise auf die Erträge des folgenden Jahres auswirken kann. Dieser Artikel beschäftigt sich mit den Langzeitauswirkungen von Wassermangel auf den Ertrag der Weinreben. <<<

■ Der Ertrag der Rebe

Der Ertrag der Rebe setzt sich aus dem Produkt der individuellen Beerengröße und der Gesamtzahl der Beeren pro Rebe zusammen. Diese beiden Komponenten werden jeweils von unterschiedlichen Faktoren beeinflusst. Die Gesamtzahl der Beeren pro Rebe ergibt sich aus der Anzahl der Trauben pro Rebe und der Anzahl der Beeren pro Traube. Letzteres ist das Produkt aus Blüten pro Traube (Blütenstand) und dem prozentualen Anteil an sich entwickelnden Beeren. Dementsprechend kann Wassermangel durch die Verminderung einer dieser Komponenten den Gesamtertrag negativ beeinflussen.

■ Die Auswirkungen von Wassermangel in der laufenden Saison

In der aktuellen Saison verringert Wassermangel das vegetative Wachstum und schränkt damit die Photosynthesekapazität und die Entwicklung des Laubdaches ein. Zu Beginn der Saison, insbesondere um die Blütezeit, wenn das Wachstum der Triebe am stärksten ist, sind auch die Auswirkungen des Wassermangels am drastischsten. Anfangs, wenn das Wasserdefizit noch gering ist, kommt es zu einer Umverteilung der Energie (d.h. Kohlenhydrate) vom Spross- hin zum Wurzelwachstum, vermutlich um die Extraktion von Wasser aus dem Boden zu verbessern. Die Photosyntheserate wird somit aufgrund eines kleineren Laubdaches mit weniger Blattoberfläche reduziert.

Wenn der Wassermangel fortbesteht und sich verstärkt, versucht die Pflanze den Verlust von Wasser durch das Schließen der Stomata und das Verändern der Blattorientierung gegenüber der Sonne zu reduzieren. Dies führt ebenso aufgrund des verminderten Gasaustausches und einer geringeren Lichtaufnahme zu einer niedrigeren Photosyntheserate. Dies bedeutet, dass weniger Zucker produziert wird und in Senken wie Beeren, Wurzelspitzen, sich neu entwickelnden Knospen und Reservespeichern transportiert werden kann. Das heißt, dass alles was sich negativ auf das vegetative Wachstum und die Entwicklung der Pflanze in der aktuellen Saison auswirkt, sich auch negativ auf die Gesamtkohlenhydratproduktion der Rebe auswirkt. Letzteres ist jedoch ausgesprochen wichtig für den Fortbestand der Produktion und das Überleben der mehrjährigen Pflanzen.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten wie ein Wassermangel in der aktuellen Saison den Ertrag verringern kann (Abb. 1). Sowohl vor als auch nach dem Beginn der Fruchtreife kann er zu einer Verminderung in der Beerengröße führen. Selbst wenn ein früherer Wassermangel nach dem Beginn der Beerenreife ausgeglichen wird – eine Strategie, die

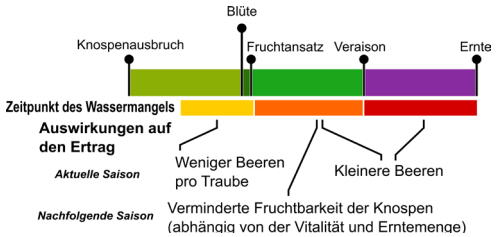


Abbildung 1. Der Zeitpunkt, zu dem der Wassermangel auftritt bestimmt, wie sich dieser auf den Ertrag in der aktuellen und nachfolgenden Saison auswirkt.

häufig bei der Defizitbewässerung angewandt wird – wirkt er sich langfristig negativ auf das Wachstum aus. In der Folge können Verluste im Volumen der Beeren nicht aufgeholt werden, selbst wenn die Pflanzen nach Beginn der Fruchtreife ausreichend bewässert werden[1]. Starker Wassermangel unmittelbar vor und während der Blüte kann die Beeren- und Traubengröße indirekt durch eine Verminderung der Photosyntheserate reduzieren, was die Menge der für den Blütenstand zur Verfügung stehenden Kohlenhydrate senkt[2]. Dieses Phänomen tritt allerdings relativ selten und höchstens in ariden oder semi-ariden Regionen auf (z. B. mit jährlichen Niederschlagsmengen <500 mm).

■ Saisonabhängige Dynamiken der Kohlenhydratreservespeicherung

Verholzte mehrjährige Pflanzen speichern Energie in dauerhaften Strukturen (z. B. Holzwurzeln, Stamm, Kordons usw.), um den Winter zu überstehen und um das vegetative Wachstum vor der Ausbildung der Blätter zu fördern[3]. Kohlenhydratreserven sind hier besonders wichtig, um die Produktivität der Weinrebe über viele Jahre hinweg aufrechtzuerhalten. Bisher wurde angenommen, dass die meisten Kohlenhydrate nach der Ernte gespeichert werden, da bis zu diesem Zeitpunkt der größte Teil der durch die Photosynthese produzierten Kohlenhydrate für die Reifung der Trauben benötigt wurde. Dies stimmt jedoch so nicht ganz. Die Weinreben beginnen während der Wachstumsperiode sehr viel früher mit der Speicherung der Kohlenhydrate. Die Kohlenhydratreserven der Rebe (meistens Stärke) sind kurz vor Beginn der Färbung am niedrigsten und steigen dann bis zum Ende der Wachstumsperiode stetig an. Dies ist abhängig von der Gesamtvitalität des Weinbergs und von dem Zeitpunkt, an dem die Früchte die höchste Zuckerkonzentration erreicht haben[4].

■ Die Auswirkungen des Wassermangels auf die Knospenfruchtbarkeit und langfristige Produktivität

Die Fruchtbarkeit der Knospen wird in dem Jahr vor der Ernte bestimmt, wenn in den sich entwickelnden Knospen die Blütenstandprimordien ausgebildet werden (Abb. 2). Dieser Prozess beginnt unmittelbar nach der Blüte und wird am Beginn der Fruchtreife abgeschlossen[5]. Das heißt, dass die Anzahl und die Größe der Blütenstände pro Knospe schon zum Zeitpunkt der Veraison des vorangegangenen Jahres bestimmt werden. Ein Wassermangel, der während dieser Entwicklungsperiode auftritt, kann somit die Fruchtbarkeit der Knospen und den Ertrag in der im darauffolgenden Jahr negativ beeinflussen. In der Tat haben Untersuchungen in Weinbergen gezeigt, dass ein lang andauernder und häufiger Wassermangel die Fruchtbarkeit der Knospen verringern kann.

LabEx COTE unterstützt die Gründung und Einrichtung der IVES Technical Reviews im Rahmen seines Aufrufs zur Einreichung von Projekten mit dem Ziel von Transfer und Valorisierung.

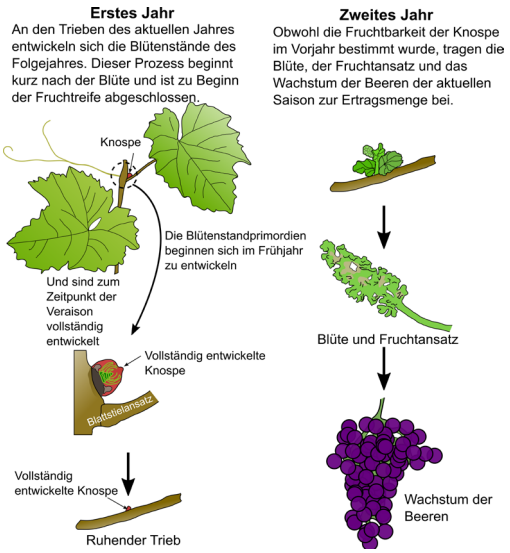


Abbildung 2. Die Fruchtbarkeit der Knospen wird zum Zeitpunkt der sich entwickelnden Blütenstandprimordien in dem Jahr bestimmt, das der Ernte voraus geht. Modifiziert nach Matthews M. (2016)[6].

Die Produktionsrate von Reben 15 roter Traubensorten ist kürzlich in einer fünfjährigen Langzeitstudie untersucht worden. Diese Reben wurden in Kordonerziehungssystemen angebaut und wurden jedes Jahr vor und nach dem Beginn der Fruchtreife Wassermangel ausgesetzt. Die Ergebnisse zeigten, dass nur ein Wassermangel vor dem Zeitpunkt der Veraison die Fruchtbarkeit der Knospen negativ beeinflusst. Dabei wurden nur sehr geringe Unterschiede zwischen den verschiedenen Sorten festgestellt[7]. Diese Studie zeigte auch, dass die Fruchtbarkeit der Blütenstände gegenüber einem moderaten Wassermangel noch relativ tolerant ist, da die Anzahl der Trauben/ Rebe bei mittäglichen Blattwasserpotentialwerten (Ψ_l) von bis zu - 1,3 MPa nicht nennenswert reduziert wurde.
Nur ein wiederholtes Defizit in der Wasserverfügbarkeit vor der Veraison führte zu einer signifikanten Verminderung in der Anzahl der Trauben pro Rebe. Interessanterweise hatte ein Wassermangel weder vor noch nach der Veraison einen bedeutenden Einfluss auf die Anzahl der Beeren pro Traube. Dies deutet darauf hin, dass die Differenzierung einzelner Blüten (im Gegensatz zur Entwicklung ganzer Blütenstände) möglicherweise nicht so empfindlich auf Wassermangel innerhalb einer Saison reagiert. Man sollte jedoch bedenken, dass Reben aus anderen Erziehungssystemen, die zum Beispiel jedes Jahr vollständig zurückgeschnitten werden, anders auf Wassermangel reagieren können. Der Grund dafür ist, dass die Blütenstände an höheren Knotenpositionen zu einem späteren phänologischen Zeitpunkt initiiert werden als Knoten in niedrigeren Positionen. Die Ertragskomponente die am empfindlichsten auf unzureichende Wasserversorgung reagiert ist die (1) Beerengröße, gefolgt von (2) der Anzahl der Trauben pro Rebe und (3) der Anzahl der Beeren pro Traube.

Im letzten Jahr der Studie wurden alle Reben gut bewässert, um echte Langzeitfolgen auf den Ertrag zu untersuchen. Zuerst hatte es den Anschein als ob sich die Erträge erholen würden. Dies lag jedoch an einer Zunahme des Beerenvolumens, wohingegen die Anzahl der Trauben pro Rebe bei Pflanzen, die in den vergangenen Jahren vor der Fruchtreife unzureichend bewässert wurden, vergleichsmäßig niedrig blieb. Während dies die negativen Langzeitfolgen von Wassermangel vor der Veraison bestätigte, fiel die Anzahl der Trauben pro Reben nie unter einen Mindestwert. Dies zeigt, dass die Weinreben trotz schwerwiegender Wassermängel vor dem Beginn der Fruchtreife langfristig ihre Produktivität, wenn auch auf einem geringeren Niveau, beibehielten und weiterhin Blütenstände in den Knospen initiierten.

Die Regulierung von Wassermangel vor der Veraison

Knospenausbruch	Blüte & Fruchtansatz	Veraison
In diesem Zeitraum sollte Wassermangel weitgehend vermieden werden, da er das Wachstum von Trieben und Blättern verhindern kann und somit die Ausbildung eines gesunden Laubdaches, einer guten Blüte und des Fruchtansatzes.	Bei moderatem Wassermangel ($\Psi_l \geq$ -1.3 MPa) wird die Beerengröße wenig beeinträchtigt und hat nur geringe Auswirkungen auf den Ertrag des Folgejahres. Wohingegen ein starker Wassermangel den Ertrag des Folgejahres eventuell verringern kann.	

Abbildung 3. Für die Bekämpfung von Wassermangel vor der Veraison werden abhängig von dem jeweiligen Entwicklungsstadium bestimmte Maßnahmen empfohlen.

Möglicherweise wurden dafür zuvor angesammelte Kohlenhydratreserven remobilisiert, um dieses Mindestproduktionsniveau zu erhalten. Es ist jedoch unklar, inwieweit dies der Fall in zukünftigen Jahren sein könnte. Es ist deshalb denkbar, dass jüngere Reben, die weniger Kohlenhydratreserven haben, über mehrere Jahre hinweg anfälliger für Produktionsverluste sind. In Bezug auf Wasserdefizite vor der Veraison können bestimmte Maßnahmen und Auswirkungen in zwei phänologischen Stadien in Betracht gezogen werden (Abb. 3).

■ Schlussfolgerung

Wassermangel im Weinanbau kann in seiner Intensität, dem Zeitpunkt und seiner Dauer variieren. All diese Faktoren haben unterschiedliche Auswirkungen auf den Fruchtertrag. Aus der Literatur geht hervor, dass starker Wassermangel vor der Fruchtreife die Beerengröße der aktuellen Saison und die Anzahl der Trauben pro Rebe der nachfolgenden Jahre verringern wird[8]. Der Bodenwassergehalt vor dem Knospenausbruch ist entscheidend für eine gesunde Entwicklung latenter Knospen. Zudem können bestimmte weinbauliche Maßnahmen vom Knospenausbruch bis zur Veraison langfristige Auswirkungen auf die Produktivität der Weinreben wie auch die Nachhaltigkeit der Weingüter haben. ■

Alexander D. Levin[1, 2], Alain Deloire[3], Gregory A. Gambetta[4]
1 Department of Horticulture, Oregon State University, 4017 Agriculture and Life Sciences Building, Corvallis, OR 97331
2 Southern Oregon Research and Extension Center, Oregon State University, 569 Hanley Rd., Central Point, OR 97502
3 SupAgro, Department of Biology and Ecology, Montpellier University, SupAgro, Montpellier, France
4 EGFV, Bordeaux-Sciences Agro, INRA, Univ. Bordeaux, ISVV, 210 chemin de Leysotte 33882 Villenave d'Ornon, France

1 Ojeda, H., A. Deloire, and A. Carbonneau, Influence of water deficits on grape berry growth. *Vitis*, 2001. 40(3): p. 141-145.
2 Guilpart, N., A. Metay, and C. Gary, Grapevine bud fertility and number of berries per bunch are determined by water and nitrogen stress around flowering in the previous year. *European Journal of Agronomy*, 2014. 54: p. 9-20.
3 Tixier A, Gambetta GA, Godfrey J, Orozco J and Zwieniecki MA (2019) Non-structural Carbohydrates in Dormant Woody Perennials; The Tale of Winter Survival and Spring Arrival. *Front. For. Glob. Change* 2:18. doi: 10.3389/ffgc.2019.00018
4 Rossouw, G. C, Smith, J. P, Barril, C., Deloire, A., & Holzapfel, B. P. (2017). Carbohydrate distribution during berry ripening of potted grapevines: Impact of water availability and leaf-to-fruit ratio. *Scientia horticulturae*, 216, 215-225. doi: 10.1016/j.scienta.2017.01.008
5 Williams, L.E., Bud Development and Fruitfulness of Grapevines, in Raisin Production Manual, L.P. Christensen, *Editor. 2000, University of California*. p. 24-29.
6 Matthews, M., 2016. Terroir and other myths of winegrowing. *Univ of California Press*.
7 Levin, A.D., M.A. Matthews, and L.E. Williams, Effect of Preveraison Water Deficits on the Yield Components of 15 Winegrape Cultivars. *American Journal of Enology and Viticulture*, 2020. 71(3): p. 208-221.
8 Carbonneau A., Torregrosa L., Deloire A., Pellegrino A., Pantin F., Romieu C., Ojeda H., Jaillard B., Métay A., Abbal P., 2020. Traité de la Vigne, Physiologie-Terroir-Culture, *Dunod Editeur*, Paris, France, ISBN 978-2-10-079857-5, 689 p.