

**Witterungs- und Nährstoffsituation
in ihren Auswirkungen auf die Traubenfäule
am Beispiel des Jahres 2013**

Masterarbeit

eingereicht von
Markus Redl

betreut von:
Univ. Prof. DI Dr. Siegrid Steinkellner

Abteilung für Pflanzenschutz
Universität für Bodenkultur Wien

Wien, April 2015

Ein herzliches Danke

- Frau Univ. Prof. DI Dr. Siegrid Steinkellner für die wissenschaftliche Betreuung sowie für das stetige Interesse am Fortgang und der Finalisierung der Arbeit.
- allen Winzern, die mir ihre Rebflächen für die Untersuchungen zur Verfügung gestellt haben.
- meinem Bruder Christian für die tatkräftige Hilfe bei der Versuchsanlage und Versuchsdurchführung sowie meinen Eltern, die mich in jeder Art und Weise unterstützt haben.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Problemstellung	1
1.1 Traubenfäule <i>Botrytis cinerea</i>	1
1.1.1 Schadsymptome und stoffliche Veränderungen	2
1.1.2 Schadensschwelle	3
1.1.3 Biologie	4
1.1.4 Witterungs- und Nährstoffsituation als Einflussfaktoren	5
1.1.5 Bekämpfung	6
1.2 Problemstellung und Ziel der Arbeit	8
2. Material und Methoden	10
2.1 Versuchsstandorte	10
2.2 Versuchsaufbau	12
2.2.1 Stickstoffdüngung und Bodenpflege	12
2.2.2 Bewässerung	13
2.2.3 Einfluss der Witterung auf das Fäulnisauftreten	14
2.2.4 Validierung bestimmter Traubenreifeparameter im Fäulnisauftreten	15
2.3 Analysen und Untersuchungen	15
2.3.1 Rebenphänologie	15
2.3.2 Nährstoffanalysen	15
2.3.3 Blattfarbe	16
2.3.4 Gaswechsellmessungen	16
2.3.5 Traubenreife und Beerengewicht	16
2.3.6 Bonitur des Traubenbefalls	17
2.3.7 Traubenertrag	18
2.4 Statistik	18
3. Ergebnisse	19
3.1 Rebenphänologie und Witterung	19
3.2 Traubenreife	30
3.3 Stickstoffdüngung und Bodenpflege	51
3.4 Tropfbewässerung	59
4. Diskussion	65
5. Zusammenfassung	73
6. Abstract	74
7. Literaturverzeichnis	75

1. Einleitung und Problemstellung

Der heutige Weinbau sieht sich am globalisierten Weinmarkt mit immer höheren Qualitätsanforderungen konfrontiert. Grundvoraussetzung für einen Top-Qualitätswein ist ein gesundes und physiologisch reifes Traubenmaterial. Die Forderung von Seiten der Kellerwirtschaft nur befallsfreies Traubenmaterial zu Wein zu verarbeiten, hat zur Folge, dass die Trauben bei der Ernte möglichst exakt selektiert werden müssen. Oft sind heute bereits drei Lesedurchgänge pro Weingarten erforderlich. Intensive Selektionsarbeit bei der Ernte reduziert den Mengenertrag, verursacht einen enormen Mehraufwand in der Arbeitszeit für die Lese und lässt die kostenmäßige Belastung explodieren.

Heute spielt immer mehr noch ein weiterer Faktor in dieser Thematik eine entscheidende Rolle: Man erwartet sich von hochwertigen Weinen auch eine entsprechende Typizität und Aromatik, womit der Nährstoff Stickstoff in den Fokus rückt. Je höher das Mostgewicht, desto höher ist der Bedarf an hefeverwertbarem Stickstoff, um einer schleppenden bzw. stockenden Gärung vorzubeugen und die Bildung von Weinfehlern, wie z.B. Bockser, zu unterbinden. Die Gehalte dieser für die Hefe verfügbaren Stickstofffraktion sind jedoch heute oft zu gering, um optimale Gärbedingungen zu schaffen (DITTRICH und GROSSMANN 2010). Während die einen dieses Problem über önologische Zusätze zu regeln versuchen, sind die anderen bemüht, Maßnahmen im Weingarten zu ergreifen, um die hefeverwertbaren Stickstoffverbindungen und auch stickstoffhaltigen Aromakomponenten zu erhöhen (LACROUX et al. 2008). Neben der Rolle in der Vergärung der Moste kommt dem Stickstoff auch als Element in wichtigen Aromastoffgruppen, wie Methoxypyrazine und Thiole, bei vielen Rebsorten eine wichtige Bedeutung zu (RIBEREAU-GAYON et al. 2006b). Im Zuge dieser Diskussion werden jedoch auch die Befürchtungen immer lauter, dass die gewünschten höheren Gehalte an hefeverwertbaren Stickstoffverbindungen in den Beeren beziehungsweise die weinbaulichen Maßnahmen zur Erhöhung dieser Stickstoffkomponenten das Befallsrisiko an Traubenfäule fördern.

1.1 Traubenfäule *Botrytis cinerea*

Die Traubenfäule wird primär durch den Grauschimmelpilz *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr., der Nebenfruchtform von *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel, hervorgerufen. Die teleomorphe Form tritt im Freiland mit ihren Apothecien kaum in Erscheinung. Der Pilz ist kein rebenspezifischer Parasit, sondern kann über 200 Wirtspflanzen befallen (JARVIS 1977). Als

fakultativer Schwächeparasit ist er in der Lage, sowohl parasitisch als auch saprophytisch zu leben (SMITH 1902).

1.1.1 Schadsymptome und stoffliche Veränderungen

B. cinerea tritt sowohl an vegetativen als auch an generativen Organen der Rebe auf. Nur in der Pfropfrebenproduktion ist der Befall an vegetativen Organen der Rebe wirtschaftlich von Bedeutung. Es können hier sowohl die jungen grünen Triebe an der Befallsstelle weich werden und abfallen, als auch die kleinen Blätter infiziert werden, bräunliche Flecken zeigen und bei anhaltender Feuchtigkeit einen Sporenrasen ausbilden (GÄRTEL 1968).

An den generativen Organen kann der Pilz in Ertragsanlagen in Form der „Gescheinsbotrytis“ in Erscheinung treten, wenn es um die Rebblüte bei feucht-warmer Witterung zu einer Infektion der Gescheine kommt. Diese werden dann ganz oder nur zum Teil braun und fallen ab (PEZET und PONT 1986).

Beim Befall unreifer Trauben durch „Stielfäule“ verfärbt sich das Traubengerüst bzw. der Beerensiel an der Infektionsstelle braun und mazeriert. Durch diesen Aufweichungsprozess fließt Zellsaft durch die aufgelöste Kutikula heraus (Nässestadium). Bei trockenem Wetter verdorrt das befallene Gewebe rasch, bei feuchten Bedingungen bildet sich hingegen ein Sporenrasen mit den Konidienträgern aus. Da die Versorgung der unter der Befallsstelle befindlichen Beeren unterbrochen wird, reifen diese Beeren nicht mehr aus und schrumpfen ein. Durch das allmähliche Vermorschen der Stiele lässt die Zugfestigkeit nach und die befallenen Trauben oder Traubenteile können zu Boden fallen. Solche „Bodentrauben“ sind insbesondere bei der Sorte Riesling sehr häufig zu beobachten (GÄRTEL 1968).

An unreifen bis reifenden Beeren mit noch geringer Zucker- und hoher Säurekonzentration kann die „Sauerfäule“ auftreten. Bei ihr unterscheidet man die Subformen „Rohfäule“, bei der sich nach vollständiger Durchwucherung des Myzels die Beeren rotbraun verfärben und keinen Sporenrasen zeigen, und „Graufäule“, bei welcher der Erreger bei feucht-warmer Witterung nach außen dringt und den typischen mausgrauen Sporenrasen ausbildet. Bei der mitunter erwünschten „Edelfäule“ werden physiologisch reife Beeren befallen, welche bei trockenem Wetter durch die poröse Beerenhaut bei schwindendem Pilzrasen einschrumpfen. Die Mostgewichtsgrenze zwischen Sauerfäule und Edelfäule wird in der Literatur sehr verschieden angeführt (HASSELBACH 1968, REDL et al. 1996).

Aus edelfaulen Beeren können nach sorgfältiger Selektion hochwertige Prädikatsweine gewonnen werden. Durch den Befall mit *B. cinerea* erfolgt eine Aufkonzentrierung und Umwandlung vieler Inhaltsstoffe. So steigt das Mostgewicht durch den Wasserverlust an, wobei die Fructose im Verhältnis zur Glucose stärker zunimmt, da der Pilz für seinen Stoffwechsel Glucose bevorzugt (DITTRICH und GROSSMANN 2010). Weinsäure wird stärker abgebaut als

Äpfelsäure, jedoch werden die Gehalte beider Säuren durch den Wasserverlust wieder aufkonzentriert (RIBEREAU-GAYON et al. 2006a). Glycerin, Galacturonsäure (durch Pektinabbau), Gluconsäure und Polysaccharide (Glucane, die Filtrationsprobleme im Wein verursachen können) werden neu gebildet. Weiters kommt es zu einer Veränderung der stickstoffhaltigen Stoffe, da die löslichen Verbindungen (Aminosäuren, lösliche Proteine) abnehmen und die unlöslichen Stickstoffverbindungen ansteigen (DITTRICH und GROSSMANN 2010).

Bei blauen Trauben (Rotweinsorten) kommt es als negative Folge zu einem Farbverlust. Die farbgebenden Anthocyane (β -Glucoside) werden durch Glucosidasen gespalten und die anfallenden Produkte durch das Enzym Laccase weiter umgesetzt (DITTRICH und GROSSMANN 2010). Laccase formt bei weißen Trauben (Weißweinsorten) Phenole zu Quinone um (SALGUES et al. 1986), welche dann polymerisieren und braune Pigmente formen, woraus sich dann die verstärkte Braunfärbung der Moste ergibt (RIBEREAU-GAYON et al. 2006a). Die Infektion der Beeren mit *B. cinerea* wird einerseits mit einem Anstieg der „Pathogenesis-related Proteins“ in Verbindung gebracht (RENAULT et al. 1996), welche für Eiweißtrübungen im Wein verantwortlich sind (WATERS et al. 1996). Andererseits konnte auch eine Abnahme dieser PR-Proteine nach einem Befall durch *B. cinerea* festgestellt werden (GIRBAU et al. 2004). Die sortenspezifischen Aromakomponenten werden verändert, da Glucosidasen Terpene freisetzen, die dann abdunsten. Weiters können die durch Laccase gebildeten Quinone mit Thiolen reagieren (SCOTT et al. 2010), wodurch sich die Intensität dieser wichtigen Aromastoffgruppe verringert. Während die Graufäule im Wein unerwünschte Erd- bzw. Champignontöne verursacht (LA GUERCHE et al. 2006), kommt es bei der Edelfäule zur Bildung des erwünschten, aber schwer zu definierenden Edelfäulebuketts (DITTRICH und GROSSMANN 2010).

1.1.2 Schadensschwelle

Über den Anteil an befallenen Beeren, die ohne önologisch-wirtschaftliche Einbußen für die Weinproduktion mitverarbeitet werden können, findet man in der Literatur für Rotwein einen Prozentsatz von rund 10 % (WEBER et al. 1978) bzw. 5 % (KY et al. 2012), für Weißwein einen solchen von 15 - 25 % (REDL et al. 1996). Heute sind diese Schadensschwellen jedoch in Frage zu stellen, da in der Praxis bei angestrebten Topqualitäten sowohl bei Weißwein als auch bei Rotwein Null-Toleranz hinsichtlich des Befalls des verarbeiteten Lesegutes angestrebt wird (REDL et al. 2014).

1.1.3 Biologie

An der Rebe überwintert *B. cinerea* als Myzel an einjährigen Trieben oder in Form von Dauerorganen (den Sklerotien) auf der Rinde, auf abgefallenen Blättern sowie auf am Boden befindlichen Trauben. Im Frühjahr bilden sich bei feucht-warmer Witterung Konidien aus, die durch Regen und Wind verbreitet werden (REDL et al. 1996). Für die Keimung dieser ist eine Benetzung mit Wasser für mindestens zwei Stunden in einem weiten Temperaturbereich (3 bis 30 °C) notwendig, für die Ausbildung und das Eindringen des Keimschlauchs hingegen nur entsprechend hohe Luftfeuchtigkeit (GÄRTEL 1968). Konnte der Pilz in das Wirtsgewebe eindringen und sich erfolgreich gegenüber den Abwehrstoffen der Rebe (z.B. Stilbene) behaupten (VAN BAARLEN et al. 2004), werden die Mittellamellen und Zellwände der Pflanzenzellen durch Enzyme (z.B. Pektinasen) aufgelöst, die Zellen durch Toxine abgetötet und das Gewebe mazeriert (KARS und VAN KAN 2004). Bei feuchtwarmen Bedingungen kann dann, wenn im Inneren der Reborgane ein entsprechendes Myzel ausgebildet ist, ein Sporenrasen (Konidienträger) hervortreten (REDL et al. 1996).

B. cinerea bildet im Laufe des Befalls eine Reihe von Enzymen. Eines davon ist eine extrazelluläre Laccase, welche eine Reihe phenolischer Substanzen oxidieren kann (PEZET 1998). Ihre genaue Rolle im Infektionsprozess an der Rebe ist jedoch noch immer nicht klar (KARS und VAN KAN 2004). Aufgrund von *in vitro* Untersuchungen nehmen HOOS und BLAICH (1990) an, dass dieses Enzym Resveratrol in der Umgebung der Hyphen oxidiert, während SHOUTEN et al. (2002) auf Basis molekularbiologischer Untersuchungen eine entscheidende Rolle der Laccase im Infektionsprozess eher ausschließen.

Die Rebbüte gilt heute als ein entscheidender Zeitpunkt für die Infektion durch *B. cinerea*, welche dann latent bleibt (McCELLAN und HEWITT 1973, PEZET und PONT 1986, HOLZ et al. 2003, KELLER et al. 2003, VIRET et al. 2004, ACHLEITNER 2008, CALVO-GARRIDO et al. 2014). In diesem phänologischen Stadium können direkte Infektionen der Beeren über die Narbe stattfinden (McCELLAN und HEWITT 1973). Der Erreger ist aber auch in der Lage, in die Interzellularen über die nekrotisierte Abrissstelle der Kalyptra und der Staubgefäße am Blütenbodenrand (KELLER et al. 2003, VIRET et al. 2004) einzuwachsen oder über einen freien, kleinen feuchten natürlichen Übergangsraum zwischen Blütenboden und Fruchtknoten einzudringen (VIRET et al. 2004).

Nach der Rebbüte können die abgestorbenen Blütenreste, wie Staubgefäße, Mütchen und abgestoßene Fruchtknoten, durch *B. cinerea* besiedelt werden. Diese dienen dem Pilz als Nährstoffquelle, da er diese saprophytisch nutzen kann. Verbleiben diese Reste im Traubengerüst bzw. auf den Beeren, durchwächst der Erreger das nekrotrophische Gewebe und bleibt solange latent, bis für ihn optimale Ausbruchsbedingungen eintreten. Sobald diese gegeben sind, greift der Pilz auf lebendes Gewebe über und bildet an Traubengerüst, Beerenstielchen und Beeren Symptome aus (GÄRTEL 1968, ACHLEITNER 2008).

Mit Eintritt in die Phase IV der Beerenentwicklung (Reifephase) lässt die pflanzeigene Abwehr der Reben nach (REDL et al. 1996) und die Anfälligkeit gegenüber *B. cinerea* nimmt immer mehr zu (STELLWAAG-KITTLER 1968). Im Zuge dieser Reifephase verringern sich die Gehalte an Resveratrol und an Gesamtphenolen stark (PEZET et al. 2003). Ebenso nimmt die Konzentration an titrierbarer Säure (vor allem Äpfelsäure) ab, während das Mostgewicht (Zuckerkonzentration) ansteigt (RIBEREAU-GAYON et al. 2006a). Schwachstellen, Verletzungen oder Mikrorisse der Kutikula begünstigen das Eindringen von *B. cinerea* (REDL et al. 1996). Mit zunehmender Reife erhöht sich der Perforationsgrad der Kutikula und damit nimmt der mechanische Schutz der Beeren immer mehr ab (BLAICH et al. 1984). Verstärkt können nun Zuckerexudate aus dem Inneren der Beeren nach außen treten, wodurch ein stimulierender Effekt auf die Keimung von Botrytiskonidien entsteht (GÄRTEL 1968).

1.1.4 Witterungs- und Nährstoffsituation als Einflussfaktoren

In sehr vielen Kulturen können einseitige Stickstoffgaben zu einer höheren Anfälligkeit der Pflanzen gegenüber Schaderregern führen (BERGMANN 1993). Auch im Weinbau wird eine hohe Stickstoffdüngung mit einer befallsfördernden Wirkung durch *B. cinerea* in Verbindung gebracht. So zeigen hohe Stickstoffgaben von 100 kg/ha/Jahr und mitunter sogar noch viel mehr (150 bis 200 kg/ha/Jahr), als Einzelgabe zum Austrieb oder aufgeteilt auf zwei Gaben (vor und nach der Blüte) oder auf drei Gaben (vor Austrieb, knapp nach der Blüte und zu Traubenschluss/Reifebeginn) eine höhere Anfälligkeit gegenüber *B. cinerea* (DELAS et al. 1982, CONRADIE und SAAYMAN 1989, R'HOUMA et al. 1998, GAY EYNARD et al. 2000, KELLER et al. 2001, LINSENMEIER und LÖHNERTZ 2007). Sehr hohe Stickstoffgaben sind aber in den Weingärten Österreichs und in vielen anderen Weinbauländern meist nie verabreicht worden oder heute nicht mehr praxisüblich. Es fällt auf, dass in vielen Untersuchungen Stickstoff nur isoliert betrachtet wird, ohne zumindest die anderen Makronährstoffe in die Ergebnisbeurteilung zur Krankheitsanfälligkeit einfließen zu lassen. Kaum berücksichtigt wird beispielsweise, dass sich die Makronährstoffgehalte der Blattspreiten durch unterschiedliche Stickstoffgabemengen bedeutend verändern (CONRADIE und SAAYMAN 1989, GAY EYNARD et al. 2000, LINSENMEIER und LÖHNERTZ 2007).

Viel zu oft unterschätzt oder nicht erfasst wird auch der Einfluss einer falsch terminierten Stickstoffmobilisierung, wie durch eine zu späte Stickstoffgabe oder durch eine intensive Bodenbearbeitung (FOX 2007, REDL 2008a). Speziell der Effekt der Bodenbearbeitung und deren Terminierung wurde auf *B. cinerea* international bis lang kaum untersucht. Die Stickstoffmobilisierung selbst, wie auch die Aufnahme anderer Nährstoffe, wird vor allem durch die Bodentemperatur und die Bodenfeuchtigkeit, damit auch indirekt durch die vorherrschende Witterung beeinflusst (BERGMANN 1993). Heute gilt zudem zu beachten, dass vielfach die

Reben bewässert werden. Eine sehr spät durchgeführte Bewässerung (bei bereits reifenden Beeren) erhöht jedenfalls das Risiko eines höheren Botrytisbefalls (KIEFER 1968, REDL et al. 2014).

Weit verbreitet ist die Annahme, dass das Auftreten von *B. cinerea* ein direktes Spiegelbild des Witterungsverlaufs darstellt. So herrscht die Ansicht vor, dass unter dem Einfluss von reichlichem Niederschlag sich der Pilz sehr stark entwickelt (LORENZ und EICHHORN 1979). Vor allem in Jahren mit feucht-warmer Witterung ist *B. cinerea* als einer der gefährlichsten Parasiten der Rebe anzusehen (NIEDER und HÖBAUS 1986). Nach KROMP-KOLB et al. (2014) zeichnet sich durch den gegenwärtigen Klimawandel bereits seit längerer Zeit ab, dass die Beschleunigung der Rebenphänologie bei feuchten Witterungsbedingungen zu einem erhöhten Befallsdruck durch Traubenfäuleerreger führt. KAST et al. (2004) konnten jedoch in langjährigen statistischen Analysen über den Einfluss der Witterungsbedingungen auf das Auftreten von *B. cinerea* für die Niederschläge in der Reifephase (September und Oktober) nur eine schwach positive, nicht signifikante Korrelation mit dem Traubenfäuleauftreten nachweisen. Demgegenüber fanden sie die Niederschlagssumme im Juni, dem Monat in dem im Wesentlichen die Rebblüte abläuft, signifikant positiv mit dem Traubenfäulebefall korreliert, was nach Ansicht der Autoren auf eine entscheidende Bedeutung der latenten Infektion zur Rebblüte hinweist.

Bereits MÜLLER-THURGAU (1888) beobachtete, dass es zum Eindringen von *B. cinerea* in reife Beeren der Mithilfe eines hohen Feuchtigkeitsgehaltes der Luft (besonders günstig Nebel) bedarf. Die Untersuchungen von MÜLLER (2015) für den Zeitraum 1991 bis 2013 zeigen, dass weder die Anzahl der Niederschlagstage noch die Niederschlagshöhe Fäulniseskalationen erklären, sondern vorrangig die relative Luftfeuchtigkeit bzw. die Taubildung. Besonders begünstigt wird die Ausbreitung der Traubenfäule, wenn mehrtägig während der Nacht eine intensive Blatt- und Traubennässephase, bei relativ warmen Temperaturen gegeben ist.

1.1.5 Bekämpfung

Vorrangig sind im Weinbau alle Maßnahmen zur Bekämpfung der Traubenfäule vorbeugend auszurichten. Diese indirekten Verfahren umfassen die weinbaulichen und kulturtechnischen Faktoren. Sie nehmen eine immer wichtigere Funktion ein, da die chemischen Bekämpfungsmaßnahmen nicht ausreichen, um den gewünschten Erfolg einer Befallsminimierung zu erzielen (REDL et al. 1996).

Ein wesentlicher Faktor bei der indirekten Bekämpfung ist es, das Bestandesklima bzw. Mikroklima um die Trauben so zu gestalten, dass ein schnelles Abtrocknen und eine Reduktion der Benetzungsdauer mit Wasser ermöglicht wird (STELLWAAG-KITTLER 1968). Erzielt kann

dies werden durch eine entsprechende Rebanlageform (REDL 2008a, enge Reihenabstände und niedrigere Stammhöhen wirken befallsfördernd), gute Verteilung des Fruchtholzes (REDL et al. 1996), sorgfältiges Jäten mit Entfernung von Doppel- und Kümmertrieben sowie zu dicht stehenden Trieben (JÖRGER et al. 2010), Entgeizen der Traubenzone (STELLWAAG-KITTLER 1968) und Teilentblätterung unterhalb und/oder in der Traubenzone (REDL et al. 1984, GUBLER et al. 1987, ZOECKLEIN et al. 1992, PERCIVAL et al. 1994, HOFMANN 2006, MÜLLER 2015).

Wenn die Entblätterung bald nach der Rebblüte (in der Zellteilungsphase der Beeren) durchgeführt wird, kann es zu einer stärkeren Abhärtung der Beeren kommen, ebenso wie durch den Einsatz von Kupferpräparaten in dieser Phase (II) der Beerenentwicklung (STELLWAAG-KITTLER 1968). Die dadurch bedingte Verringerung des Assimilatangebots für die Trauben kann zu geringeren Beerengrößen und zu lockeren Trauben führen, bei denen die Gefahr des gegenseitigen Abdrückens der Beeren vom Stielgerüst gemindert ist (MÜLLER 2008). Lockere Traubenstrukturen können auch durch späteren Laubschnitt entstehen, indem die Triebspitze länger als „major-sink“ dient (FOX 2007), weiters durch Traubenteilung (MÜLLER 2008) oder den Einsatz eines Bioregulators (Phytohormon) zur Blüte. Verletzungen der Beerenhaut, sowohl mechanischen als auch biotischen Ursprungs, sind unbedingt zu vermeiden. So trägt eine entsprechende Sauerwurmbekämpfung zur Minimierung des Botrytis-Befallsrisikos bei (REDL et al. 1996). Da ein luftiges Bestandesklima von wichtiger Bedeutung ist, kommt einem harmonischen Wachstum der Rebe enorme Bedeutung zu. Sowohl ein zu intensives vegetatives Wachstum, wie auch ein zu starker generativer Fruchtansatz (kompakte Trauben) können befallsfördernd wirken (VALDEZ-GOMEZ et al. 2008).

Zur direkten Bekämpfung stehen in Österreich spezielle synthetische Fungizide (Botrytizide) aus vier verschiedenen Wirkstoffgruppen zur Verfügung. Im Sinne einer zielgerichteten Antiresistenzstrategie sollte jede Wirkstoffgruppe jedoch nur ein Mal pro Jahr zum Einsatz kommen. Weiters zugelassen sind auch der Mikroorganismus *Aureobasidium pullulans* (Handelsbezeichnung Botector), der als Nahrungs- und Platzkonkurrent auf der Beere gegenüber *B. cinerea* wirkt (ANONYM 2015a), sowie der Wirkstoff Kaliumhydrogencarbonat mit der Handelsbezeichnung Armicarb (ANONYM 2015b).

Für synthetische Botrytizide gilt heute als wichtigster Einsatzzeitpunkt das phänologische Stadium kurz vor Traubenschluss (BBCH 77). Die neuen Erkenntnisse deuten sogar in die Richtung, dass zukünftig der Einsatz schon zu Blühende bzw. Fruchtansatz viel zielführender ist (REDL 1999, CALVO-GARRIDO et al. 2014). In Anbetracht der zuletzt eingeführten Sekundärlimits für die Rückstandsbelastung von Weinen im Lebensmitteleinzelhandel (LEH) und von einigen Importländern (Japan, Kanada, u.a.) muss heute dringend geraten werden, von einem von Seite der Beratung vielfach empfohlenen Einsatz der synthetischen Botrytizide noch zu Reifebeginn der Trauben Abstand zu nehmen (REDL et al. 2014).

Nicht zuletzt lassen in den letzten Jahren die Wirkungsgrade der Botrytizide immer mehr zu wünschen übrig. Vielerorts sind diese völlig unbefriedigend bei der Bekämpfung von *B. cinerea* (KNOLL 2008). Aus mehreren Ländern konnten aus verschiedenen Weingärten Botrytis-Stämme mit Resistenz gegenüber mehreren heute europaweit gängigen botrytiziden Wirkstoffen isoliert werden (LEROUX 2004). Bereits Ende der 1970er Jahre wurden erste Sensitivitätsminderungen gegenüber der Gruppe der Dicarboxamide entdeckt (PEZET 1982, LEROUX und CLERJEAU 1985). Auch bei einigen derzeit in Österreich zugelassenen Spezialbotrytiziden konnten international bereits Resistenzen ermittelt werden, so z.B. bei der Gruppe der Anilinopyrimidine (LEROUX 2004), bei Fenhexamid (SAITO et al. 2014) und Boscalid (LEROCH et al. 2011, DE MICCOLIS ANGELINI et al. 2014). Als besonders anfällig gilt die neue Gruppe der Succinat-Dehydrogenase-Inhibitoren (SDHI) mit den Vertretern Boscalid und Fluopyram, da offenbar ein Naheverhältnis in der Wirkungsweise mit den Strobilurinen (Quinone outside Inhibitoren) besteht (FERNANDEZ-ORTUNO et al. 2012), bei denen bereits ausgeprägte stabile Resistenzen nachgewiesen wurden.

Als Fazit muss festgehalten werden, dass in Summe die Bekämpfungsmaßnahmen gegenüber *B. cinerea* gegenwärtig, insbesondere bei befallsfördernden Witterungsbedingungen, nicht ausreichen, um die Traubenfäule auf ein wirtschaftlich akzeptables Niveau zu senken.

1.2 Problemstellung und Ziel der Arbeit

Ziel der Arbeit war, zunächst anhand von Freilanduntersuchungen im Jahr 2013 die Frage zu klären, inwieweit bestimmte Traubenreifeparameter (Mostgewicht, titrierbare Säure, pH-Wert, Gesamtphenole, alpha-Amino-Stickstoff, Ammonium, Laccase, Glycerin und Gluconsäure) und die Witterung einen Einfluss auf den Traubenfäulebefall haben. Um diesen Aspekt zu untersuchen, wurden in zwei klimatisch unterschiedlichen Weinbaugebieten (Seewinkel und Kremstal) verschiedene Standorte und Rebsorten herangezogen.

Im zweiten Forschungsansatz war geplant, im Rahmen eines Düngungs- und Bodenpflegeversuchs bei der Sorte Grüner Veltliner (Standort im Kremstal) verschiedene Auswirkungen der Nährstoffbereitstellung für die Weinrebe auf den Traubenfäulebefall abzuklären. Da Stickstoff am häufigsten mit einer Förderung des Traubenfäulebefalls in Verbindung gebracht wird, erfolgte eine Differenzierung der Düngung anhand dieses Nährstoffs. So sollte neben der Stickstoffdüngung über den Boden auch jene auf das Blatt schon vor der Rebblüte eingebunden werden, da diese Form in der Praxis verstärkt zur Stickstoffanreicherung in den Beeren eingesetzt wird. Das grundsätzliche Bodenpflegesystem bestand an diesem Standort in Krems in den letzten Jahren aus einer Dauerbegrünung in jeder zweiten Fahrgasse, während in den anderen Fahrgassen eine Frühjahrsgründüngung

eingebaut wurde. Kurz vor der Rebblüte sollte dann in der vorliegenden Arbeit eine Differenzierung in der frühjahrsbegrünter Fahrgasse vorgenommen werden: Auf der einen Seite nach dem Mulch-Vorgang ein dreimaliges Öffnen des Bodens (mit Grubber) während der weiteren Vegetationszeit, auf der anderen Seite lediglich ein Walzen des Gründüngungsaufwuchses. Wie aus eigenen Vorversuchen im Jahr 2012 zu sehen war, bilden bei diesem im Weinbau relativ neuen System der Bodenbewirtschaftung („Walzen“) die abgeknickten Pflanzen eine Abdeckung des Bodens, die als Verdunstungsschutz fungiert.

Da die Bewässerung der Reben heute an vielen Standorten ein wichtiger Faktor für die Produktion qualitativ hochwertiger Trauben darstellt, sollten als weiteres Ziel in dieser Arbeit die Auswirkungen auf das Auftreten von *B. cinerea* durch verschieden hohe Bewässerungsintensitäten untersucht werden, und zwar an einem Standort mit der Rebsorte Zweigelt im Burgenland (Seewinkel) auf einem seichtgründigen grobanteilreichen Paratschernosem. Dieser Tropfbewässerungsversuch läuft bereits seit dem Jahre 2002 (REDL 2004).

2. Material und Methoden

2.1 Versuchsstandorte

Die Untersuchungen wurden im Jahr 2013 an 13 Standorten durchgeführt, wovon sieben im Weinbaugebiet Neusiedlersee (Seewinkel) in der Gemeinde Andau und fünf im Weinbaugebiet Kremstal in der Gemeinde Krems lagen. Die Charakterisierung der Versuchsflächen ist in Tabelle 1 dargestellt. Geologisch betrachtet befanden sich die in Krems gelegenen Flächen auf neogenen fluviatilen Schotterterrassen, jene in Andau auf quartärem Seewinkelschotter. Von den Bodentypen war der Tschernosem am häufigsten vertreten, welcher bis auf die Standorte K-GV3 und K-ZW tiefgründig war, gefolgt von Paratschernosem. Am Standort A-ZW1 hatte der Paratschernosem einen besonders hohen Grobanteil von 75 - 80 %.

Tabelle 1: Kurzcharakteristik der Versuchsstandorte hinsichtlich Sorte und Boden

Ort	Code	Standort	Sorte	Unterlage	Bodentyp	Bodenart	Kalk %
Andau	A-GV1	Prädium	GV	K 5BB	Paratschernosem	sL - IS,	0-3
	A-GV2	Triftacker	GV	unbek	Tschernosem	sL	unbek
	A-GV3	Prädium	GV	K 5BB	Pararendzina, rig.	IS - sL	12-22
	A-MT	Triftacker	MT	unbek	Tschernosem	sL	unbek
	A-ZW1	Prädium	ZW	K 5BB	Paratschernosem	sL - IS	0-4
	A-ZW2	Triftacker	ZW	K 5BB	Tschernosem	sL	2-37
	A-ZW3	Triftacker	ZW	K 5BB	Tschernosem, rig.	sL	unbek
Krems	K-GV1	Holzgasse	GV	K 5BB	Kulturrehoboden aus Sand	S	32
	K-GV2	Holzgasse	GV	K 5BB	Tschernosem aus Löß, rig.	zS - IZ	31
	K-GV3	Holzgasse	GV	K 5BB	Tschernosem aus Feinmat.	IS - sZ	16
	K-MT	Holzgasse	MT	K 5BB	Tschernosem aus Löß, rig.	zS - IZ	29
	K-RR	Braunsdorf	RR	K 5BB	Felsbraunerde aus Gneis	S	<1
	K-ZW	Holzgasse	ZW	unbek	Tschernosem aus Feinmat.	IS - sZ	16

Abkürzungen:

Rebsorte: GV = Grüner Veltliner
 MT = Müller-Thurgau
 RR = Rheinriesling
 ZW = Zweigelt

Bodenart: S = Sand
 IS = lehmiger Sand
 zS = schluffiger Sand
 sL = sandiger Lehm
 sZ = sandiger Schluff
 IZ = lehmiger Schluff

Kalk: CaCO₃ (%) im Profil 25-50 cm

Die meisten Standorte waren als Weitraumanlagen angelegt (Tab. 2). Nur die Flächen K-MT und K-RR waren engräumig sowie K-GV2 mittelweit gepflanzt. In Andau waren die Reben als Kopferziehung mit einem Flachbogen bzw. Halbbogen (A-GV1 und A-ZW1) formiert. Die Anschnittlänge betrug durchschnittlich zehn Augen pro Bogen. In Krems wurde auf den Standorten mit Grüner Veltliner ein Strecker-Zapfen-Schnitt auf einem waagrechten zweiarmigen Kordon durchgeführt. In den restlichen Anlagen wurden pro Stock zwei kurze

Bögen mit 5-6 Augen angeschnitten. Grundsätzlich wurde in den Versuchsanlagen ein relativ schwacher Rebschnitt praktiziert.

Tabelle 2: Weinbauliche Charakteristik der Versuchsflächen

Standort Code	Pflanzverband (m)	Standraum (m ² .Stock ⁻¹)	Stöcke (ha ⁻¹)	Stamm- höhe (m)	Anschnitt- stärke (Augen.m ⁻²)	Laubwand- höhe (m)
A-GV1	2,9 x 1,0	2,90	3.448	1,0	5	1,0
A-GV2	2,6 x 1,0	2,60	3.846	1,0	5	1,2
A-GV3	2,7 x 0,95	2,57	3.899	0,9	5	1,2
A-MT	2,6 x 1,0	2,60	3.846	1,0	5	1,2
A-ZW1	2,9 x 1,0	2,90	3.448	1,0	5	1,0
A-ZW2	2,8 x 0,95	2,66	3.759	0,9	5	1,3
A-ZW3	2,6 x 0,85	2,21	4.525	0,85	4	1,5
K-GV1	3,0 x 1,2	3,60	2.778	0,9	5	1,5
K-GV2	2,2 x 1,1	2,42	4.132	1,1	5	1,2
K-GV3	2,6 x 1,0	2,60	3.846	1,0	5	1,5
K-MT	1,7 x 1,1	1,87	5.348	1,0	5	1,2
K-RR	1,4 x 1,0	1,40	7.143	0,8	7	1,3
K-ZW	2,8 x 1,0	2,80	3.571	1,0	4	1,0

Alle grünen Triebe wurden auf den Flächen A-GV1, A-GV3, A-ZW1, A-ZW2 und K-ZW in den Drahtrahmen eingestrikt, hingegen formierte man auf den restlichen Standorten nur die Hälfte der Triebe bei K-GV1 und K-GV2 beziehungsweise ein Drittel bei K-GV3 im Drahtrahmen, während die anderen Triebe jeweils links und rechts abwärts gerichtet in die Fahrgasse frei hineinragten.

Auf den Standorten A-GV1, A-GV3 und A-ZW1 erfolgte bis auf ein Einschlaufen der Triebe und ein Entfernen der Wasserschosse am Stamm bzw. an der Veredlungsstelle keine weitere Laubarbeit. Auf allen anderen Flächen wurden neben den schon oben genannten Arbeiten weiters nicht-traubentragende sowie zu dicht stehende Triebe auf dem Kopf und auf dem Bogen bzw. Kordon entfernt. Ab Schrotkorngröße der Beeren wurde auf den Standorten A-GV2, A-MT, A-ZW2 und A-ZW3 eine Teilentblätterung der Traubenzone durchgeführt (maschinell und/oder manuell). In der Fläche K-RR entnahm man nur die sich im Inneren der Traubenzone befindlichen und schlecht belichteten Blätter, während die äußeren verblieben. Auf den restlichen Standorten wurden nach der Rebblüte nur die Geiztriebe aus der Traubenzone (an dichten Stellen auch ein Blatt) entfernt. Bis auf die Flächen A-GV1, A-GV3 und A-ZW1 zeigten alle ab kurz vor Reifebeginn einen lockeren luftigen Aufbau der Traubenzone.

In den Anlagen A-GV2, A-MT, A-ZW3, K-GV1, K-GV2, K-GV3, K-MT und K-ZW war jede zweite Fahrgasse dauerbegrünt, während die andere Fahrgasse ab Mitte April bzw. Anfang Mai extensiv offen gehalten wurde. Eine Frühjahrsgründüngung wurde in den Flächen K-GV1, K-GV2, K-GV3 und K-MT in den nicht dauerbegrüntten Fahrgassen eingebaut. Auf den anderen Standorten erfolgte eine extensive Bearbeitung des Bodens in jeder Fahrgasse. Die Flächen A-GV1, A-GV2, A-GV3, A-ZW1, A-ZW2, A-ZW3 und K-RR erhielten mittels Tropfbewässerung

eine zusätzliche Wassergabe, welche betriebsspezifisch, abhängig von Witterung, Phänologie und Standort vorgenommen wurde. Die Düngung erfolgte in allen Versuchsflächen bis auf K-GV1 (Stickstoffdüngungs- und Bodenpflegeversuch) betriebsüblich.

Die Pflanzenschutzmaßnahmen wurden auf jedem Standort betriebsüblich durchgeführt. Gegen die Traubenfäule erfolgte in den Flächen A-GV1, A-GV2, A-ZW1, A-ZW3, A-MT und K-ZW kein Einsatz eines Botrytizids. An den Standorten K-GV1, K-GV2, K-GV3, K-MT und K-RR wurde eine Botrytizidbehandlung (Wirkstoff Boscalid) zu Fruchtansatz und knapp vor Traubenschluss (Wirkstoff Pyrimethanil) in die Traubenzone vorgenommen, während die restlichen Standorte zumindest einmal vor Traubenschluss eine Botrytizidapplikation in die Traubenzone erhielten. Den Anweisungen eines Bio-Beraters zufolge erfolgte auf den Standorten A-GV2, A-ZW3 und A-MT von Reifebeginn an wöchentlich bis zur Ernte die Applikation einer Kalklösung in die Traubenzone.

2.2 Versuchsaufbau

Alle Untersuchungen wurden im Freiland im Jahr 2013 in Ertragsanlagen durchgeführt.

2.2.1 Stickstoffdüngung und Bodenpflege

In der Anlage K-GV1 in Krems wurde sowohl der Einfluss von Boden- und Blattdüngung, als auch jener einer Bodenbearbeitung in ihren Auswirkungen getestet. In Tabelle 3 ist der Versuchsaufbau der vier Varianten mit den Kurzbezeichnungen N0, N1, N2 und N3 dargestellt. In diesem Freilandversuch betrug die Parzellengröße 35 Rebstöcke, wobei keine Wiederholungsparzellen angelegt werden konnten.

Tabelle 3: Versuchsaufbau Stickstoffdüngung und Bodenpflege

Variante Code	N-Gabe kg/ha		Gründüngung Einsaat 12.04.	Bodenpflege		
	Boden 12.04.	Blatt 29.05.		Walzen 13.06., 07.07.	Grubbern 15.06., 25.07., 17.08.	
N0	0	0	x		x	x
N1	45	0	x		x	x
N2	45	0,9	x		x	x
N3	45	0	x	x		

In allen Varianten wurde in jeder zweiten Fahrgasse am 12.04., zirka 14 Tage vor Austrieb, gegrubbert und eine Frühjahrsgründüngung (Tab. 4) in Form der Mischung Futtererbse, Ölrettich und Phacelia per Hand eingesät, während die anderen Fahrgassen naturbegrünt blieben. Weiters wurde in den Varianten N1, N2 und N3 in den bearbeitenden Fahrgassen 90 kg/ha Stickstoff (Nitramoncal) ausgebracht (Tab. 5), was einer Stickstoffmenge von 45 kg/ha

bezogen auf die Gesamtfläche und einer Menge von 16,2 g N pro Stock entsprach. Unmittelbar nach dem Ausstreuen wurden Saatgut und Dünger mittels Grubber leicht in den Boden eingearbeitet.

Tabelle 4: Gründüngung und Saatstärke

Saatgutmischung	Saatstärke in jeder 2. Fahrg. (g/m ²)
Futtererbse	13,30
Ölrettich	0,67
Phacelia	0,67

Tabelle 5: Verabreichte Stickstoffdünger

N-Gabe	Düngerform	N-Anteil	N/Stock	Applikation
Boden	Nitramoncal	13,5 % NO ₃ ⁻ 13,5 % NH ₄ ⁺	16,2 g	in jeder 2. Fahrgasse 90 kg N.ha ⁻¹ = 45 kg N.ha ⁻¹ auf Gesamtfläche
Blatt	Harnstoff	46 % CH ₄ N ₂ O	0,3258 g	0,75 % Harnstofflösung gesprüht = 0,9 kg N.ha ⁻¹

In der Variante N2 erfolgte am 29.05. (drei Wochen vor der Vollblüte der Reben) einmalig auch eine 0,75 %-ige Harnstoffapplikation auf die Reben. Mittels Rückensprüngerät (Stihl SR400, Waiblingen, Deutschland) wurden pro Rebstock 0,094 Liter Harnstoffbrühe, also 0,3258 g N pro Stock bzw. 0,9 kg N/ha auf Blätter und Gescheine ausgebracht (Tab. 5).

In den Varianten N0, N1 und N2 war es am 13.06. (sieben Tage vor Vollblüte der Reben) erforderlich, die Gründüngung aufgrund ihrer Höhe und des Blühbeginns der Erbse zu mulchen. Zwei Tage später (15.06.) erfolgte der Umbruch mittels Grubber, während in der Variante N3 (Walzen) der Begrünungsaufwuchs mittels Glattwalze einfach nur niedergedrückt wurde. Dies führte bei N3 zu einer Grünmatte, die als Verdunstungsschutz fungierte und langsam verrottete. In den umgebrochenen Varianten (N0, N1, N2) war es notwendig, noch zwei weitere Bodenbearbeitungsgänge mit dem Grubber (25.07. und 17.08.) durchzuführen. In der Variante N3 erfolgte am 07.07. nochmals ein Walzen, jedoch keine Bodenbearbeitung mehr in dieser Saison. Die naturbegrünte Fahrgasse wurde in allen Varianten drei Mal gemulcht (16.05., 07.07., 31.08.).

2.2.2 Bewässerung

An einem extremen Trockenstandort bot sich im Rahmen eines bereits seit über zehn Jahren laufenden Langzeitbewässerungsversuchs im Seewinkel bei der Sorte Zweigelt (A-ZW1) die Möglichkeit, den Einfluss der Wasserversorgung auf *B. cinerea* zu untersuchen. Die dort fixierten drei Tropfbewässerungsvarianten waren (mit ihrer Kurzbezeichnung):

unbewässert	B0
normal bewässert	B1
doppelt bewässert	B2

In der unbewässerten Variante wurde der Tropfschlauch mit einem Blindschlauch überbrückt, womit die Reben seit vielen Jahren keine künstliche Wassergabe erhielten. Die Zusatzbewässerung erfolgte in der normal bewässerten Variante regionsspezifisch sowie betriebsüblich (2013: 9 Turnusse zwischen Blüte und Reifebeginn). In den doppelt bewässerten Quartieren wurde über einen zweiten Tropfschlauch bei jedem Turnus die doppelte Wassermenge verabreicht. Die Parzellengröße umfasste 21 Rebstöcke, die Wiederholungspartellen konnten aus versuchstechnischen Gründen nicht ausgewertet werden.

2.2.3 Einfluss der Witterung auf das Fäulnisauftreten

In welchem Maß die regionale Witterung mit dem Auftreten der Traubenfäule in Zusammenhang steht, sollte durch die Daten von direkt in den Rebenbeständen installierten Wetterstationen erforscht werden. Temperatur und Luftfeuchtigkeit wurden viertelstündlich direkt in der Traubenzone gemessen (1,2 m Höhe), der Niederschlag oberhalb des Rebenbestandes (in 2,5 m Höhe). Sowohl in Andau (Burgenland) als auch in Krems (Niederösterreich) konnten je zwei GPRS-Wetterstationen der Fa. Adcon Telemetry (Klosterneuburg, Österreich) genutzt werden. In Andau erfolgte dies im Rahmen des Forschungsprojektes Wein-Terroir-Burgenland, in Krems handelte es sich um betriebseigene Stationen (Tab. 7). Am Standort K-RR (Krems) stand eine KMSP-Wetterstation (Paar, Graz, Österreich) zur Verfügung.

Obwohl alle fünf Wetterstationen mit funktionstüchtigen Blattnässefühlern ausgestattet waren und normalerweise ausreichende Messwerte für den Rebschutz lieferten (v.a. für die Rebenperonospora) entschloss man sich nach eigenen Erkenntnissen in den beiden Vorjahren dazu, anstelle der Blattnässe die relative Luftfeuchtigkeit als Bezugsgröße für die gegenständlichen Untersuchungen heranzuziehen. Damit lässt sich ein für die Traubenfäule relevanter feinerer Nässefilm auf Traubengerüst und Beeren wesentlich besser erfassen.

Tabelle 7: Lokalität der Wetterstationen mit Zuordnung der Versuchsflächen

Gemeinde	Riede	Topographie	Wetterstation	Versuchsfläche
Andau	Triftacker	Ebene	Andau1	A-GV2
				A-MT
				A-ZW2
				A-ZW3
	Prädium	Ebene	Andau2	A-GV1
				A-GV3
Krems	Holzgasse	Großterrassen	Krems1	A-ZW1
				K-GV1
				K-GV2
				K-MT
		Hochplateau	Krems2	K-GV3
				K-ZW
	Braunsdorf	Steile Steinterrassen	Krems3	K-RR

2.2.4 Validierung bestimmter Traubenreifeparameter im Fäulnisauftreten

Inwieweit bestimmte Traubenreifeparameter als Indikator für die Häufigkeit des Traubenfäuleauftretens herangezogen werden können, sollte auf Basis der wöchentlichen Traubenreifeuntersuchungen geprüft werden. Sie wurden ab Schrotkorngroße (BBCH 73) bis zur Ernte durchgeführt.

2.3 Analysen und Untersuchungen

2.3.1 Rebenphänologie

Die Bestimmung der phänologischen Entwicklungsstadien erfolgte anhand der BBCH-Codierung von LORENZ et al. (1994). Die Einteilung der Beerenentwicklung wurde wie bei DÜRING (1974) in vier Phasen vorgenommen:

- I: Befruchtung bis Fruchtausatz
- II: (*Zellteilung*) Fruchtausatz bis Ende aktives Beerenwachstum
- III: (*Sistierung des Beerengewichtes*)
- IV: (*Zelldehnung*) ab Reifebeginn bis Lese

2.3.2 Nährstoffanalysen

Für die Nährstoffanalysen der Rebblätter wurden 25 – 30 dieser an möglichst stammnahen Trieben gegenüber der untersten Traubeninsertion sowohl von Sonnenseite wie auch Schattenseite der Laubwand ausgewählt. Blattspreite sowie Blattstiel wurden getrennt, bei 80 °C im Trockenschrank getrocknet und einzeln analysiert.

Zur Ermittlung der Nährstoffgehalte der Beeren wurden diese von Traubenspitze, -mitte und -schulter von an der Außenseite sowie im Innenbereich der Stöcke lokalisierten Trauben stichprobenartig gezogen. Für die ersten Analysen zu Schrotkorngroße wurden rund 400 Beeren gesammelt, während ab Reifebeginn 200 ausreichten. Nach der Probennahme wurden die Beeren gekühlt, ins Labor gebracht, wo sie wie die Blätter getrocknet wurden.

Nach der jeweiligen Vorbereitung der Proben wurden diese verpackt, zur Untersuchung an die Fa. Yara (Pocklington, York) versandt und dort mittels Atomabsorptionsspektroskopie (AAS) analysiert.

2.3.3 Blattfarbe

Zur Messung der Farbe der Blattspreite wurden dieselben Blätter herangezogen, die später zur Nährstoffanalyse nach York transferiert wurden. Die Farbermittlung wurde mit dem Gerät Chroma Meter CR-200b (Konica Minolta, Tokio, Japan) der BOKU im Labor durchgeführt. Die Analyse der Farbe erfolgte nach dem L*a*b-System und die Ausgabe wurde digital auf einen Rechner übertragen.

2.3.4 Gaswechsellmessungen

Die Ermittlung des Gaswechsels der Blätter erfolgte im Freiland mittels LCpro Photosynthesis System (ADC, Hoddesdon, York, England) der Abteilung Pflanzenschutz, BOKU Wien. Das Messgerät besitzt eine Blattkammer (6,25 cm²), über die auch das Mikroklima (Temperatur, Luftfeuchte, Licht) kontrolliert werden kann. Die Messungen erfolgten meistens ohne Mikroklimakontrolle, um die örtlichen Bedingungen so gut als möglich widerzuspiegeln, jedoch musste bei einigen Analysen ein Lichtaufsatz aufgrund von nicht konstanter Belichtung verwendet werden. Die Versorgung der Kammer mit Luft erfolgte konstant mit 250 µm.s⁻¹ mit der in der Rebanlage vorherrschenden Luft. Die Gaswechselleistungsmessungen wurden um die Mittagszeit durchgeführt.

Vor der ersten Messung wurden sechs repräsentative möglichst stammnahe und traubentragende Triebe pro Variante markiert, von welchen das Blatt gegenüber der untersten Traubeninsertion und die akropetal folgenden zwei gemessen wurden. Bei den späteren Bestimmungen wurde die Gaswechselleistung möglichst an denselben Blättern ermittelt. Zur Messung der Leistung eines Blattes, wurde dieses in die Blattkammer eingespannt, solange zugewartet bis sich die Werte auf dem Display stabilisiert hatten und dann die Daten auf dem Gerät abgespeichert.

Die direkt am Blatt gemessenen Parameter waren Nettofotosyntheserate (A, µmol CO₂.m⁻².s⁻¹), stomatäre Leitfähigkeit (gs, mol H₂O.m⁻².s⁻¹) und Transpirationsrate (E, mmol H₂O.m⁻².s⁻¹). Über die Parameter Nettofotosyntheserate (A) und Transpirationsrate (E) konnte der Parameter „Water Use Efficiency“ (WUE) nach LARCHER (1994) berechnet werden:

$$WUE = A (\mu\text{mol CO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}) / E (\text{mmol H}_2\text{O}.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}).$$

2.3.5 Traubenreife und Beerengewicht

Bei der Probenziehung der Beeren für die Ermittlung der Reifeparameter wurde ähnlich verfahren wie bei den Nährstoffanalysen. Auch die Probenmenge entsprach in etwa jener der Nährstoffproben. An den meisten Standorten erfolgte die Probenziehung ab Schrotkorngröße (BBCH 73) in sieben- bis zehntägigen Abständen. Zur Gewichtsbestimmung wurden die

Beeren verwogen und auf 100 Beeren bezogen. Auf den Standorten K-GV1, K-GV2 bzw. K-GV3 wurde aufgrund der blütebedingten außergewöhnlichen und unterschiedlichen Beerengrößen (abnormal hoher Anteil an Kleinbeerigkeit) eine Einteilung in kleine sowie normal große Beeren vorgenommen. Daher war für die kleinen Beeren um einiges mehr an Probenmasse nötig. Nach der Probenziehung wurden die Beeren sofort gekühlt, in ein externes Labor transportiert und dort aufgearbeitet. Für die ersten Analysen musste die Probenmenge mittels Mixer zu einer homogenen Masse zerkleinert werden, da die Beeren erst ab Reifebeginn per Hand gequetscht werden konnten. Der gewonnene Most wurde filtriert und mittels Fourier-Transformations-Infrarot-Spektroskopie (FTIR, Grapescan Fa. Foss, Rellingen, Deutschland) analysiert. Die analysierten Parameter sind in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: FTIR-Parameter

Parameter	Einheit		Parameter	Einheit
Mostgewicht	°Oe		Gesamtphenole	mg/l
titrierbare Säure	g/l		Laccaseaktivität	Units/ml
pH-Wert	1		Glycerin	g/l
α -Amino-Stickstoff (FAN)	mg/l		Gluconsäure	g/l
Ammonium (NH ₄)	mg/l			

2.3.6 Bonitur des Traubenbefalls

Der Krankheitsbefall der Trauben wurde grundsätzlich nach den Kriterien Befallshäufigkeit und Befallsstärke erfasst und durch visuelle Bonitur bestimmt.

Die Befallshäufigkeit gibt den prozentuellen Anteil an befallenen Trauben im Verhältnis zur Gesamtanzahl der Trauben an. Berechnet wurde sie nach folgender Formel:

$$\text{Befallshäufigkeit (BH) in \%} = \frac{\text{Anzahl befallener Trauben}}{\text{Gesamtzahl aller bonitierten Trauben}} \times 100$$

Die Befallsstärke gibt an, wie viel Prozent erkrankter Beeren an befallenen Trauben vorhanden sind, und drückt damit aus, wie stark eine Traube befallen ist. Ihre Berechnung erfolgte auf Basis nachstehender Klassifikation gemäß folgender Formel:

$$\text{Befallsstärke (BS) in \%} = \frac{5 \times K1 + 10 \times K2 + 25 \times K3 + 50 \times K4 + 100 \times K5}{\text{Anzahl aller befallenen Trauben}}$$

Die Bonitur erfolgte nach einem Schema mit sechs (bzw. fünf Klassen), die den Anteil der befallenen Beeren widerspiegeln. Die Anzahl der Trauben in der jeweiligen Befallsklasse wurde in die obige Formel eingetragen.

Als Befallsklassen wurden verwendet:

Klasse 0	0 % der Beeren befallen
Klasse 1	1 - 5 % der Beeren befallen
Klasse 2	6 - 10 % der Beeren befallen
Klasse 3	11 - 25 % der Beeren befallen
Klasse 4	26 - 50 % der Beeren befallen
Klasse 5	50 - 100 % der Beeren befallen

B. cinerea: Je nach standortlichen Gegebenheiten erfolgte die Erfassung der Gesamtbotrytis mit einer genaueren Unterteilung in Beerenbotrytis (BB) und Stiefelfäule (STF). STF-Trauben hatten ihren Befallsausgang am Traubengerüst, während zur Beerenbotrytis jene gezählt wurden, wo der Ursprung des Ausbruchs visuell eindeutig auf der Beere diagnostiziert werden konnte.

Traubenwelke: Die im Bewässerungsversuch bei Zweigelt aufgetretene Traubenwelke wurde wie üblich nur anhand der Befallshäufigkeit bonitiert.

2.3.7 Traubenertrag

An den Standorten A-ZW1 und K-GV1 konnte man eine Ertragsermittlung in jeder Versuchsvariante vornehmen. Die gesunden Trauben wurden geerntet und verwogen. Bei K-GV1 wurden zudem aus den botrytisbefallenen Trauben die gesunde Traubenteile bzw. Beeren ausgeschnitten (Gruppe gesunde Beeren befallener Trauben) und der gesunden Ernteware zugerechnet. Welke und botrytisbefallene Trauben bzw. -teile wurden verworfen.

2.4 Statistik

Bei Traubenreifeuntersuchungen ist aus verschiedenen Arbeiten allgemein bekannt, dass durch eine hohe Stichprobenzahl an Beeren (200 Stück) eine höhere Genauigkeit zu erzielen ist als durch analytische Wiederholungen von Proben. Gleiches gilt auch für Nährstoffanalysen von Beeren. Bei der stockspezifischen vorgenommenen Befallsbonitur wurde ganz bewusst darauf verzichtet, die geschätzten Zahlenwerte so lange zu transformieren, bis diese einer statistischen Verrechnung gerecht worden wären. Gemessenes Zahlenmaterial der Blattfarbe und der Gaswechselleistung, wo ausreichend Wiederholungen von Einzelmessungen vorlagen, wurde aber einer statistischen Prüfung durch das Programm R version 2.6.2 unterzogen. Unterschiede zwischen den Varianten wurden mittels ANOVA geprüft und bei signifikanten Unterschieden die Mittelwerte mit einem Post-Hoc-Test (Tukey) verglichen. Die Signifikanzniveaus waren: $p > 0,05$ n.s., $p \leq 0,05$ *, $p \leq 0,01$ **, $p \leq 0,001$ ***

3. Ergebnisse

3.1 Rebenphänologie und Witterung

In Tabelle 8 sind die Termine der bonitierten phänologischen Rebstadien und die vier Beerenentwicklungsphasen für alle Standorte angeführt. Tagesmittel, Tagesmaxima und Tagesminima der Temperatur sowie auch der Niederschlag im Vegetationszeitraum von April (K-RR erst ab Mai) bis Oktober sind in den Abbildungen 1 bis 5 mit den Beerenphasen grafisch dargestellt.

Tabelle 8: Phänologische Stadien und Beerenentwicklungsphasen 2013

Stadium	BBCH	Beeren- phasen	Andau			Krems			
			GV	MT	ZW	GV	MT	ZW	RR
Knospenaufbruch	09		← 20.04.	→		←..... 27.04.→			
5 Laubblätter entfaltet	15		← 30.04.	→		←..... 11.05.→			
Gescheine vergrößern sich	55		← 17.05.	→		←..... 31.05.→			
Vollblüte	65	I	← 08.06.	→		20.06.	← 19.06.	→	
Fruchtansatz	71		← 12.06.	→		03.07.	← 22.06.	→	
Schrotkorngröße	73	II	← 20.06.	→		*)	← 03.07.	→	
Ende des Traubenschlusses	79		← 17.07.	→		*)	← 27.07.	→	
		III							
Reifebeginn	81		← 30.07.	→		10.08.	03.08.	03.08.	18.08.
Weichwerden der Beeren	85	IV	← 12.08.	→		24.08.	23.08.	23.08.	31.08.

Anm.: *) nicht eindeutig bestimmbar aufgrund abnormaler Kleinbeerigkeit

Im Versuchsjahr 2013 begannen die Reben nach einem kalt-feuchten März und trockenen April mit dem Knospenaufbruch am 20.04. im Burgenland und nur sieben Tage später am 27.04. im Kremstal. Rasch setzte die Triebentwicklung ein, wodurch das Stadium „Gescheine vergrößern sich“ am 17.05. in Andau und am 31.05. in Krems bestimmt werden konnte. Im Zeitraum vom 01.04. bis zur jeweiligen Rebblüte waren in Andau je nach Wetterstation nur Niederschlagssummen von 94 bis 130 mm (Abb. 1 bis 2) zu verzeichnen, hingegen konnten in Krems 211 bis 243 mm gemessen werden (Abb. 3 bis 5). Die Mittel der Temperatur (ab 01.04.) bis zum Eintritt der jeweiligen Rebblüte waren in Andau (14,1 bzw. 14,2 °C) geringfügig höher als in Krems (je nach Zeitpunkt der Vollblüte und Wetterstation 13,3 bis max. 13,9 °C). Da jedoch in Andau bereits der April um über 1,7 °C und der Mai um über 2,0 °C im Mittel wärmer waren als in Krems, kam es im Burgenland zu einer zeitigeren Rebblüte.

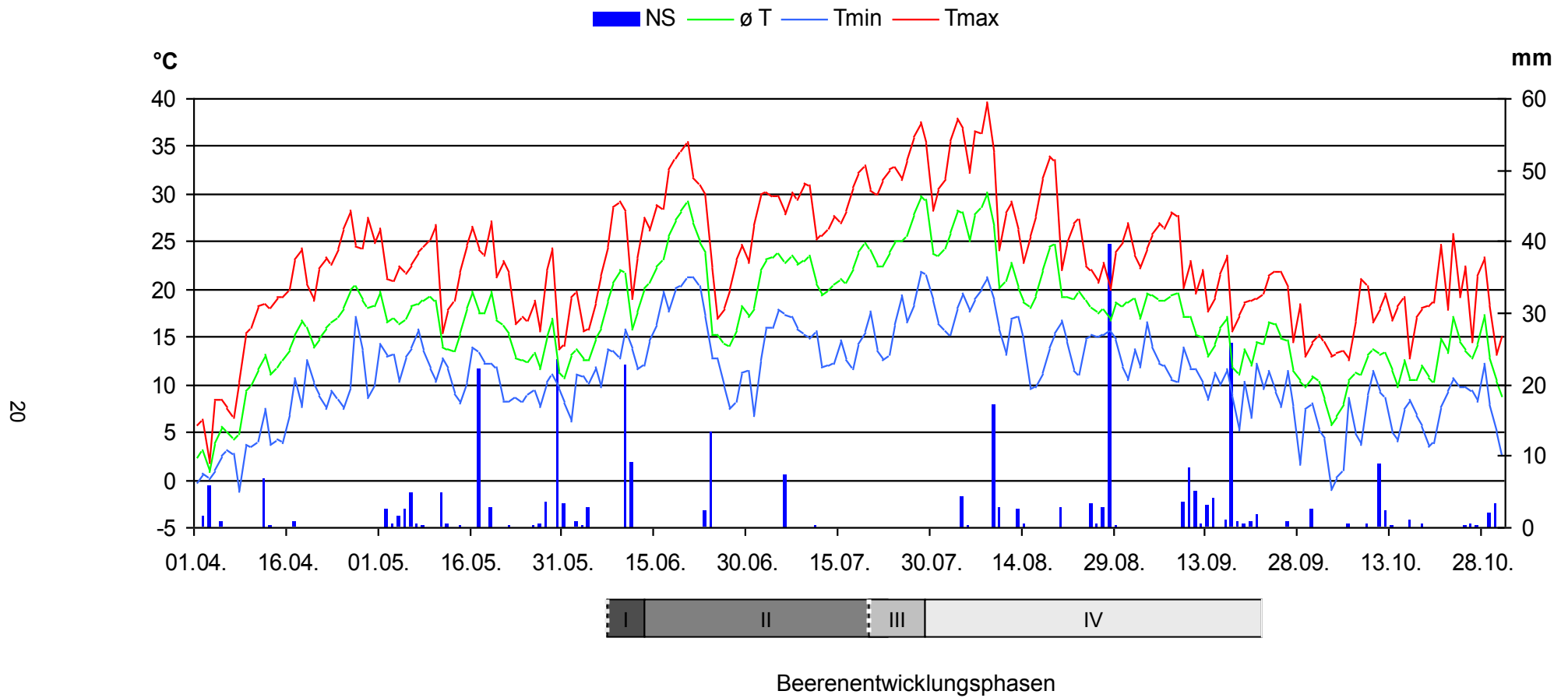


Abbildung 1: Tagesmittel, Tagesminima und Tagesmaxima der Temperatur (°C) sowie der Niederschlag (mm) im Vegetationszeitraum an der Wetterstation Andau1 und die Beerenentwicklung an den Standorten A-GV2, A-MT, A-ZW2, A-ZW3

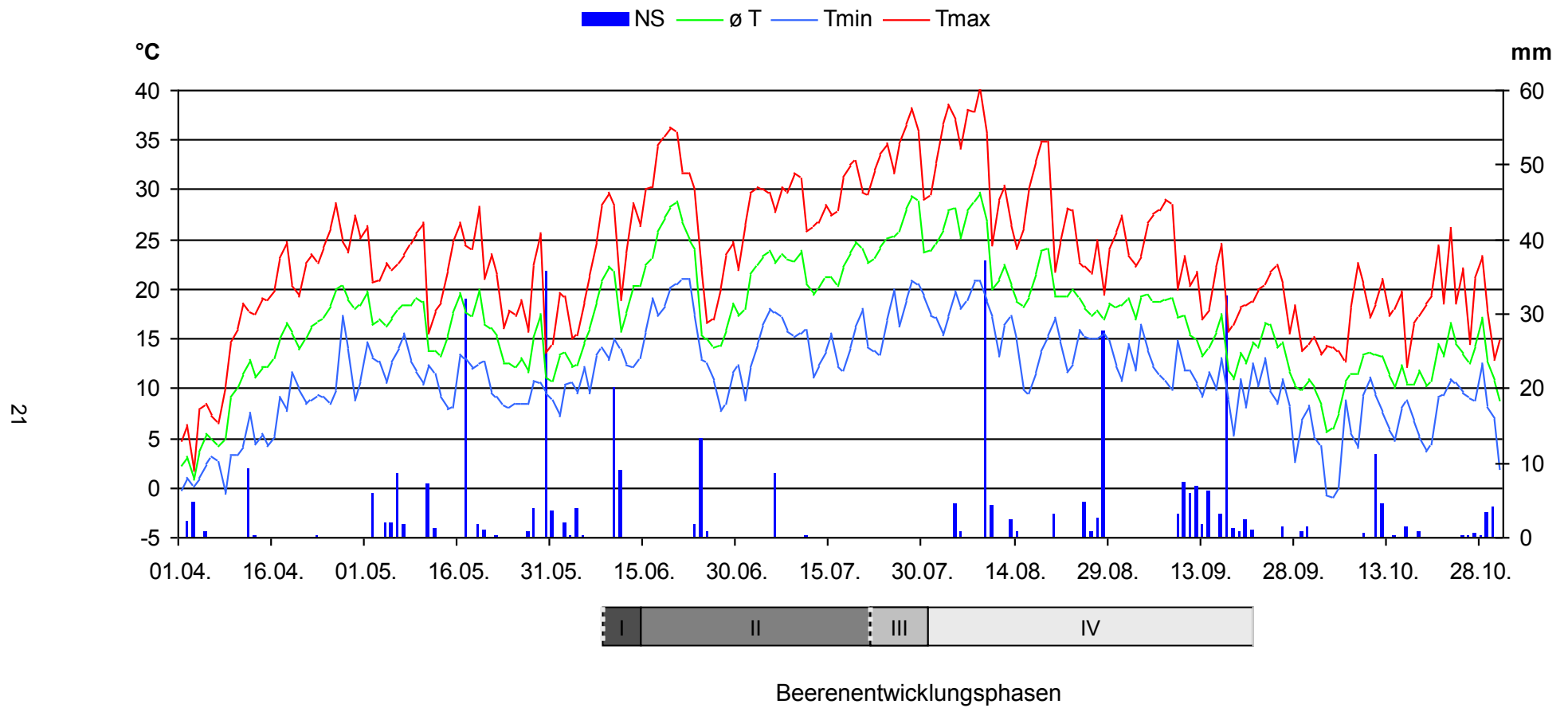


Abbildung 2: Tagesmittel, Tagesminima und Tagesmaxima der Temperatur (°C) sowie der Niederschlag (mm) im Vegetationszeitraum an der Wetterstation Andau2 und die Beerenentwicklung an den Standorten A-GV1, A-GV3, A-ZW1

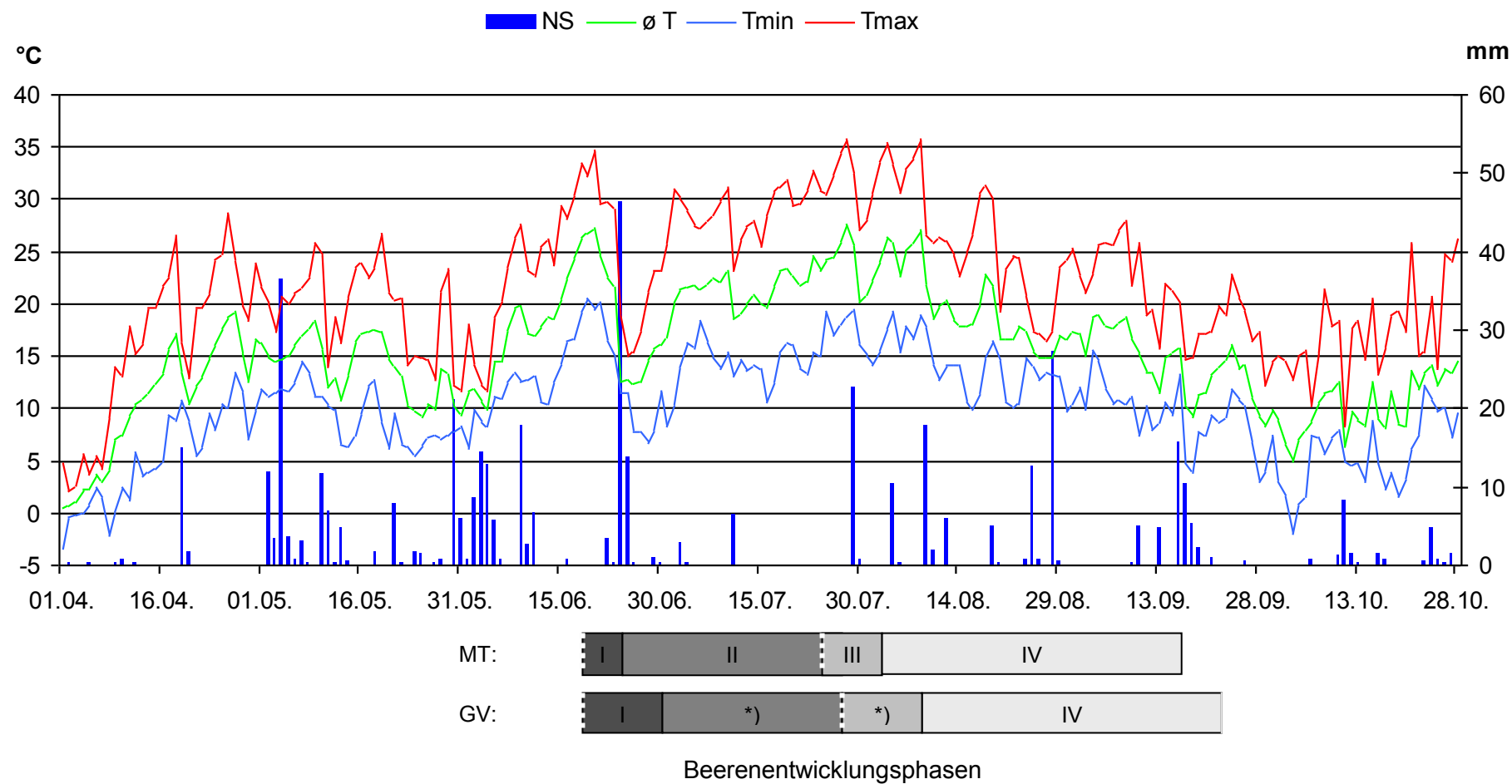


Abbildung 3: Tagesmittel, Tagesminima und Tagesmaxima der Temperatur (°C) sowie der Niederschlag (mm) im Vegetationszeitraum an der Wetterstation Krems1 und die Beerenentwicklung an den Standorten K-GV1, K-GV2, K-MT

Anm.: *) nicht eindeutig bestimmbar aufgrund abnormaler Kleinbeerigkeit

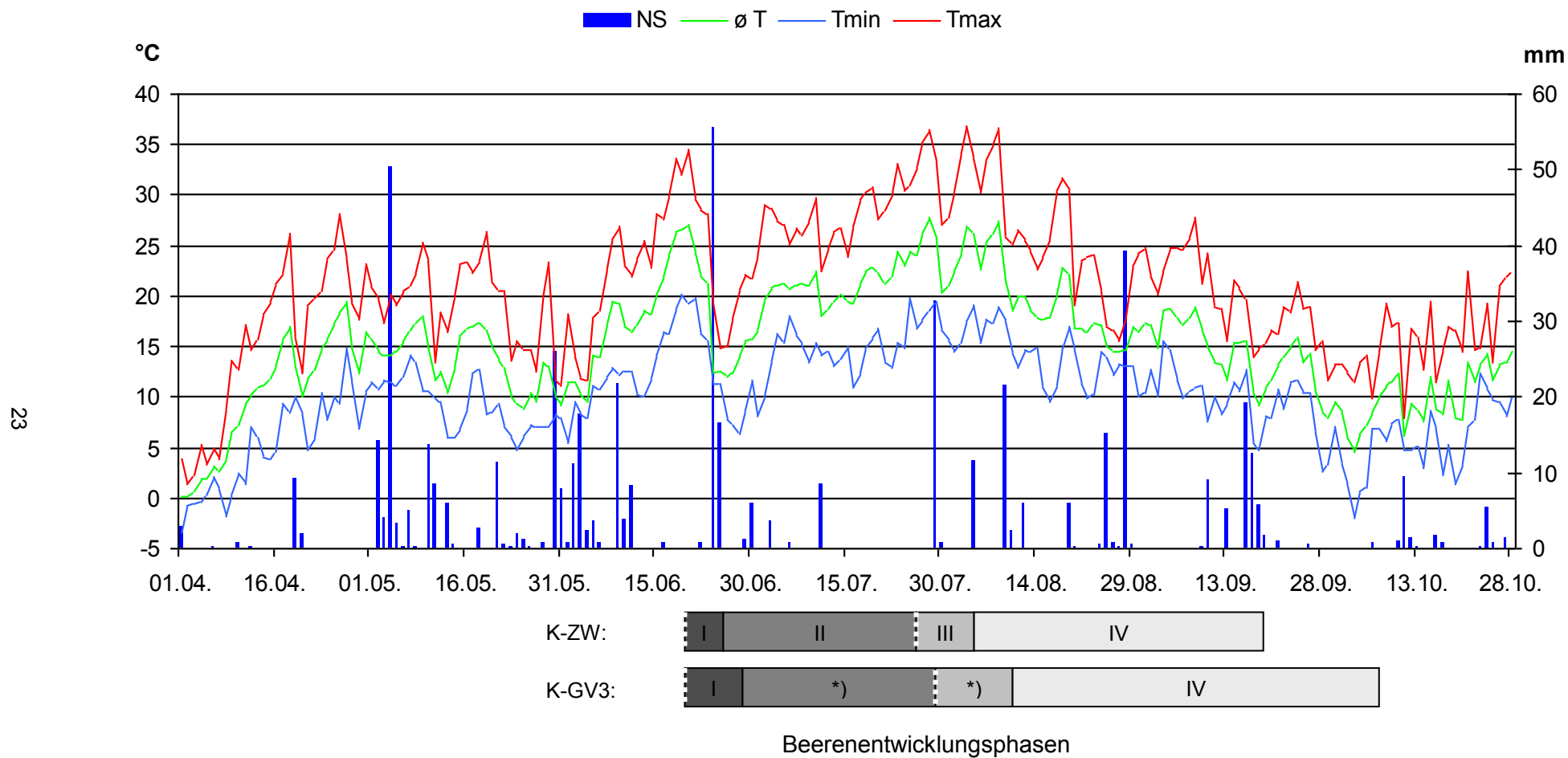


Abbildung 4: Tagesmittel, Tagesminima und Tagesmaxima der Temperatur (°C) sowie der Niederschlag (mm) im Vegetationszeitraum an der Wetterstation Krems2 und die Beerenentwicklung an den Standorten K-GV3, K-ZW

Anm.: *) nicht eindeutig bestimmbar aufgrund abnormaler Kleinbeerigkeit

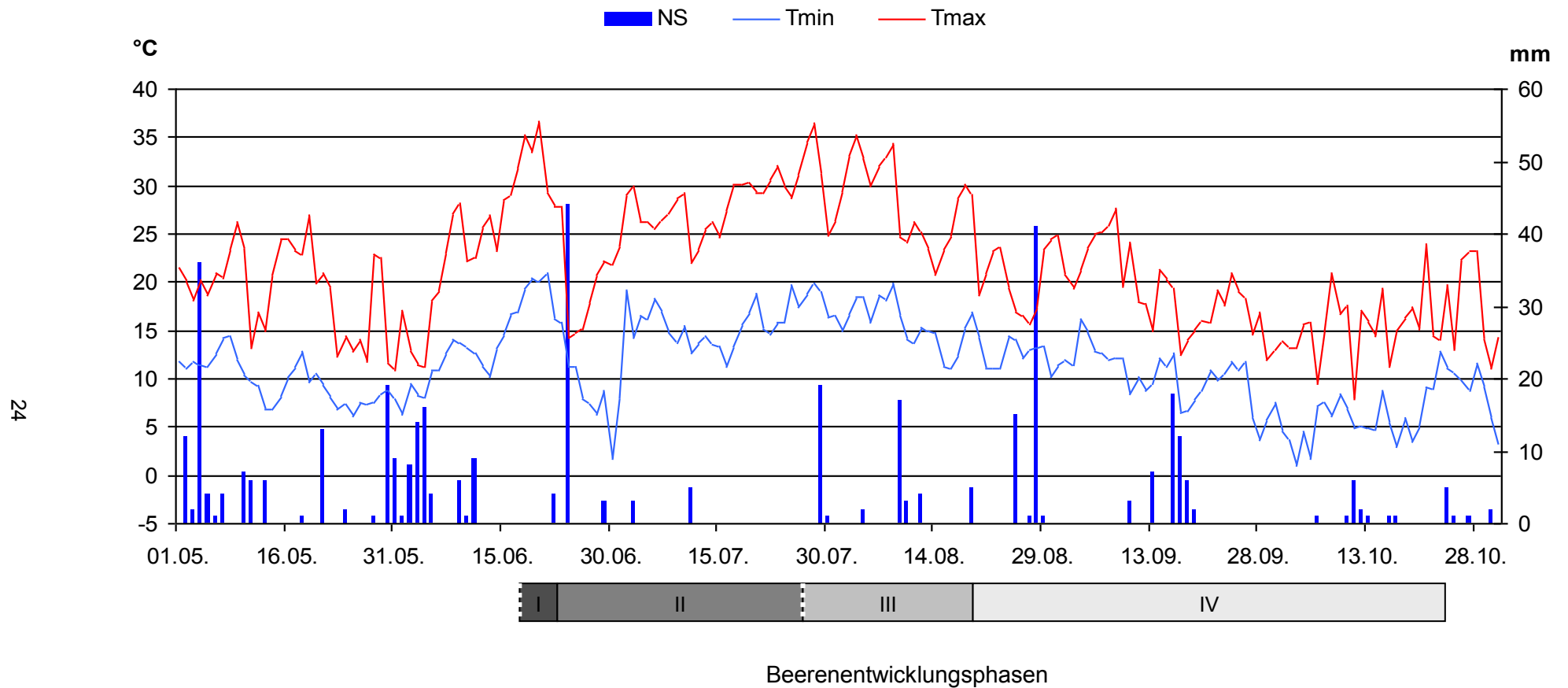


Abbildung 5: Tagesmittel, Tagesminima und Tagesmaxima der Temperatur (°C) sowie der Niederschlag (mm) im Vegetationszeitraum an der Wetterstation Krems3 und die Beerenentwicklung am Standort K-RR

Ein Anstieg der Tagesmitteltemperaturen in Andau führte über alle Sorten hinweg am 08.06. zum Erreichen des Stadiums Vollblüte (BBCH 65). Im Zeitraum der **Rebblüte** zeigten die Stationen Andau1 und Andau2 (Abb. 6 und 7) kaum Unterschiede in der Witterung, lediglich die morgendliche Luftfeuchtigkeit um 7 Uhr war bei Andau1 (A-GV2, A-MT, A-ZW2 sowie A-ZW3) nach der Vollblüte etwas höher. Der Tagesdurchschnitt der relativen Luftfeuchtigkeit fiel ab, wobei aber die 7 Uhr Messwerte bei etwa 95 % konstant blieben. Zwei bzw. drei Tage nach Vollblüte kam es zu Niederschlägen in Summe von 31 (Andau1) bzw. 29 mm (Andau2) mit jedoch nur einem eintägigen kurzen Anstieg der durchschnittlichen relativen Luftfeuchtigkeit auf über 90 % und einem kurzfristigen Abfall der Temperatur auf knapp unter 15 °C im Minimum bzw. ca. 20 °C im Maximum.

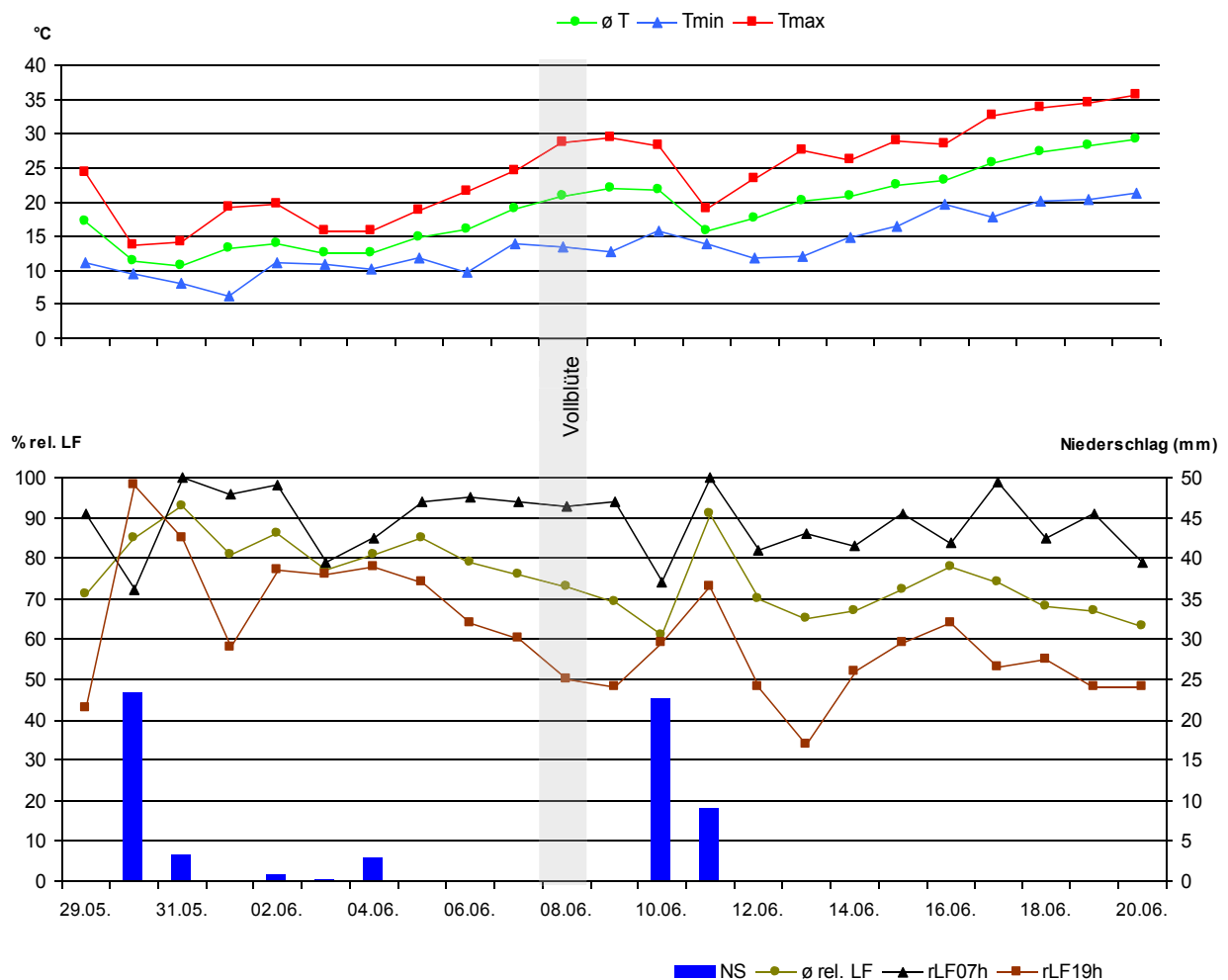


Abbildung 6: Tagesmittel, Tagesmaxima und Tagesminima der Temperatur (°C), relative Luftfeuchtigkeit (%) mit dem Tagesdurchschnitt, um 7 und 19 Uhr sowie der Niederschlag (mm) an der Wetterstation Andau1 um die Vollblüte (grauer Balken) an den Standorten A-ZW2, A-ZW3, A-GV2, A-MT

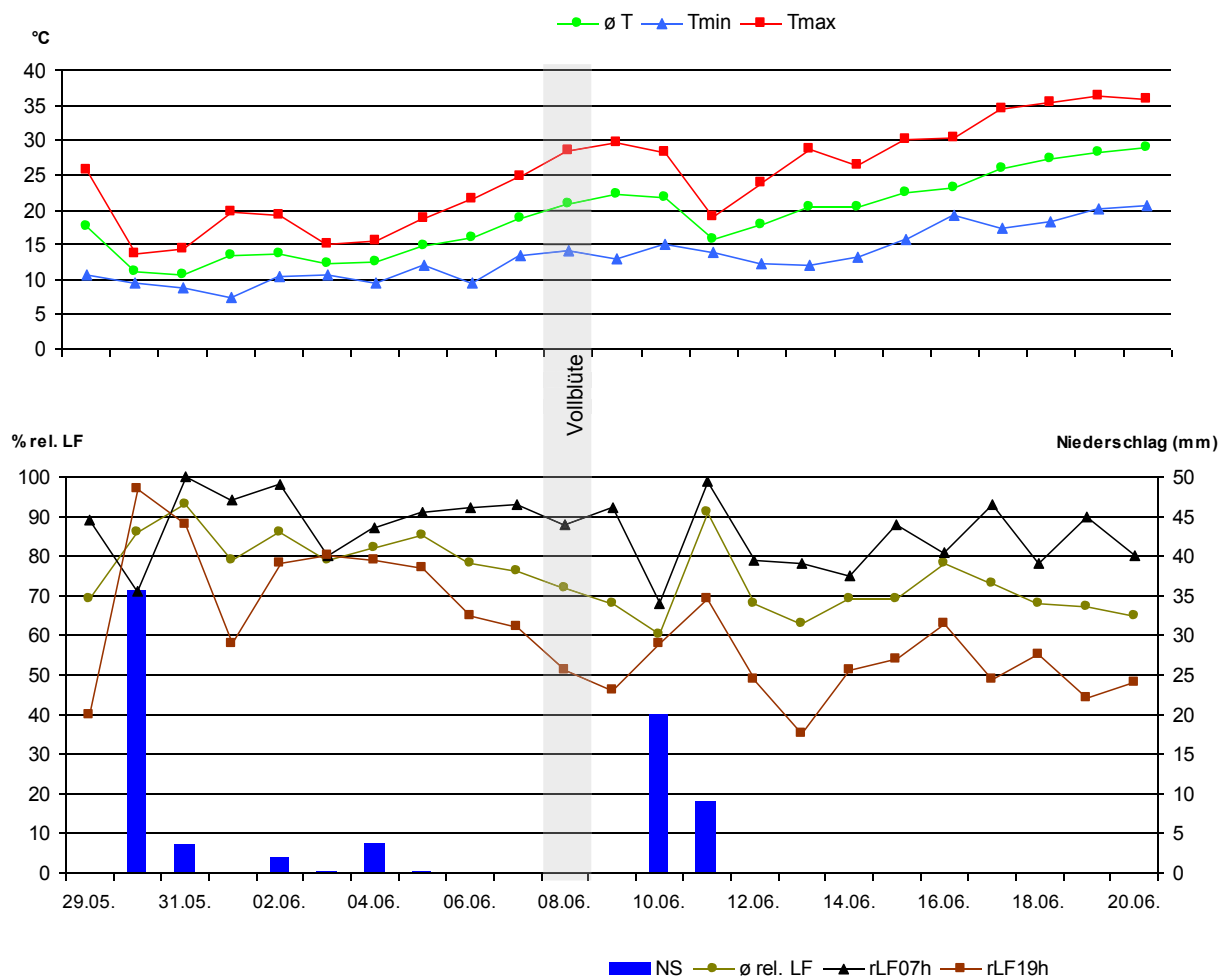


Abbildung 7: Tagesmittel, Tagesmaxima und Tagesminima der Temperatur (°C), relative Luftfeuchtigkeit (%) mit dem Tagesdurchschnitt, um 7 und 19 Uhr sowie der Niederschlag (mm) an der Wetterstation Andau2 um die Vollblüte (grauer Balken) an den Standorten A-ZW1, A-GV1, A-GV3

Die Kremser Standorte (Abb. 8 und 9) erreichten hingegen erst am 19.06. (bei MT und ZW) bzw. 20.06. (bei GV) das Stadium der Vollblüte. Bis zu diesem Termin gab es an den Wetterstationen Krems1 und Krems2 ab dem 11.06. keinen Niederschlag. Im selben Zeitraum stieg die Temperatur deutlich an (im Mittel sowie im Minimum und Maximum) und erreichte am 20.06 mit 34,7 °C (Krems1) bzw. 34,5 °C (Krems2) ihren Höhepunkt. Noch am 19.06. (Vollblüte mit Ausnahme von GV) lag das Temperaturmaximum um über 2 °C niedriger. Die durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit lag wie in den Tagen zuvor konstant im Bereich von etwa 70 %. Eine Woche vor Vollblüte setzte sehr starkes Triebwachstum ein, u. zw. mit Zunahmen von knapp 50 cm in dieser Zeit.

An beiden Kremser Stationen kam es am 24.06. nur wenige Tage nach der Vollblüte zu einem Temperatursturz, der mit einem Starkniederschlagsereignis im Ausmaß von 59 (Krems1) bzw. 72 mm (Krems 2) verbunden war. Das Tagesmaximum erreichte dabei nur einen Wert von 15 °C, das Temperaturminimum sank sogar auf rund 7 °C.

Hinsichtlich einer latenten Infektion zur Blüte dürften die Witterungsbedingungen in den Kremser Rebflächen förderlicher gewesen sein als in Andau. Neben dem deutlich höheren Niederschlag herrschte in Krems 4 bzw. 5 Tage nach Vollblüte (ab dem 24.06.) in der Phase der Nachblüte und des Fruchtansatzes über einen Zeitraum von mehr als 24 Stunden extrem hohe (über 93 %) relative Luftfeuchtigkeit bei Tagesmitteltemperaturen von nur 12 °C. An den Wetterstationen in Andau konnten hingegen im Zeitraum um die Nachblüte keine 12 Stunden mit über 90 % relativer Luftfeuchtigkeit registriert werden.

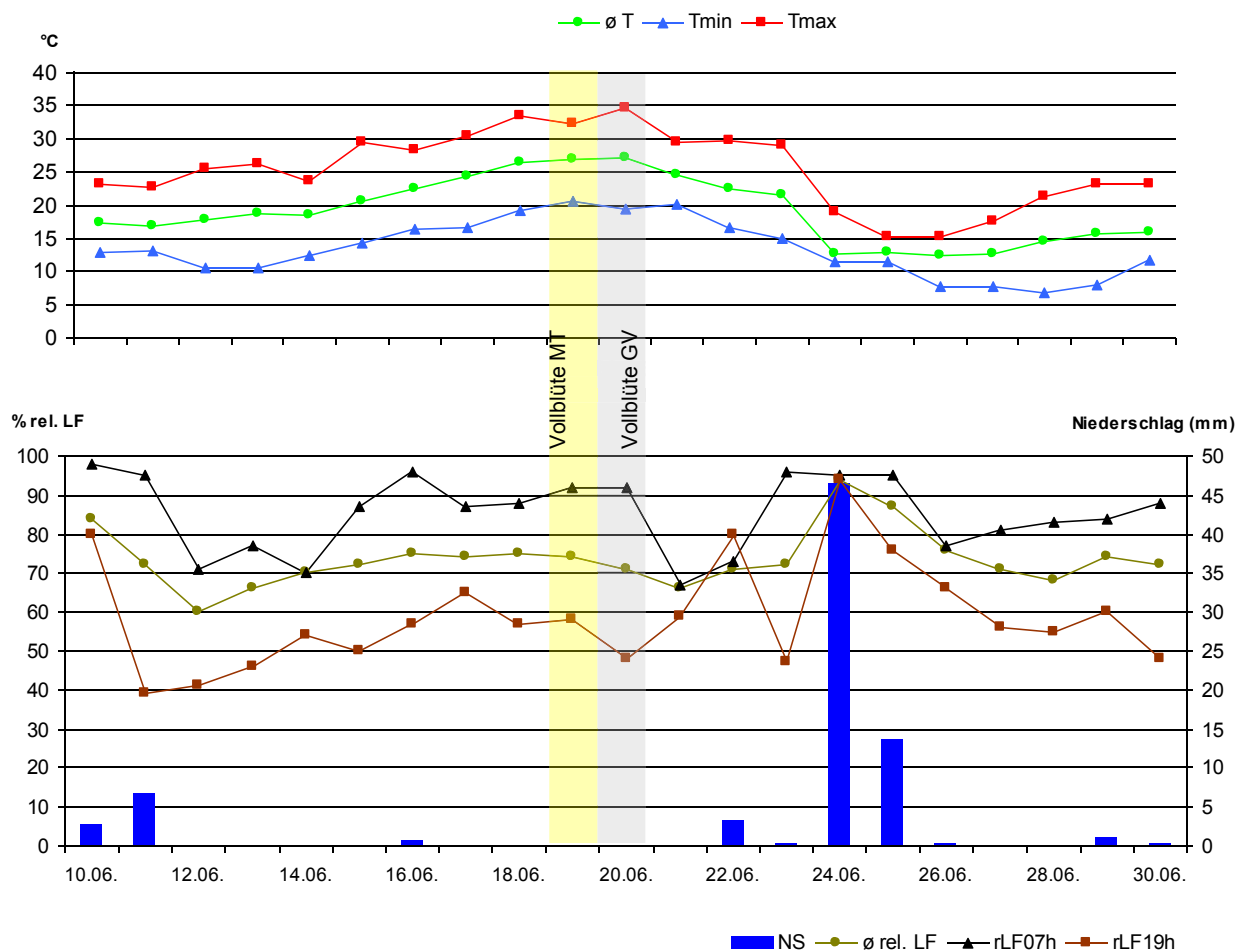


Abbildung 8: Tagesmittel, Tagesmaxima und Tagesminima der Temperatur (°C), relative Luftfeuchtigkeit (%) mit dem Tagesdurchschnitt, um 7 und 19 Uhr sowie der Niederschlag (mm) an der Wetterstation Krems1 um die Vollblüte an den Standorten K-GV1, K-GV2, (grauer Balken) und K-MT (gelber Balken)

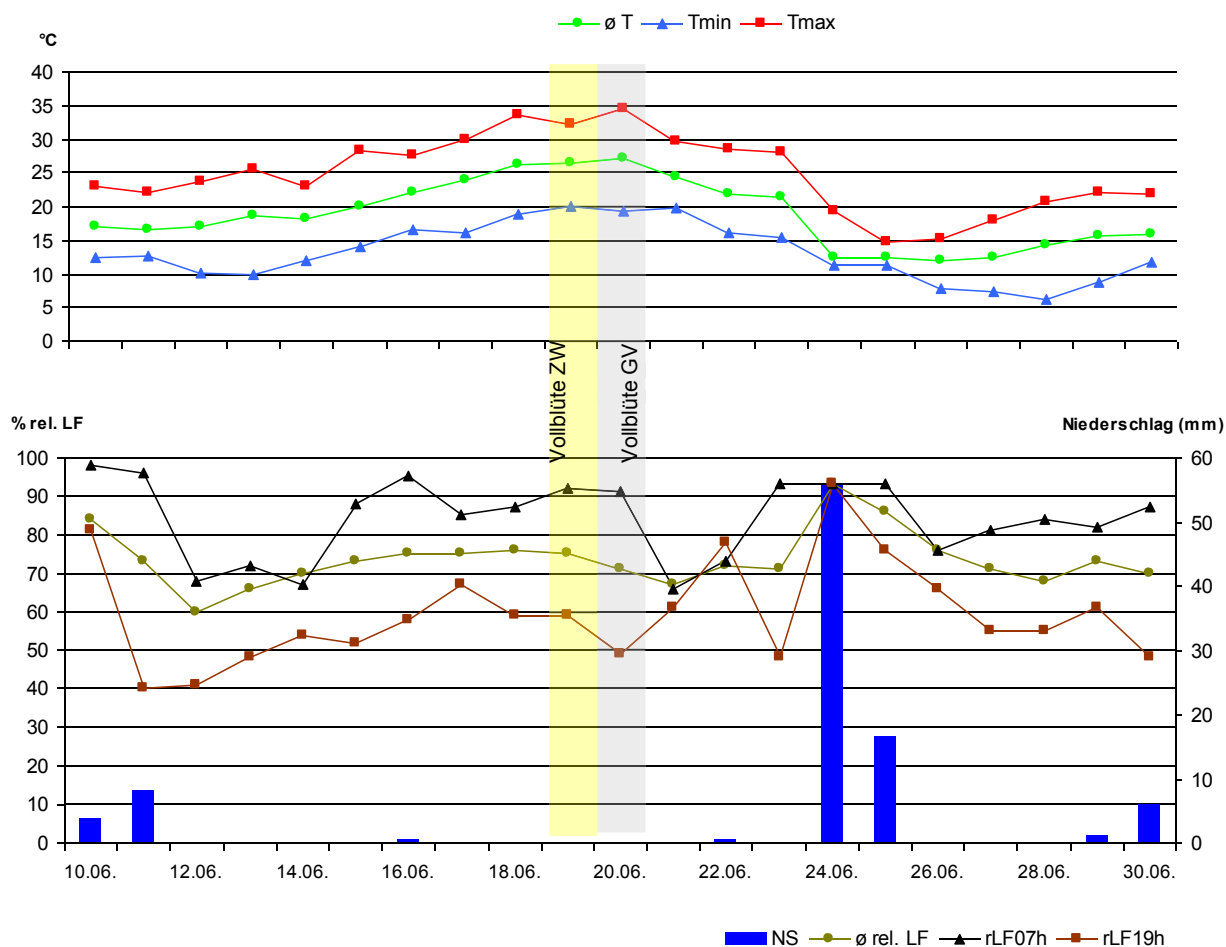


Abbildung 9: Tagesmittel, Tagesmaxima und Tagesminima der Temperatur (°C), relative Luftfeuchtigkeit (%) mit dem Tagesdurchschnitt, um 7 und 19 Uhr sowie der Niederschlag (mm) an der Wetterstation Krems2 um die Vollblüte an den Standorten K-ZW (gelber Balken) und K-GV3 (grauer Balken)

Nach erfolgreicher Befruchtung zur Blüte setzte in der Beerenentwicklungsphase I (Tab. 8) rasch der Fruchtansatz (BBCH 71) bei allen Sorten in Andau am 12.06. und in Krems am 22.06. mit der Ausnahme von Grüner Veltliner (GV) ein. Diese Sorte erreichte an allen Standorten in Krems erst am 03.07. dieses phänologische Stadium. Damit dauerte es in der Regel vier bzw. drei Tage von Vollblüte bis zum Fruchtansatz und dem Beginn der Beerenphase II (Zellteilungsperiode), bei GV in Krems aber elf Tage. Aufgrund des blütebedingten außergewöhnlichen Beerenwachstums bei der Sorte Grüner Veltliner an den Kremser Standorten, welches sich durch wenige normal groß entwickelte Beeren und sehr viele kleine Beeren zeigte, konnten die Stadien Schrotkorngröße und Traubenschluss nicht eindeutig bestimmt werden (Abb. 12). Es kam selbst bis zur Lese zu keinem „Hängen“ der Trauben und „Traubenschluss“ durch mangelndes Wachstum der Beeren. Des Weiteren verblieben äußerst viele Blütenreste als Infektionsquelle auch noch bis zur Lese in den Trauben (Abb. 10).



Abbildung 10: Stiel- und Blüthenfäule an Grüner Veltliner-Traube mit äußerst vielen verbliebenen Blütenresten zur Lese

In Andau wurde das phänologische Stadium Schrotkorngröße (BBCH 73) am 20.06. erreicht, in Krems mit Ausnahme von Grüner Veltliner am 03.07. Von der Blüte bis zum jeweiligen sortenspezifischen Reifebeginn fiel an den Standorten in Andau nur ein Niederschlag in Summe von 53 bis 55 mm, während es in Krems 97 bis 136 mm waren (Abb. 1 bis 5). Besonders der Juli zeichnete sich im Burgenland durch sehr geringe Niederschlagsmengen aus (7,6 bei Andau1 bzw. 8,8 mm bei Andau2). Der August war besonders zu Monatsbeginn von sehr heißen Tagen geprägt. So konnten Tagesmaxima an der Station Andau1 von 39,7 und 40,4 °C an der Station Andau2 im Rebenbestand gemessen werden, hingegen wurden in Krems maximal 36,8 °C registriert.

Ende des Traubenschlusses (BBCH 79) konnte im Burgenland bereits am 17.07. und in Niederösterreich bei allen Sorten außer Grüner Veltliner am 27.07. (35 Tage bzw. 38 Tage nach Vollblüte) verzeichnet werden. Zu diesem Termin dürfte auch Phase II der Beerenentwicklung geendet und die Sistierungsperiode (Phase III) begonnen haben. Bereits am 30.07. ließ sich der Reifebeginn relativ einheitlich bei allen Sorten in Andau beobachten und damit der Beginn der Phase IV (Zelldehnungsperiode), was einer Dauer von 48 Tagen von Vollblüte bis Reifebeginn entspricht. Demgegenüber zeigte sich in Krems zwischen den Sorten kein so gemeinsames Bild, denn Müller-Thurgau und Zweigelt begannen mit der Reife am 03.08., also 45 Tage nach Vollblüte, Grüner Veltliner erst am 10.08., somit 51 Tage danach. Die Sorte Rheinriesling zeigte eine längere Sistierungsphase, hier konnte somit erst 60 Tage nach Vollblüte (am 18.08.) der Reifebeginn beobachtet werden. Am 12.08. waren alle Beeren in Andau weich (BBCH 85), in Krems bei Müller-Thurgau und Zweigelt am 23.08., bei Grüner Veltliner auch bereits am 24.08.. Bei der Sorte Rheinriesling hingegen zeigten sich erst am 31.08. alle Beeren weich.

Ab Reifebeginn bis zum jeweiligen Lesetermin waren Niederschlagssummen in Andau von 135 bis 163 mm und in Krems von 128 bis 147 mm zu verzeichnen, wobei die meisten Niederschläge bis Mitte September fielen. Nach der ergiebigen mehrtägigen Regenphase zwischen Ende der ersten und Mitte der zweiten Septemberdekade gab es bis zur Lese nur mehr geringe Niederschläge. Die durchschnittliche Temperatur lag im Zeitraum von Reifebeginn bis zur Lese in den Rebflächen in Andau bei 17,0 °C und damit rund 1,6 °C höher als an den Standorten in Krems.

Im Oktober sank zu Monatsbeginn (03.10.) die Tagesminimumtemperatur bereits ein Mal an allen Standorten außer bei K-RR knapp unter den Gefrierpunkt, was aber zu keinem Blattfall führte. In diesem Monat konnten häufig kleine Niederschlagsereignisse aufgezeichnet werden.

3.2 Traubenreife

In den Abbildungen 11 bis 14 ist der Verlauf von **Beerengewicht, Mostgewicht und titrierbare Säure** nach Sorten gegliedert gemeinsam mit den Niederschlägen während der Beerenentwicklung dargestellt. Bei Grüner Veltliner in Andau (Abb. 11) stieg an allen drei Versuchsflächen ab Messbeginn (10.07.) die titrierbare Säure an und erreichte ihre maximalen Werte von knapp über 30 bis 35 g/l bis spätestens 30.07., also Ende der Beerenphase III. Mit dem folgenden Reifebeginn fiel die Säure steil ab, besonders begünstigt durch den Niederschlag am 09.08. von rund 15 bzw. 35 mm. Ab etwa 20.08. verflachte die Säure-Kurve bei einem Gehalt von rund 8 g/l. Schlussendlich wurde zur Ernte bei Grüner Veltliner im Burgenland 5 bis 6 g/l Säure im Most gemessen.

Das Mostgewicht stieg mit Eintritt in die Beerenentwicklungsphase IV, ausgehend von einem stabilen Niveau (20 °Oe) bis 20.08., deutlich an. In der Folge driftete der Verlauf des Mostgewichtes an den drei Standorten stark auseinander. Auf dem trockenen Paratschernosem (A-GV1) nahm die Zuckereinlagerung nur sehr zögerlich zu (77 °Oe am 09.09. und 86 °Oe am 07.10.). Bei A-GV3 zeigte sich sogar fast eine Stagnation in der Zeit vom 20.08. bis zur Ernte am 10.09. (letztendlich bescheidene 75 °Oe). Nur am Standort A-GV2 gab es eine kontinuierliche Mostgewichtszunahme bis auf 84 °Oe zur Lese am 23.09.

Das Beerengewicht (in allen Abb. stets in g/50 Beeren dargestellt) zeigte in Phase IV grundsätzlich einen ähnlichen, mit unter sogar linearen Verlauf wie das Mostgewicht. Große Beeren mit geringer Qualität gab es am Standort A-GV3. Ein noch größeres Beerengewicht (93 g/50 Beeren) mit einem höheren Reifegrad konnte bei A-GV2 festgestellt werden. Durch schrumpfende Beeren verringerte sich aber an diesem Standort das Beerengewicht bei den letzten beiden Beprobungsterminen (auf 86 g/50 Beeren). Bei A-GV1 blieb das Beerengewicht

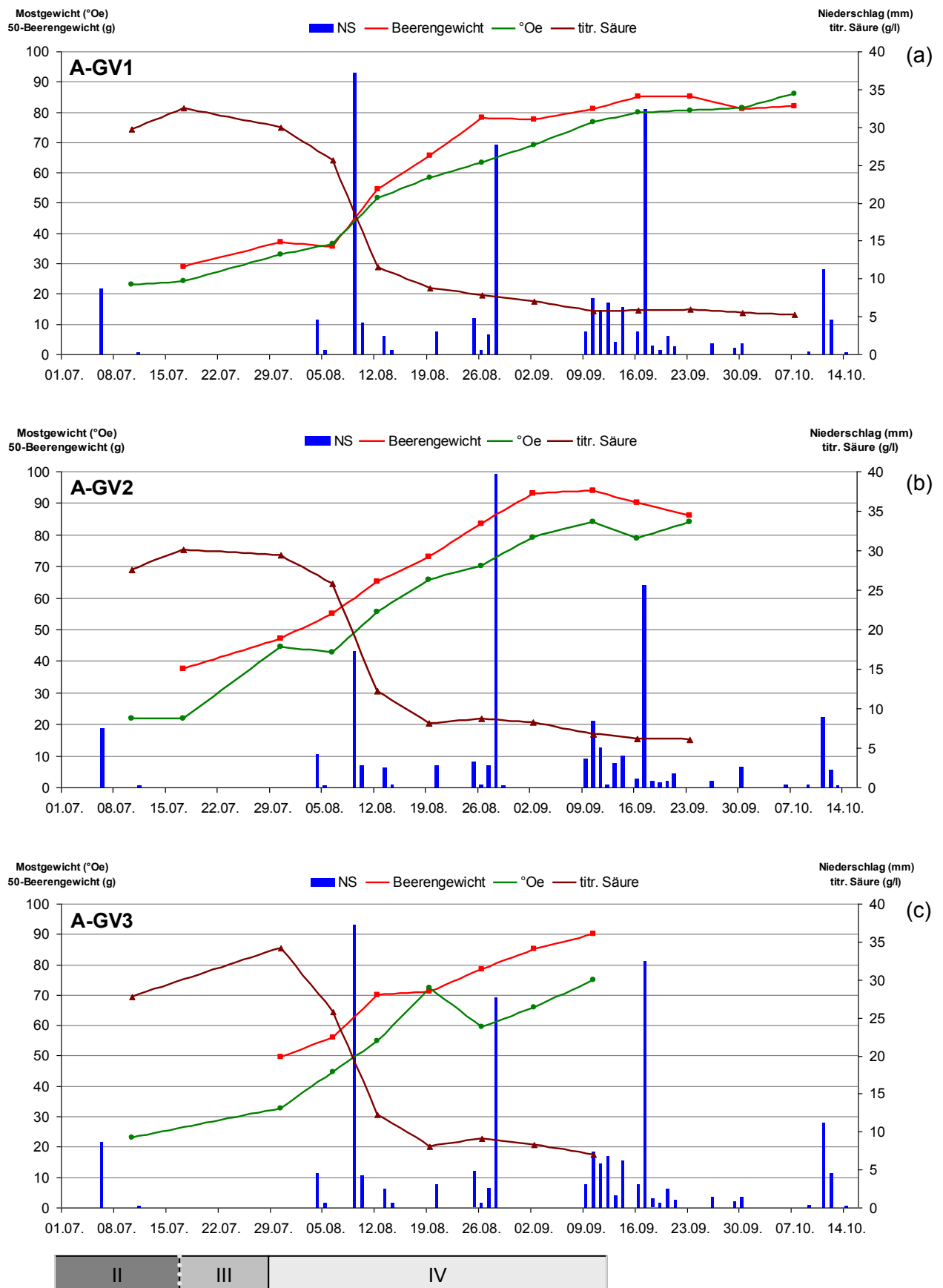


Abbildung 11: Mostgewicht (°Oe), Beerengewicht (g/50 Beeren), titrierbare Säure (g/l) und Niederschlag (mm) während der Beerenentwicklung an den Standorten A-GV1 (a), A-GV2 (b), A-GV3 (c)

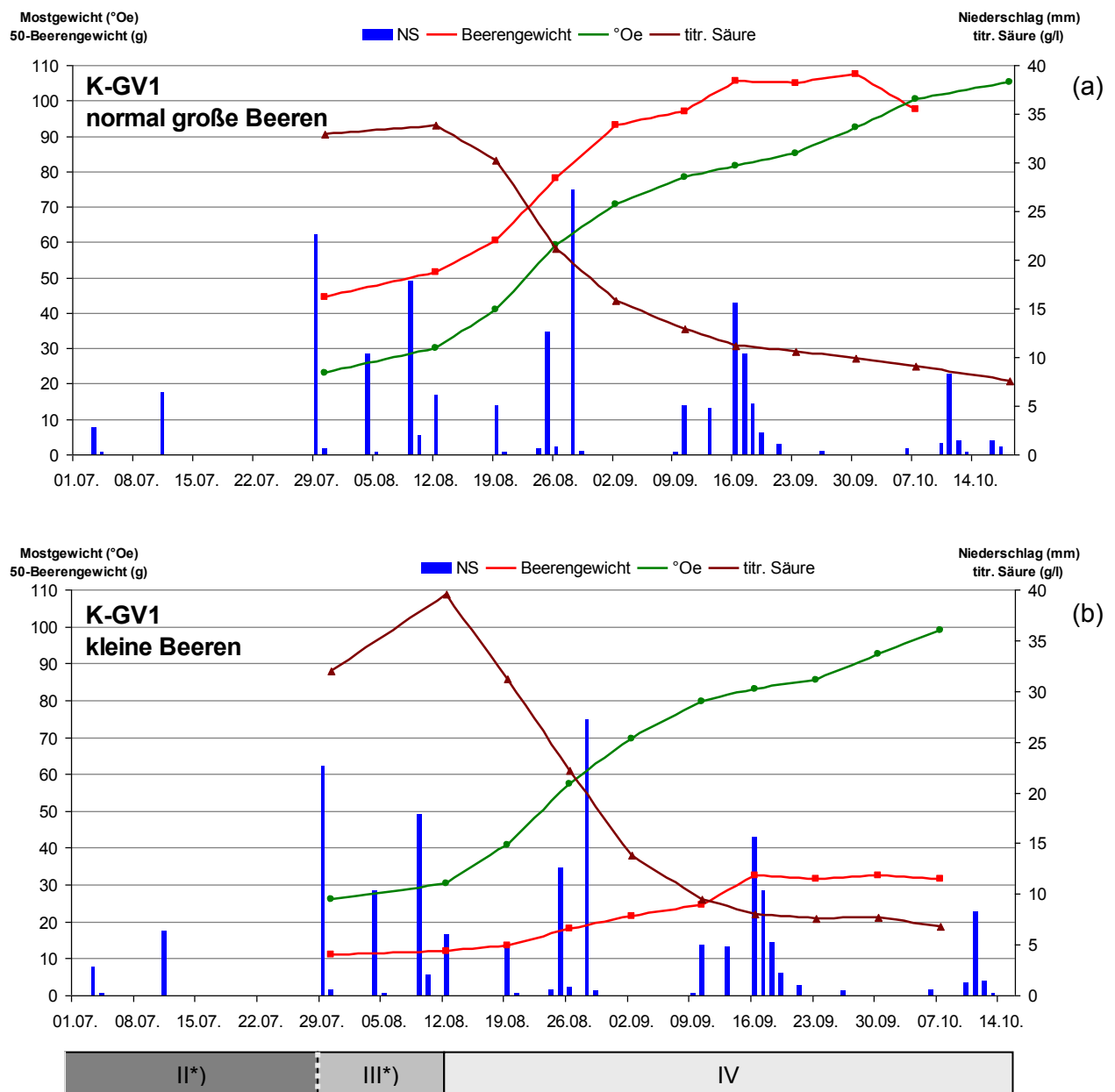


Abbildung 12: Mostgewicht (°Oe), Beerengewicht (g/50 Beeren), titrierbare Säure (g/l) und Niederschlag (mm) während der Beerenentwicklung am Standort K-GV1 getrennt nach normal großen Beeren (a) und kleinen Beeren (b)

Anm.: *) nicht eindeutig bestimmbar aufgrund abnormaler Kleinbeerigkeit

vom 26.08. bis zur Ernte am 07.10. fast unverändert auf dem Niveau von rund 80 bis 85 g/50 Beeren.

Am Kremser Standort K-GV1 (Abb. 12) mit der Sorte Grüner Veltliner mussten die Beeren wegen ihrer blütebedingten außergewöhnlich starken Unterschiede in der Größe in zwei Gruppen eingeteilt werden, u. zw. normal große Beeren und abnormal kleine Beeren. Beide Beerengrößen zeigten einen nahezu identen Verlauf beim Mostgewicht, abgesehen vom ersten Messtermin (30.07.), wo die kleinen Beeren ein um 3 °Oe höheres Mostgewicht hatten (23 bzw.

26 °Oe). Am letzten Vergleichstermin (07.10.) wiesen beide um die 100 °Oe auf und am 18.10. (Lese) kamen die normal großen Beeren sogar auf 105 °Oe.

Die titrierbare Säure erreichte bei den kleinen Beeren von K-GV1 einen viel höheren und stärker ausgeprägten Scheitelpunkt als bei den normal großen Beeren (39,5 g/l im Vergleich zu 33,8 g/l). Der folgende Säureabbau erfolgte bei Kleinbeerigkeit stärker, fast linear bis in die erste Septemberdekade hinein. Erst dann stabilisierte er sich über vier Wochen auf dem Leseniveau von knapp 7 g/l, also einen ähnlichen Gehalt wie bei Normalbeerigkeit.

Am auffälligsten verhielt sich naturgemäß das Beerengewicht. Am ersten Beprobungstermin (30.07.) konnten bei den normal großen Beeren 45 g/50 Beeren und bei den kleinen Beeren 11 g/50 Beeren gemessen werden. Bis zum 10.09. waren bei den normal großen Beeren höhere Zunahmeraten mit bis zu 17 g pro Woche festzustellen, danach gab es bei der Zunahme des Beerengewicht kaum Differenzen zwischen den beiden Gruppen (8 bzw. 9 g/50 Beeren/Woche). Am 07.10. (letzter Termin der Beerengewichtsbestimmung) erreichten die normal großen Beeren 98 g und die kleinen Beeren 32 g pro 50 Beeren. Damit hatten die normal großen Beeren am letzten Beprobungstermin ein um zirka vierfach höheres Gewicht wie die kleinen, was damit demselben Faktor entspricht, der zu Messbeginn zwischen den beiden Gruppen ermittelt wurde.

Bei Müller-Thurgau (Abb. 13) lag das Mostgewicht an den Standorten A-MT und K-MT wie bei allen anderen Flächen in der Beerenphase II zunächst auf dem Niveau von rund 20 °Oe. Im Burgenland begann die Zuckereinlagerung ab 30 °Oe (Beginn der Phase IV) am 30.07. und damit rund um eine Woche früher als in Krems (06.08.). Die Reifekurve von A-MT stieg stark an (60 °Oe bereits am 12.08.), während bei K-MT diese Gradation erst knapp vor dem 25.08. erreicht wurde. In der Folge verflachte diese jedoch am burgenländischen Standort, wohingegen die Grad Oechsle in Krems kontinuierlich anstiegen. Beim letzten Beprobungstermin konnten bei A-MT und K-MT die gleichen Werte (81 bzw. 80 °Oe) gemessen werden.

Beim Säurehöhepunkt zeigte A-MT einen typischen Plateaubereich in der Zeit vom 10.07. bis 30.07. um kapp 30 g/l, K-MT hingegen einen ausgeprägten Peak mit 33,8 g/l am 30.07.. Kurvig verflachte bei A-MT die Säure zunehmend, bei K-MT gab es demgegenüber eine stetige Abnahme. Grundsätzlich zeigte der nördlich gelegene K-MT immer höhere Säuregehalte im phänologischen Vergleich. Zur Lese am 16.09. wurden bei A-MT 6,1 g/l sowie bei K-MT 8,4 g/l titrierbare Säure analysiert.

Am Beginn der Beerenentwicklungsphase III (17.07. bzw. 30.07.) wiesen beide Standorte der Sorte MT etwa das gleiche Beerengewicht auf (A-MT 38 und K-MT 39 g/50 Beeren). Eine starke Zunahme zeigte sich auf den Versuchsflächen ab 12.08. (bei 43 bzw. 45 g pro 50 Beeren). Der Gewichtsanstieg stabilisierte sich bei A-MT ab 26.08. knapp oberhalb von rund

95 g/50 Beeren, obwohl es insbesondere am 28.08. sehr ergiebige Niederschlagsmengen gab. In Krems (K-MT) gab es demgegenüber eine kontinuierliche Zunahme des Beerengewichtes. Zur Lese zeigten beide Standorte nahezu das gleiche Beerengewicht (A-MT 100 und K-MT 97 g/50 Beeren).

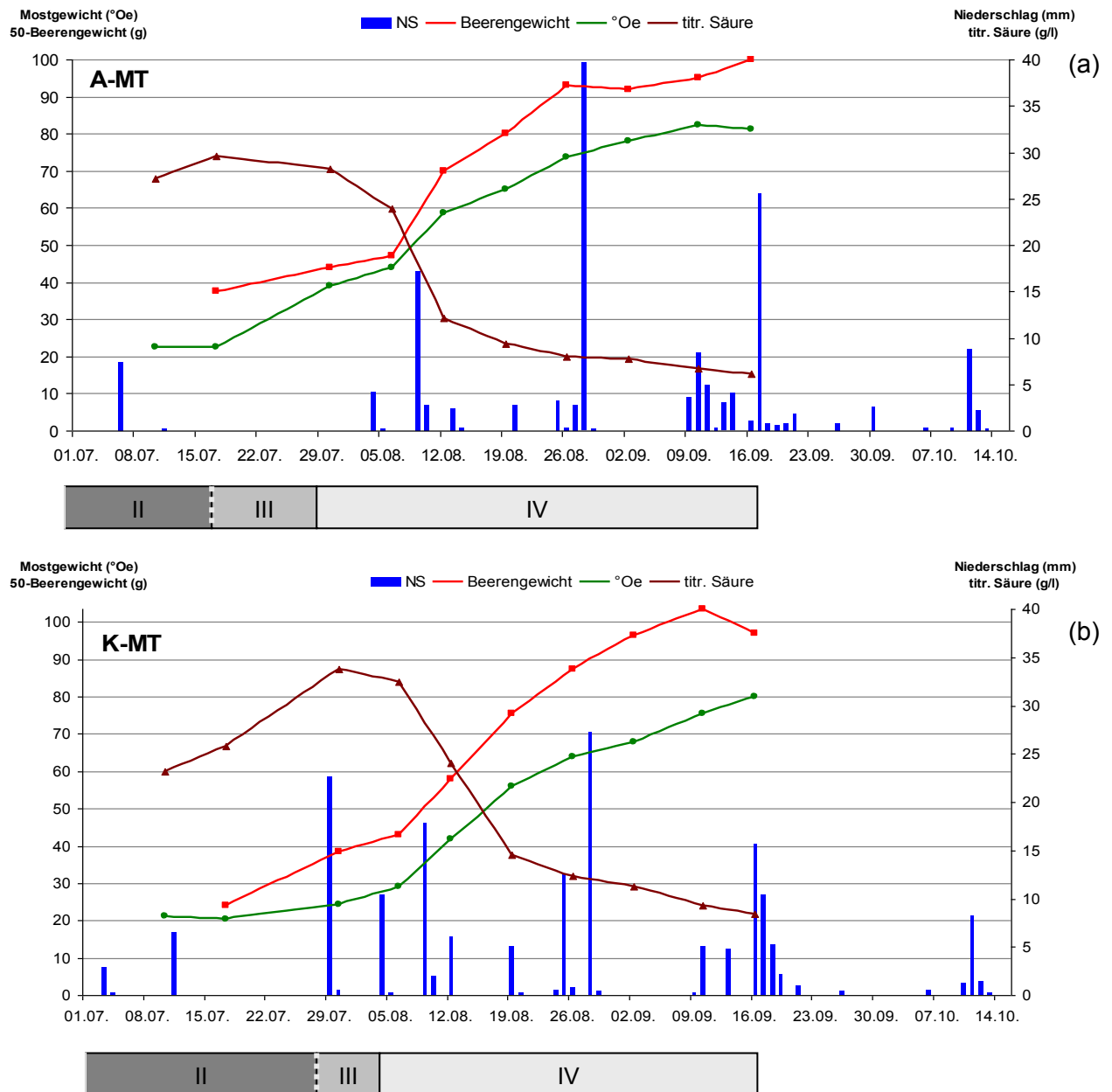


Abbildung 13: Mostgewicht (°Oe), Beerengewicht (g/50 Beeren), titrierbare Säure (g/l) und Niederschlag (mm) während der Beerenentwicklung an den Standorten A-MT (a) und K-MT (b)

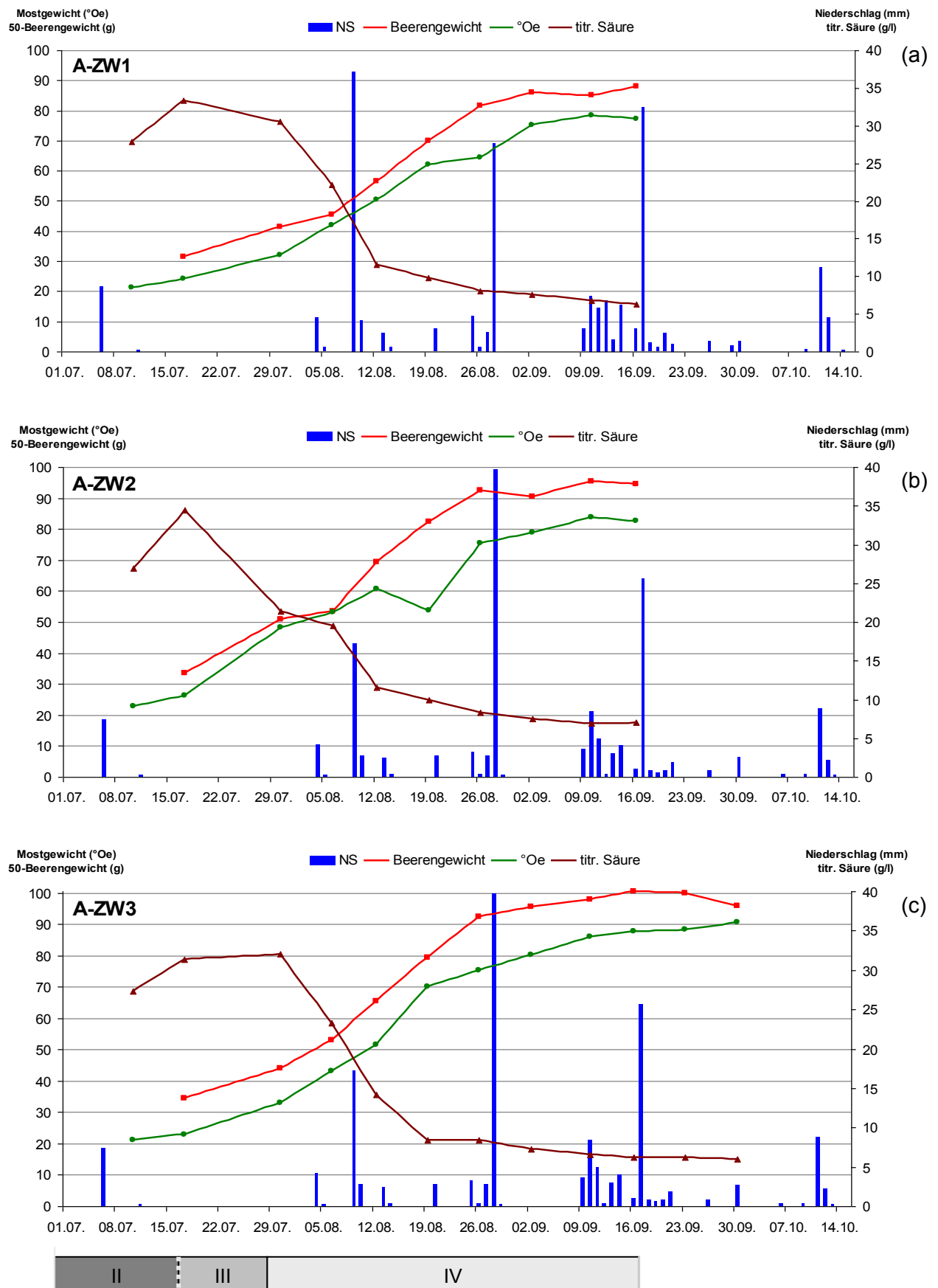


Abbildung 14: Mostgewicht (°Oe), Beerengewicht (g/50 Beeren), titrierbare Säure (g/l) und Niederschlag (mm) während der Beerenentwicklung an den Standorten A-ZW1 (a), A-ZW2 (b), A-ZW3 (c)

Beim Vergleich der in Abbildung 14 dargestellten Reifeverläufe der drei Zweigeltreblflächen in Andau zeigten die Standorte A-ZW1 und A-ZW3 gewisse ähnliche Tendenzen. Allen ist gleich, dass das Mostgewicht offenbar bereits in Beerenentwicklungsphase III vom 20 °Oe-Plateau abhob. Zu Beginn der Phase IV gab es schon rund 32 bis 48 °Oe. Nach dem deutlichen Anstieg des Mostgewichts zeigte sich ab dem 26.08. ein Abflachen auf deutlich unterschiedlichem Gehaltsniveau. Beim letzten Vergleichstermin (26.09.) konnten Standortunterschiede von bis zu 11 °Oe gemessen werden (A-ZW1: 77 °Oe, A-ZW2: 83 °Oe und A-ZW3: 88 °Oe).

Die titrierbare Säure erreichte annähernd gleiche Maximalwerte (32,0 bis 34,4 g/l) bei einem Plateaucharakter von A-ZW1 und A-ZW3. Nach einem deutlichen Abfall verflachte die Säurekurve bei Zweigelt im gleichen Zeitraum (12.08. - 19.08.) wie bei Grüner Veltliner in Andau. Am 16.09. waren kaum Differenzen zwischen A-ZW1 und A-ZW3 (6,3 bzw. 6,2 g/l) im Gegensatz zu A-ZW2 (7,0 g/l) zu erkennen.

Das Gewicht der Beeren lag bei Eintritt in Phase IV (30.07.) zwischen 41 g/50 Beeren (A-ZW1) und 51 g/50 Beeren (A-ZW2). Am 26.08. zeigten sich Werte von 81 (A-ZW1) und 92 g/50 Beeren (bei A-ZW2 und A-ZW3). Bis zum 16.09. erfolgte eine Zunahme auf 88 g/50 Beeren (A-ZW1) bzw. 105 g/50 Beeren (A-ZW3), während A-ZW2 kaum eine Veränderung aufwies. Bemerkenswert war an allen drei Rebflächen, dass der kräftige Niederschlag am 28.08. kaum einen Einfluss hatte.

Der Verlauf des hefeverwertbaren Stickstoffs in Form von **alpha-Amino-Stickstoff (FAN, Free Amino Nitrogen)** und **Ammonium** ist zusammen mit den Niederschlagsereignissen während der Beerenentwicklung in den folgenden Abbildungen 15 bis 18 für ausgewählte Standorte (mit kontinuierlicher Probennahme und Analytik) dargestellt. Bei Grüner Veltliner in Andau (Abb. 15) waren die höchsten Werte an Ammonium (ca. 375 bis 450 g/l) in der Beerenentwicklungsphase II zu verzeichnen. Kurz nach Reifebeginn (30.07.) erfolgte ein starker Abfall dieses Beereninhaltsstoffes mit einer folgenden weiteren langsamen Abnahme zur Ernte hin. Am 10.09. (zur Lese) verfügte A-GV3 über einen Gehalt von 138 mg/l NH_4 , während A-GV1 zu diesem Termin nur mehr 94 mg/l aufwies. Sehr unterschiedlich präsentierte sich der Verlauf von FAN. Während er bei A-GV2 von Messbeginn an bis zum 30.07. stetig anstieg (auf knapp 400 mg/l), begann der FAN-Gehalt auf den beiden anderen Standorten von einem Niveau von etwa 300 bis 400 mg/l bis zur Lese hin abzunehmen. Besonders auffällig ist die kurzfristige Zunahme des FAN bei A-GV3 am 19.08., insbesondere wenn Bezug genommen wird auf die im selben Zeitraum zu beobachtenden ersten Kalimangelsymptome an Blättern in der Traubenzzone. Keinen Effekt zeigten die Niederschläge auf die beiden Stickstoffkomponenten.

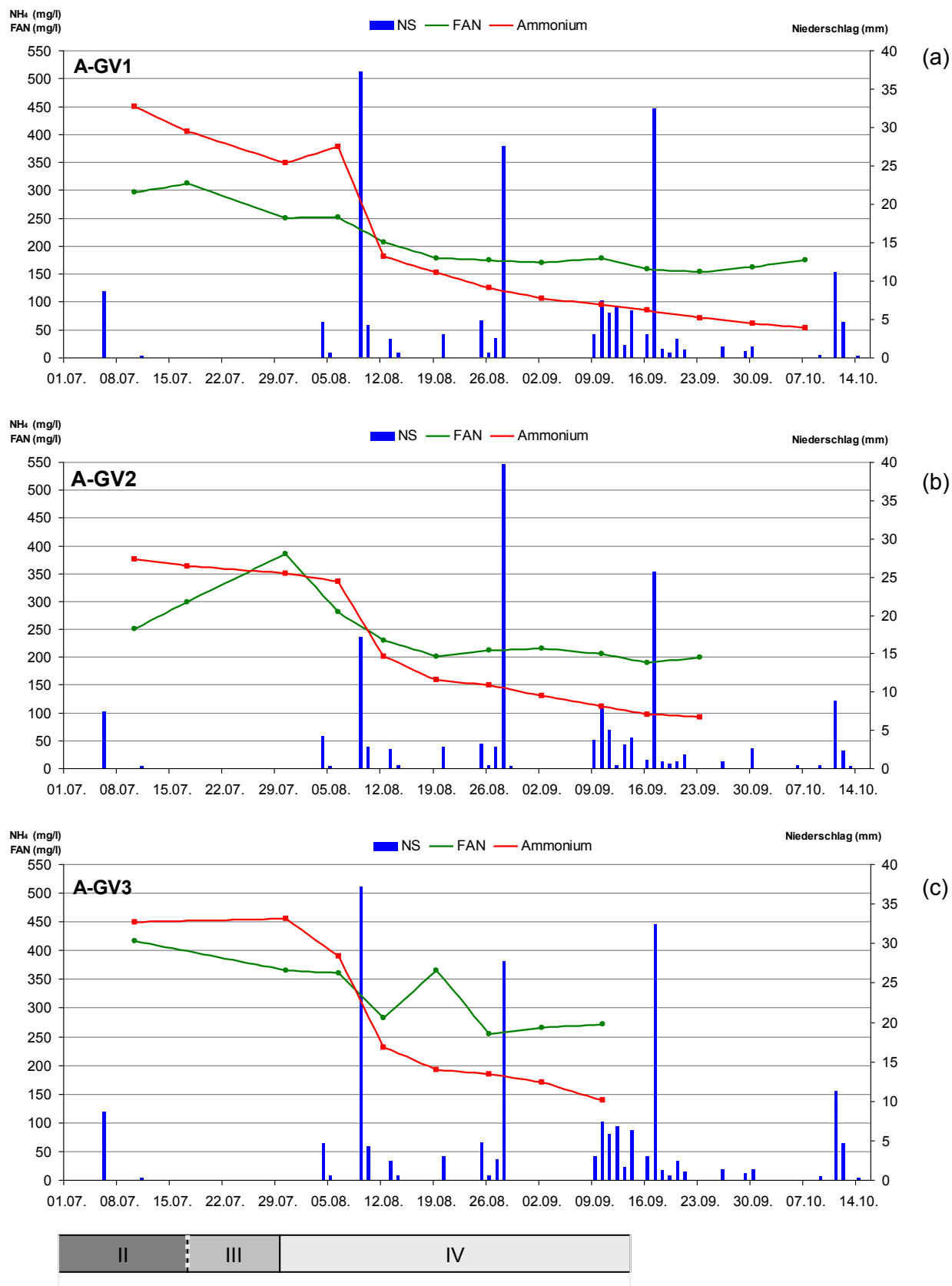


Abbildung 15: FAN (mg/l), Ammonium (mg/l) und Niederschlag (mm) während der Beerenentwicklung an den Standorten A-GV1 (a), A-GV2 (b), A-GV3 (c)

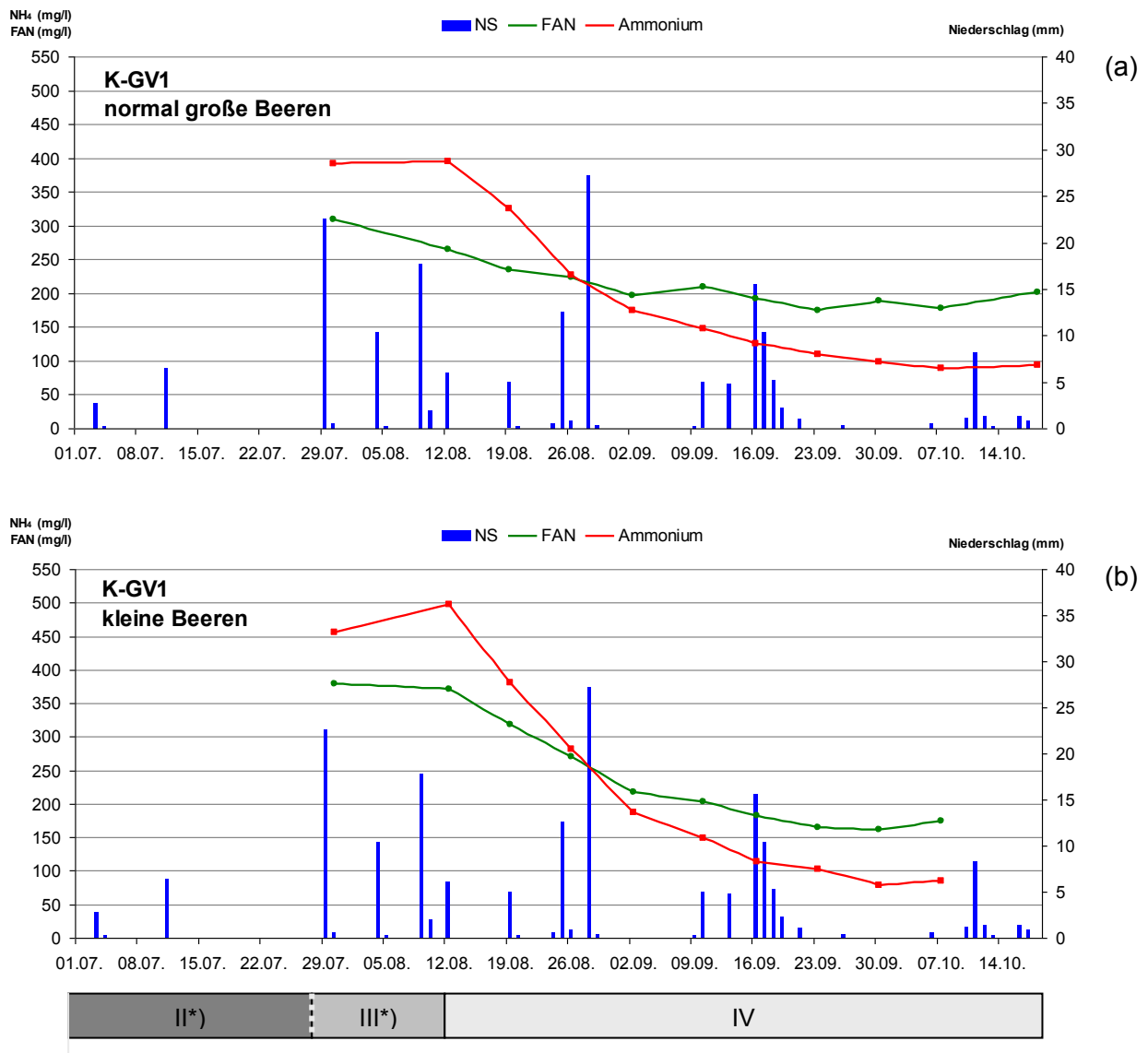


Abbildung 16: FAN (mg/l), Ammonium (mg/l) und Niederschlag (mm) während Beerenentwicklung am Standort K-GV1 getrennt nach normal großen Beeren (a) und kleinen Beeren (b)

Anm.: *) nicht eindeutig bestimmbar aufgrund abnormaler Kleinbeerigkeit

Wie Abbildung 16 zeigt, lag bei Grüner Veltliner in Krems (K-GV1) der Gehalt an Ammonium bis zum Reifebeginn ebenfalls über jenem des FAN. Die kleinen Beeren hatten sowohl bei Ammonium (max. ca. 500 mg/l) als auch bei FAN (max. 380 mg/l) anfänglich ein höheres Gehaltsniveau (große Beeren max. ca. 400 mg/l NH₄ und 300 mg/l FAN). Beim letzten Vergleichstermin (07.10.) waren keine großen Differenzen zwischen den normal großen Beeren (FAN: 178 g/l, NH₄: 88 g/l) und den kleinen Beeren (FAN: 174 g/l, NH₄: 85 g/l) zu registrieren. Die Niederschläge zeigten auch in Krems keine Wirkung auf FAN- und Ammoniumverlauf.

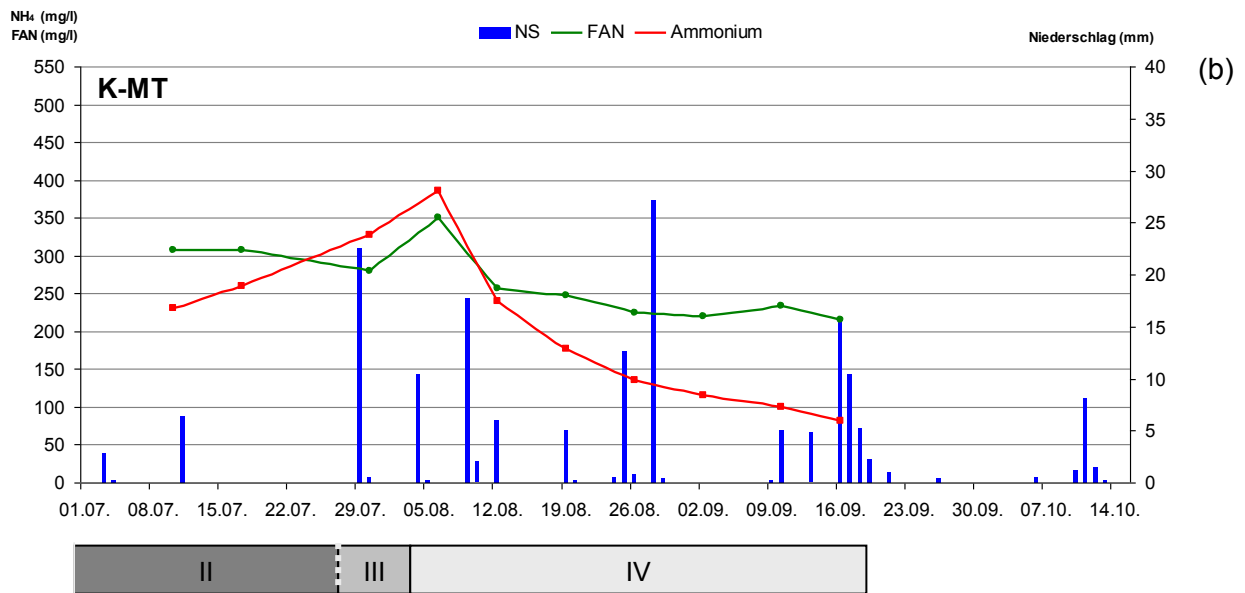
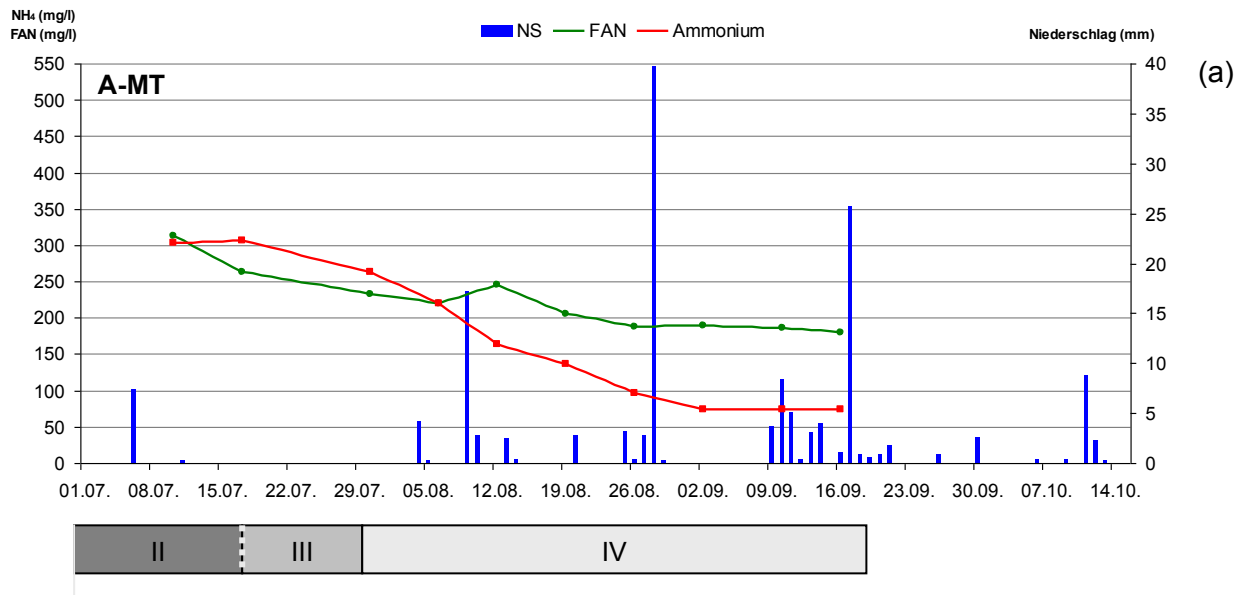


Abbildung 17: FAN (mg/l), Ammonium (mg/l) und Niederschlag (mm) während der Beerenentwicklung an den Standorten A-MT (a) und K-MT (b)

Bei Müller-Thurgau (Abb. 17) zeigte sich im Standortvergleich ein sehr unterschiedliches Bild. Bei A-MT gab es über die gesamte Beerenentwicklungsphase (II bis IV) eine eher kontinuierliche Abnahme der Stickstoffkomponenten. Am Standort K-MT war hingegen kurz nach Eintritt in die Phase IV (Reifephase) sowohl bei FAN (350 mg/l) als auch bei NH_4 (386 mg/l) ein Peak zu erkennen. Zum Lesetermin (16.09.) konnten bei A-MT 74 mg/l Ammonium und 180 mg/l FAN, bei K-MT 81 mg/l Ammonium und 215 mg/l FAN bestimmt werden.

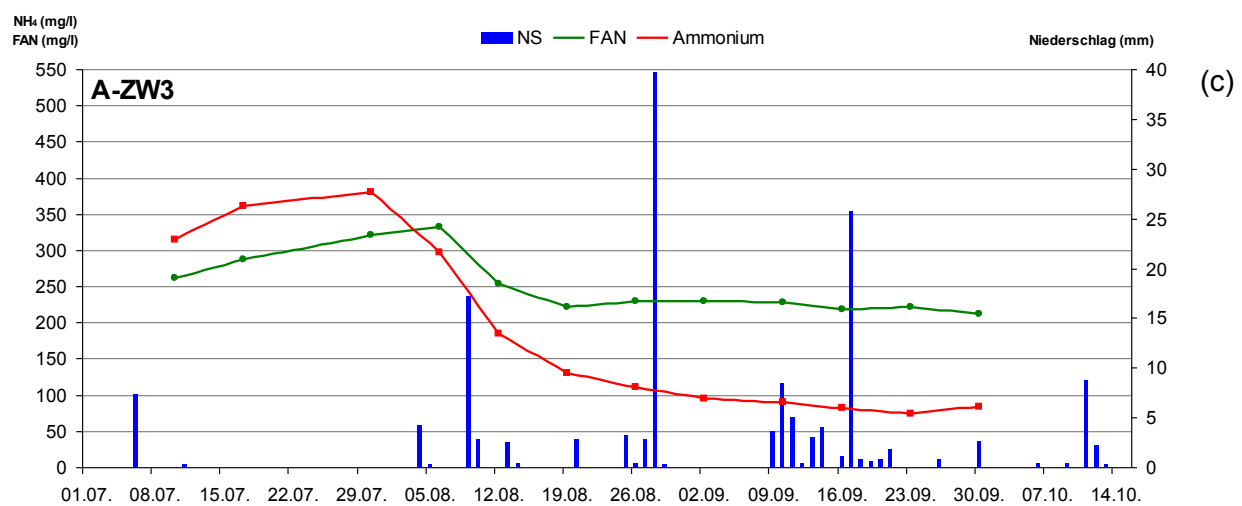
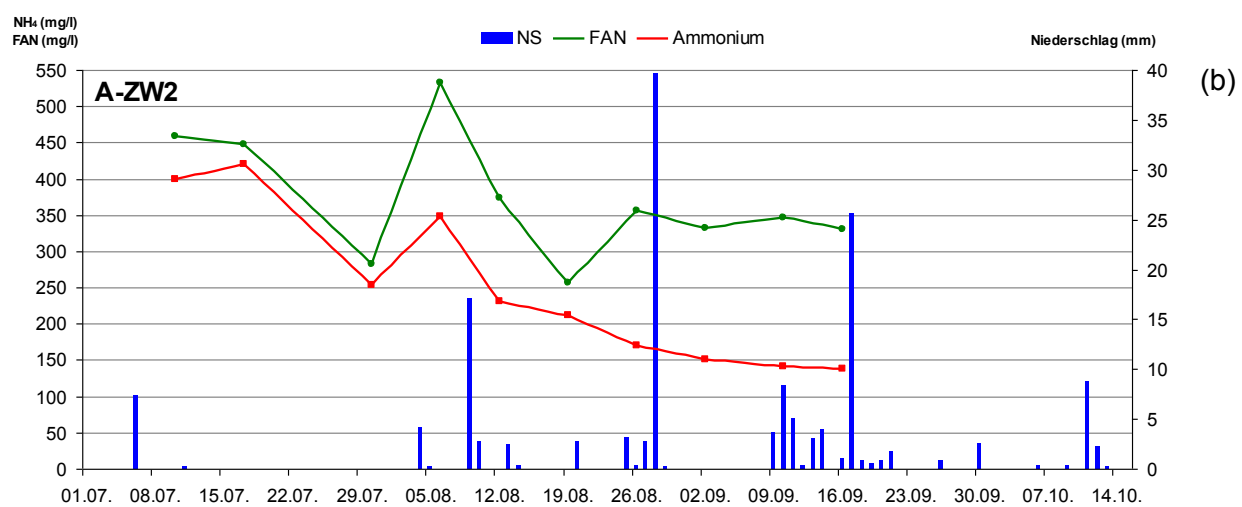
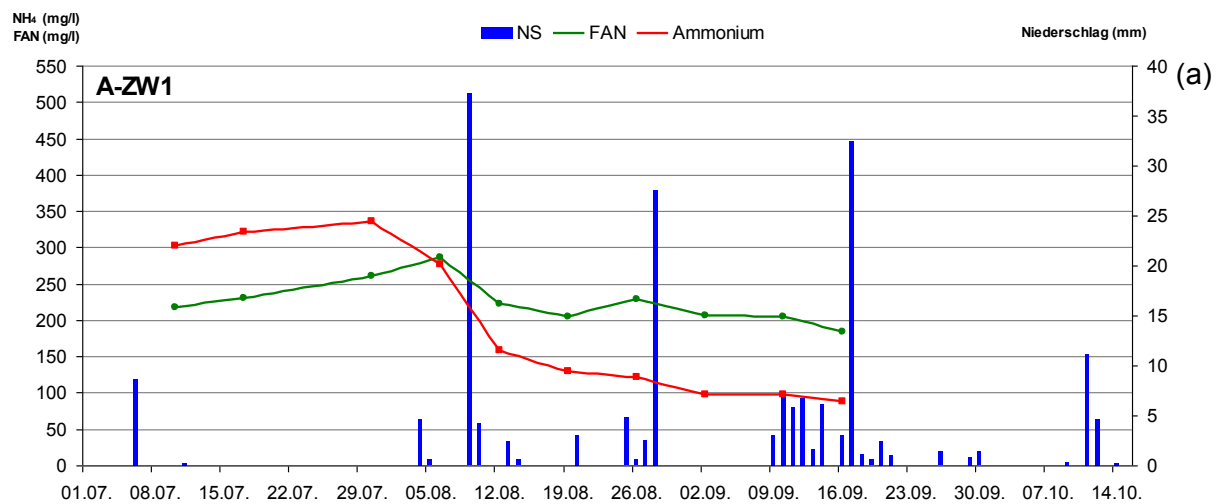


Abbildung 18: FAN (mg/l), Ammonium (mg/l) und Niederschlag (mm) während der Beerenentwicklung an den Standorten A-ZW1 (a), A-ZW2 (b), A-ZW3 (c)

So wie bei Grüner Veltliner war in Andau auch bei Zweigelt (Abb. 18) eine starke Abnahme im Gehalt an Ammonium und FAN erst nach Reifebeginn zu registrieren. Am Standort A-ZW2 kam es zuvor jedoch zu einem kurzfristigen Anstieg beider Stickstoffformen. Diese Fläche hatte die höchsten N-Gehalte sowohl zu Messbeginn (FAN 458 mg/l und Ammonium 399 mg/l) als auch beim letzten gemeinsamen Beprobungstermin (FAN 331 mg/l, Ammonium 138 mg/l). Die anderen beiden Standorte A-ZW1 und A-ZW3, die grundsätzlich ähnliche Gehaltsverläufe zeigten, verfügten zur Ernte über einen FAN zwischen 184 mg/l (A-ZW1) und 218 mg/l (A-ZW3) und einen Ammoniumgehalt von 81 mg/l (A-ZW3) bis 88 mg/l (A-ZW1).

A-ZW2 wurde extrem häufig und intensiv, auch noch in der letzten Beerenphase IV, bewässert. Inwieweit diese Maßnahme für den hier festgestellten Peak der freien Stickstoffformen und dem zeitgleichen Auftreten von Kalimangel an den untersten Blättern (Abb. 19) verantwortlich war, kann im Hinblick auf die enge N-K-Beziehung nur spekulativ diskutiert werden.



Abbildung 19: Kalimangel bei A-ZW2 am 19.08.

Zusammenfassend zeigten die Parameter für den hefeverwertbaren Stickstoff (FAN und NH_4) an allen Standorten und bei allen Rebsorten mit Eintritt in die Phase IV bis zum jeweiligen Lesetermin eine stetige Abnahme. In den letzten Wochen vor der Ernte fiel der Gehalt an Ammonium immer stärker im Vergleich zu den FAN-Werten ab. Mitte September, wo noch fast alle Standorte beprobt werden konnten, lag der Ammoniumgehalt zwischen rund 75 und 140 mg/l, der FAN zwischen 160 und 330 mg/l. Bemerkenswert war, dass die Niederschläge im Beprobungszeitraum keine Wirkung auf den Verlauf der beiden Stickstoffkomponenten in den Beeren zeigten.

Der in den letzten Jahren besonders fäulnisanfällige Kremser Riesling (K-RR) ist in seinem Reifeverlauf im letzten Zeitraum der Beerenentwicklungsphase IV bis zur Ernte in Abbildung 20 dargestellt. Das Mostgewicht, das bei der Beprobung am 23.09. bereits knapp 80 °Oe aufwies, erreichte zur Lese am 26.10. für diese Sorte beachtliche 94 °Oe. In dieser relativ niederschlagsarmen Periode nahm die titrierbare Säure nur auf 9,6 g/l zur Ernte ab. Während der Ammoniumgehalt auf einem relativ konstanten Niveau (ca. 100 mg/l) verharrte, konnte beim FAN eine progressive Zunahme von 113 auf 281 mg/l zur Lese verzeichnet werden. Der Verlauf an FAN verhielt sich damit bei K-RR völlig konträr zu allen anderen untersuchten Flächen in Andau und Krems. Auch im Gesamtphenolgehalt gab es auf der Kremser Rieslingfläche im letzten Monat vor der Ernte einen Gehaltsanstieg von 194 auf 287 mg/l.

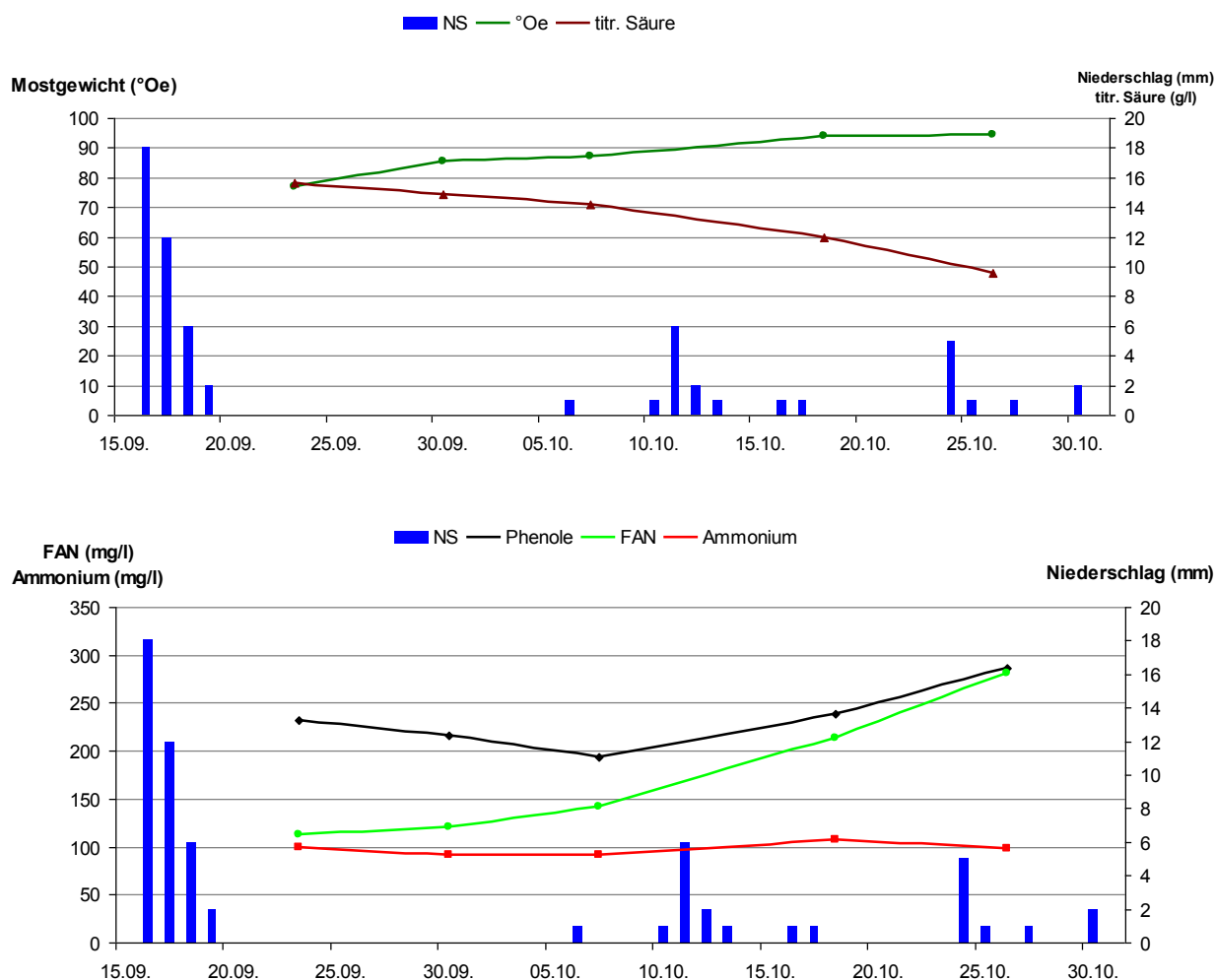


Abbildung 20: Mostgewicht (°Oe), titrierbare Säure (g/l), FAN (mg/l), Ammonium (mg/l), Gesamtphenole (mg/l) und der Niederschlag (mm) im letzten Zeitraum der Beerenentwicklung bei K-RR

In den Abbildungen 21 bis 23 ist die **Laccaseaktivität** (Units/ml) gemeinsam mit Gesamtphenolgehalt, pH-Wert, titrierbarer Säure sowie dem Mostgewicht für einige Standorte dargestellt. Grüner Veltliner (Abb. 21) in Andau (A-GV1, A-GV2 und A-GV3) verfügte bereits am 12.08., also rund 14 Tage nach Reifebeginn, über eine Laccaseaktivität in den visuell gesunden Beeren. Auf der Rebfläche K-GV1 in Krems konnte eine solche erst am 26.08. festgestellt werden. Aufgrund der sehr hohen Laccaseaktivität bei K-GV1 (Abb. 21) war es ausnahmsweise erforderlich, eine erhöhte Skalierung für Laccase und Mostgewicht vorzunehmen. Obwohl Analyseschwankungen in der Laccasemessung gegeben sind, ist ein gewisser Trend zu höheren Werten mit zunehmendem Reifeverlauf nicht von der Hand zu weisen. Die eindeutig höchste Laccaseaktivität aller Versuchsstandorte konnte bei K-GV1 Mitte Oktober mit 113 Units/ml bestimmt werden. Der Gehalt an Gesamtphenolen, der Anfang Juli mit rund 3500 bis 4000 mg/l seinen Ausgang nahm, sank bald nach Eintritt in die Traubenreife (Mostgewicht über 50 °Oe) unter 500 mg/l ab, ohne dabei große Unterschiede zwischen den Standorten erkennen zu lassen.

Bei Müller-Thurgau (Abb. 22) war bei A-MT ab dem 12.08. und bei K-MT ab dem 19.08. gleichfalls erst ab einem Gesamtphenolgehalt von unter 500 mg/l eine Laccaseaktivität festzustellen, also sowohl bei Müller-Thurgau als auch bei Grüner Veltliner etwa 14 Tage nach Reifebeginn. Im Vergleich zu Andau verzeichnete Müller-Thurgau in Krems eine deutlich geringere Laccaseaktivität. Ebenso konnte am südlicheren Standort (A-MT) ein geringfügig höheres Mostgewicht und ein höherer pH-Wert an allen Messzeitpunkten ermittelt werden. So hatte am 16.09. A-MT 81 °Oe und einen pH-Wert von 3,28, während K-MT 80 °Oe und einen pH-Wert von 3,15 aufwies.

Für die Sorte Zweigelt sind die Ergebnisse von A-ZW1, A-ZW2 und A-ZW3 in Abbildung 23 dargelegt. Eine Laccaseaktivität war bei A-ZW2 ab dem 12.09., bei A-ZW1 und A-ZW3 ab dem 19.08. sowie an jedem folgendem Messtermin festzustellen. Der Beginn der Laccaseaktivität war bei Zweigelt im Burgenland somit zwei bzw. drei Wochen nach Reifebeginn gegeben. Die höchste Laccaseaktivität (rund 70 Units/ml am 16.09.) bei gleichzeitig höheren pH-Werten und höherem Mostgewicht gab es bei A-ZW3, die geringste bei A-ZW2 (rund 40 Units/ml am 16.09.). Die Gesamtphenolwerte lagen beim Erstnachweis von Laccase je nach Standort zwischen rund 350 und 600 mg/l.

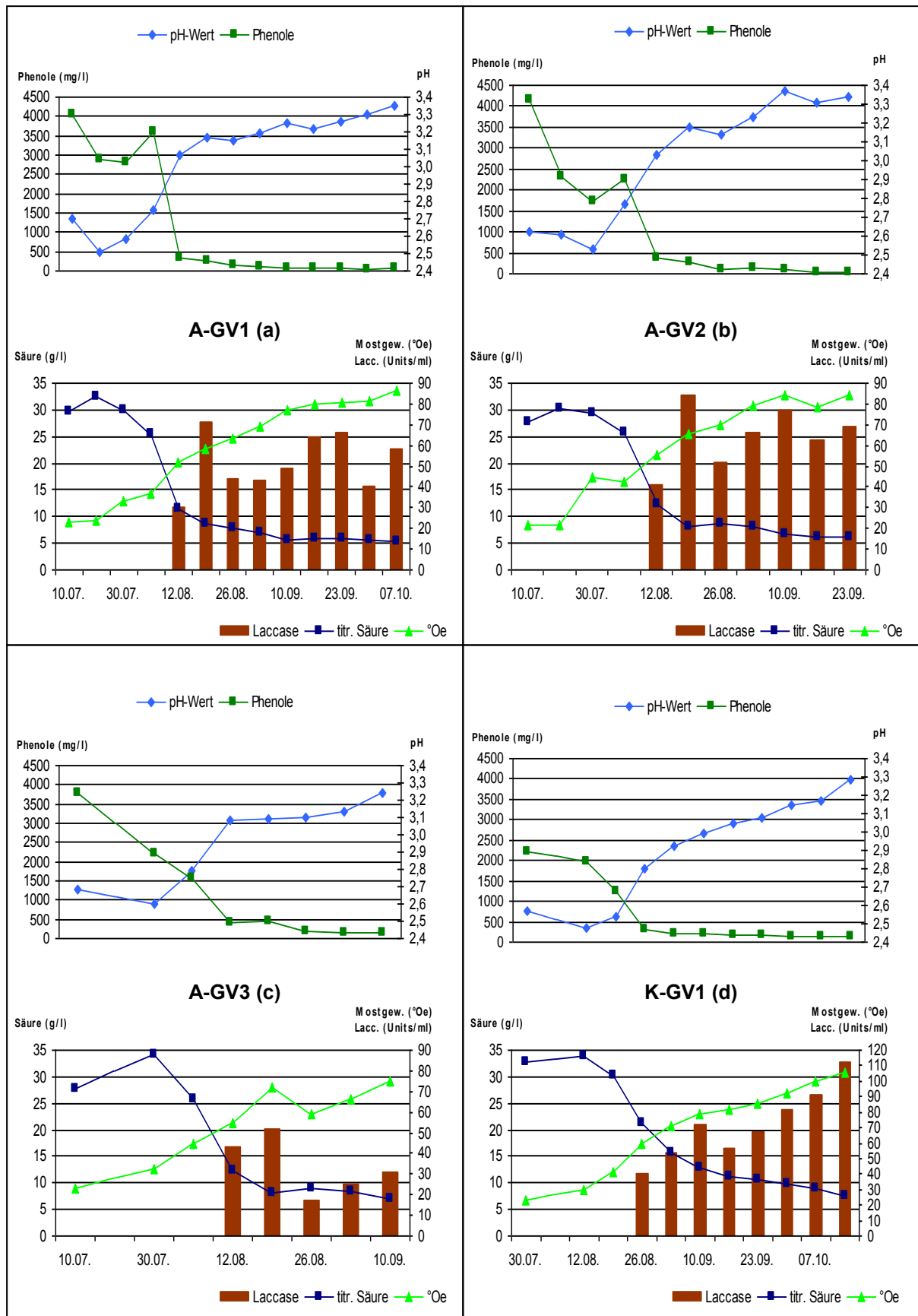


Abbildung 21: Laccaseaktivität (Units/ml), Mostgewicht (°Oe), titrierbare Säure (g/l), pH-Wert (1) und Gesamtphenole (mg/l) bei A-GV1 (a), A-GV2 (b), A-GV3 (c) und die normal großen Beeren von K-GV1 (d)

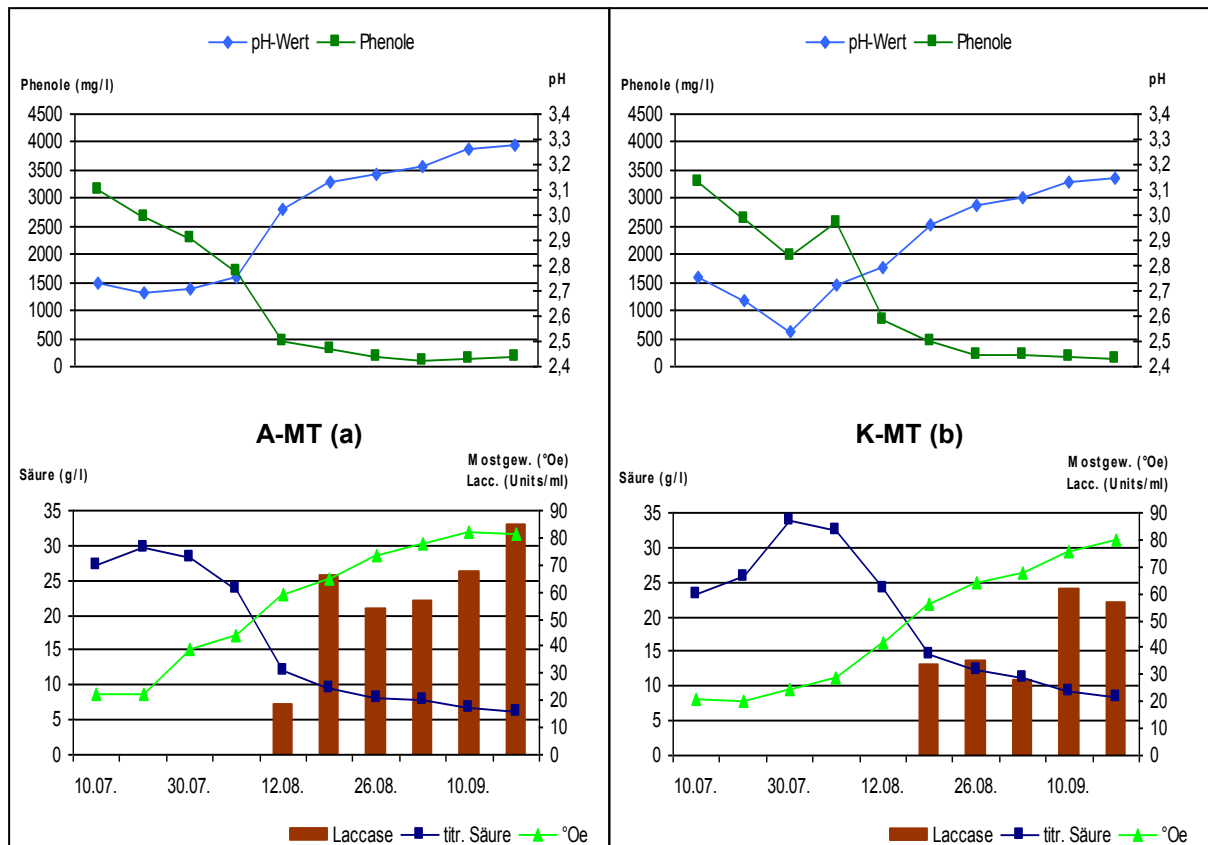


Abbildung 22: Laccaseaktivität (Units/ml), Mostgewicht (°Oe), titrierbare Säure (g/l), pH-Wert (1) und Gesamtphenole (mg/l) bei A-MT (a) und K-MT (b)

Insgesamt betrachtet lassen die Abbildungen 21 bis 23 erkennen, dass die erste Laccaseaktivität in visuell gesund erscheinenden Beeren je nach Rebsorte ca. zwei Wochen (MT und GV) bzw. zwei bis drei Wochen (ZW) nach Reifebeginn festgestellt werden konnte. Zu diesem Zeitpunkt erreichte das Mostgewicht bereits Werte von 52 bis 70 °Oe und der Gesamtphenolgehalt war bei Zweigelt schon auf rund 350 bis 600 mg/l bzw. bei den anderen Sorten unter 500 mg/l abgesunken. Laccase ließ maximal einen geringfügig steigenden Trend zur Lese hin erkennen. Die Konzentration an Gesamtphenolen zeigte in der letzten Reifephase keine Abhängigkeit zur Laccaseaktivität.

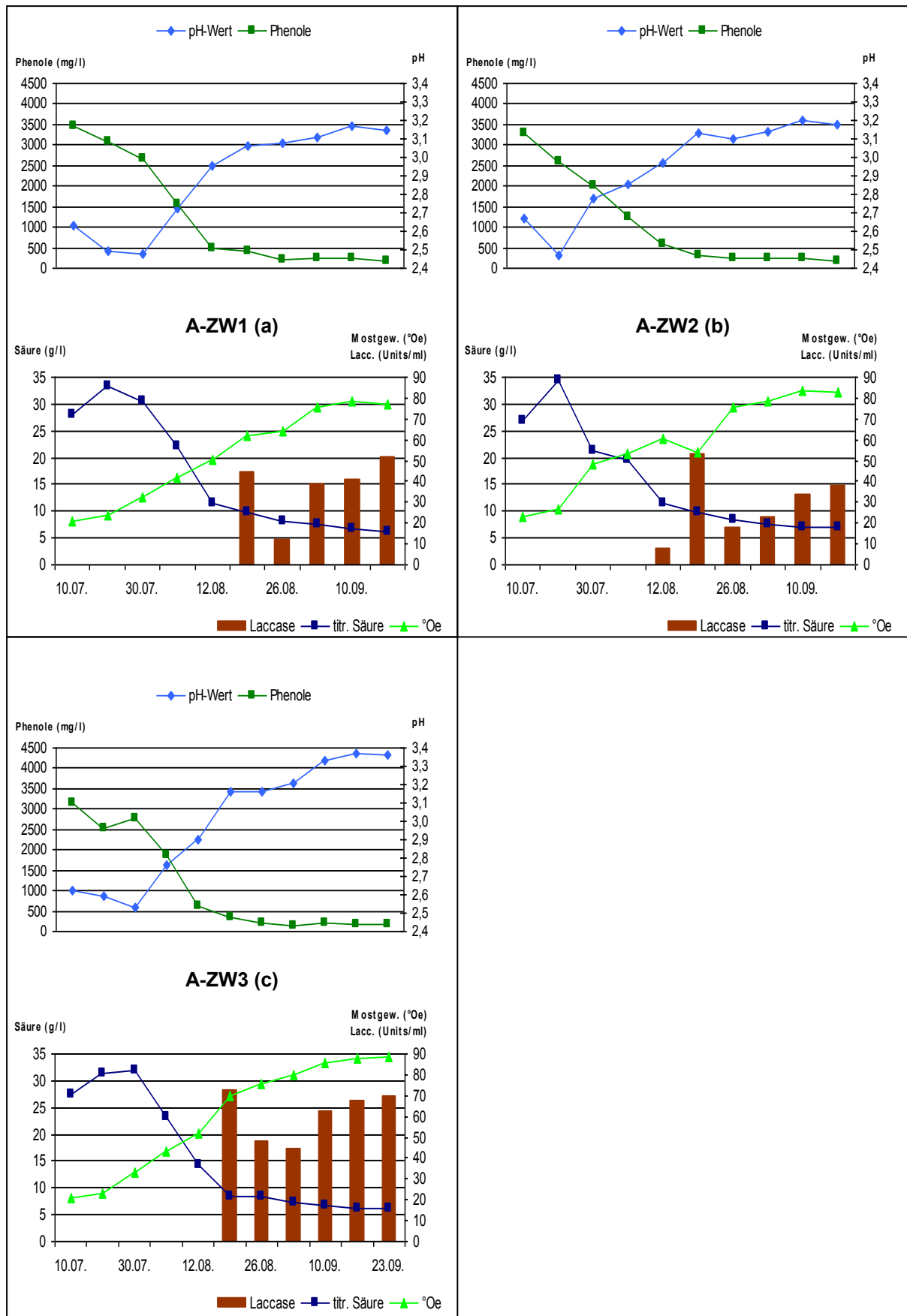


Abbildung 23: Laccaseaktivität (Units/ml), Mostgewicht (°Oe), titrierbare Säure (g/l), pH-Wert (1) und Gesamtphenole (mg/l) bei A-ZW1 (a), A-ZW2 (b), A-ZW3 (c)

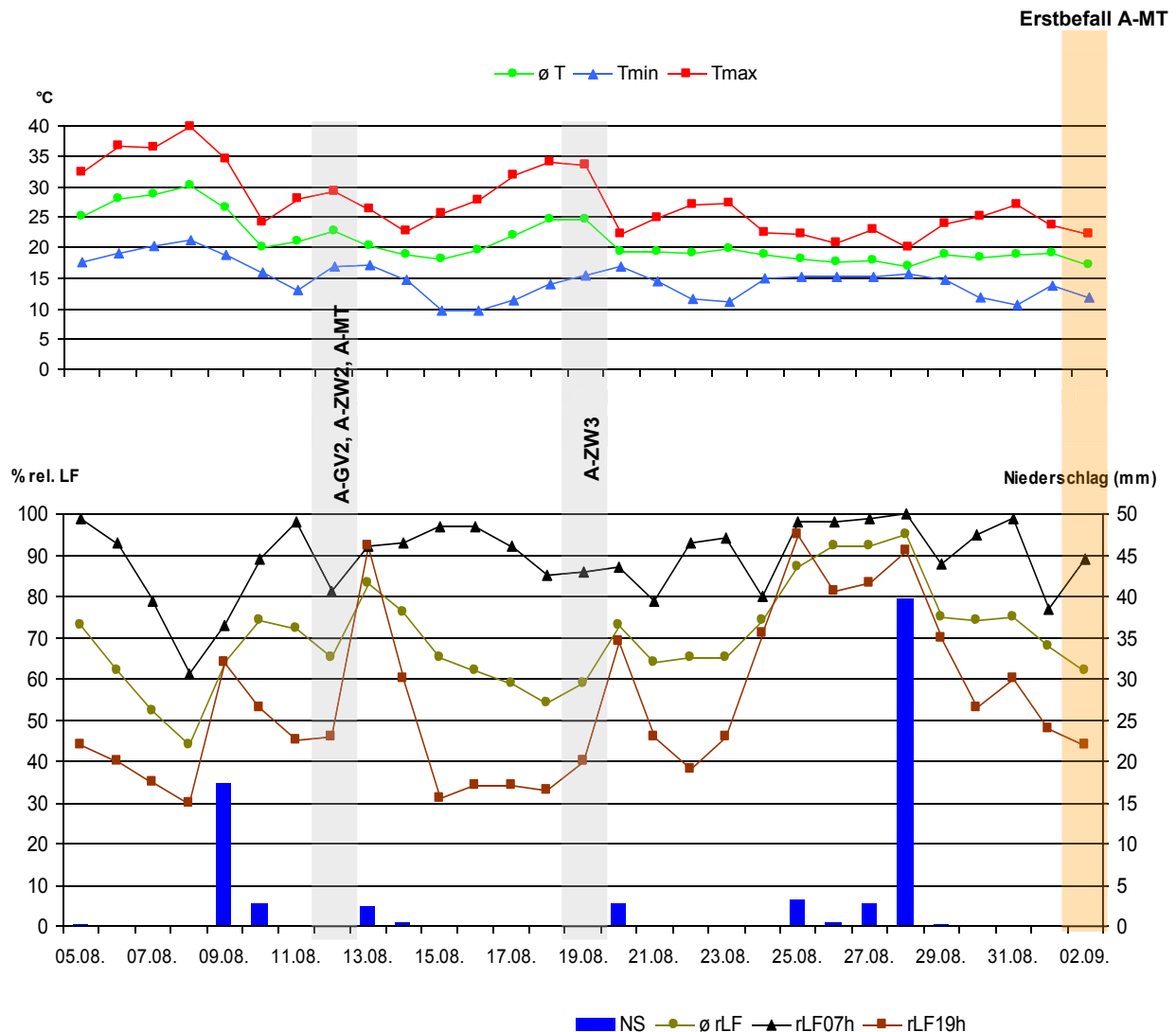


Abbildung 24: Tagesmittel, Tagesmaxima und Tagesminima der Temperatur (°C), relative Luftfeuchtigkeit (%) mit dem Tagesdurchschnitt, um 7 und 19 Uhr sowie der Niederschlag (mm) an der Wetterstation Andau1 mit dem jeweiligen Beginn der Laccaseaktivität auf den Standorten A-ZW2, A-ZW3, A-GV2, A-MT (graue Balken) und dem Erstbefall durch Traubenfäule bei A-MT (oranger Balken)

Wie in Abbildung 24 (und auch bereits in Abb. 21 bis 23) zu sehen ist, war der **Beginn der Laccaseaktivität** in der Analyse der visuell gesunden Beeren an den burgenländischen Standorten A-ZW2, A-GV2 und A-MT am 12.08. sowie bei A-ZW3 am 19.08. festzustellen. Die Witterung, die diesen Terminen voran ging, ließ zum Erstrnachweis von Laccase keinen Zusammenhang erkennen, weder von Seite der Temperatur noch von Seite des Niederschlags oder der relativen Luftfeuchtigkeit. Im Ergebnis sehr ähnlich verhielten sich auch die der Wetterstation Andau2 zugeordneten Standorte A-GV1, A-GV3 und A-ZW1 (Abb. 25). An den Standorten im Einzugsbereich der Wetterstation Krems1 (Abb. 26) war die Laccaseaktivität erstmals am 19.08. (K-MT) bzw. am 26.08. (K-GV1) belegbar und zeigte hinsichtlich der

Witterungsabhängigkeit doch ein etwas differenzierteres Bild. Während die Anlage K-MT sich analog der Situation im Burgenland verhielt, gab es an der Fläche K-GV1 erst am 26.08. erstmals eine Laccaseaktivität, und zwar bei einer auffällig hohen relativen Luftfeuchtigkeit von über 94 % (um 7 und 19 Uhr sowie im Tagesmittel) und zudem einen Temperaturabfall auf ca. 15 °C im Tagesminimum sowie auf ca. 17 °C im Tagesdurchschnitt.

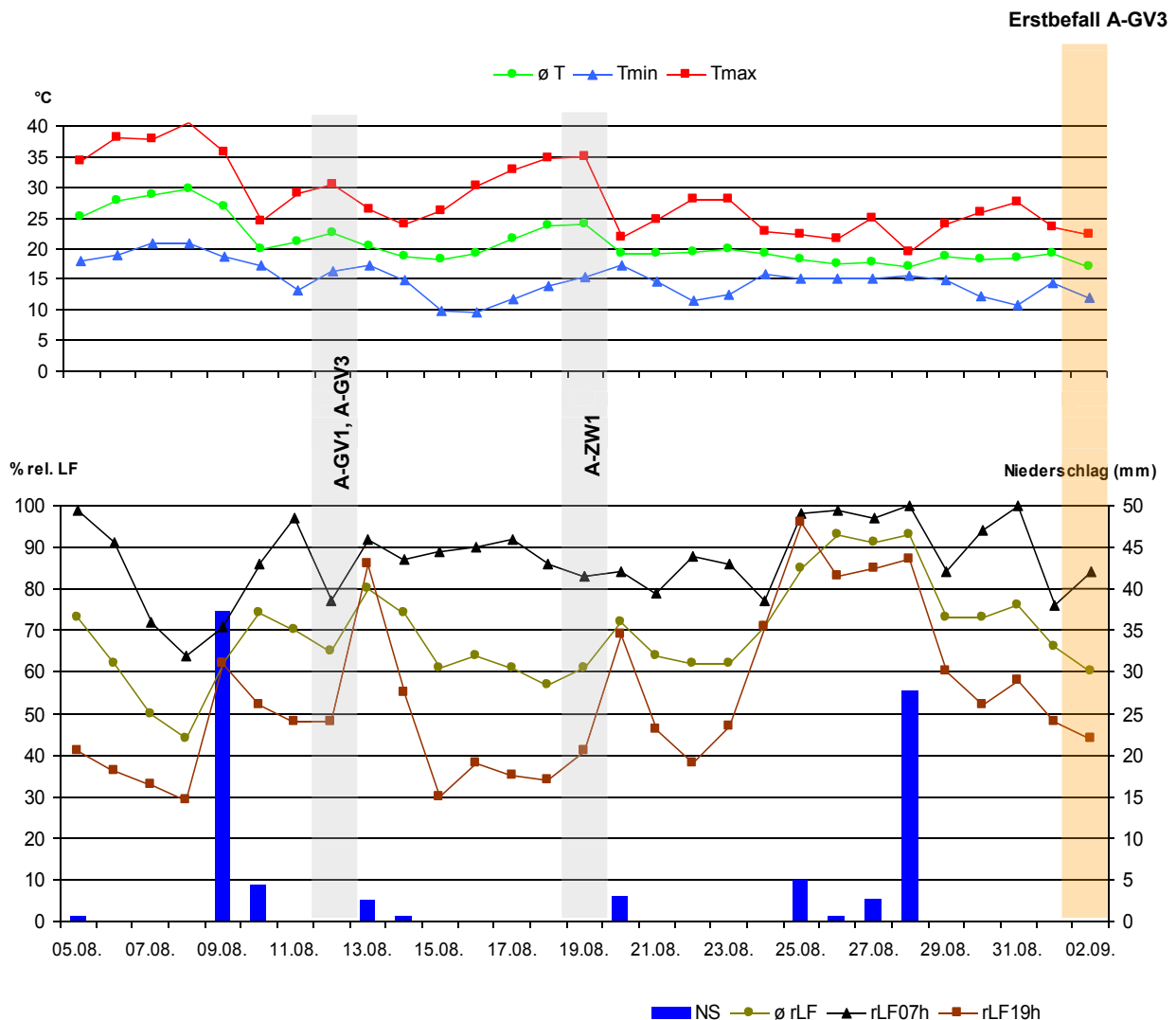


Abbildung 25: Tagesmittel, Tagesmaxima und Tagesminima der Temperatur (°C), relative Luftfeuchtigkeit (%) mit dem Tagesdurchschnitt, um 7 und 19 Uhr sowie der Niederschlag (mm) an der Wetterstation Andau2 mit dem jeweiligen Beginn der Laccaseaktivität auf den Standorten A-ZW1, A-GV1, A-GV3 (graue Balken) und dem Erstbefall durch Traubenfäule bei A-GV3 (oranger Balken)

An allen hinsichtlich Laccaseaktivität untersuchten Standorten trat ein Botrytisbefall an den Trauben erst auf, nachdem eine Aktivität dieses Enzyms festgestellt werden konnte. Die ersten visuell bestimmten **Symptome der Traubenfäule** (Abb. 24 bis 26) wurden am 30.08. bzw. 02.09. registriert, also 4 Tage (K-GV1), 11 Tage (K-MT) und 21 Tage (A-GV3 und A-MT) nach

dem Erstnachweis von Laccaseaktivität in der Beerenanalyse. Auffallend ist, dass an allen diesen Standorten in den Tagen knapp vor Krankheitsausbruch mehrtägig anhaltend eine hohe relative Luftfeuchtigkeit (um 7 Uhr und im Tagesmittel) gegeben war.

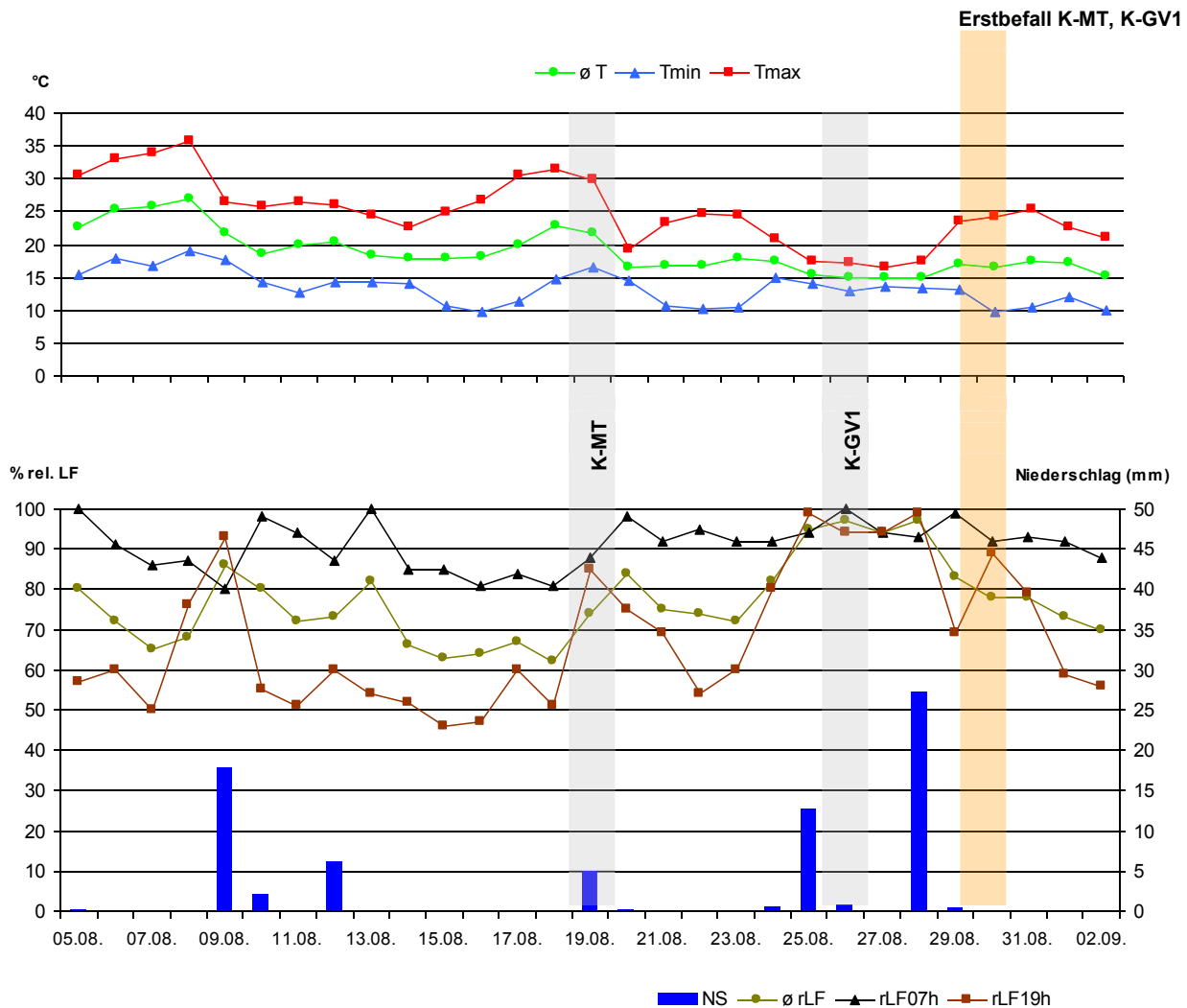


Abbildung 26: Tagesmittel, Tagesmaxima und Tagesminima der Temperatur (°C), relative Luftfeuchtigkeit (%) mit dem Tagesdurchschnitt, um 7 und 19 Uhr sowie der Niederschlag (mm) an der Wetterstation Krems1 mit dem jeweiligen Beginn der Laccaseaktivität auf den Standorten K-MT, K-GV1 (graue Balken) und Erstbefall durch Traubenfäule bei K-MT (oranger Balken)

An den Standorten in Andau trat *B. cinerea* (Tab. 9) nur in geringem Umfang mit maximal 20 % **Befallshäufigkeit** (BH) als Beerenbotrytis auf, während in Krems bei Grüner Veltliner sich der Erreger in erster Linie in Form von Stieffäule zeigte, bei einem Gesamtbotrytisbefall zwischen 22 und 34 % BH. Bei K-MT gab es ausschließlich Beerenbotrytis (25 % BH) und bei K-RR sowohl Beerenbotrytis wie auch Stieffäule, bei insgesamt 73 % BH. Grundsätzlich war eine geringere Befallshäufigkeit bei niedrigerem Beerengewicht festzustellen, jedoch dürfen die

terminlich weit auseinander liegenden Erntezeitpunkte (ca. ein Monat) nicht unberücksichtigt bleiben. Das Mostgewicht zeigte zur Befallshäufigkeit einen nur schwach angedeuteten positiven Zusammenhang. So standen zum gleichen Erntetermin auf der einen Seite 18 % BH mit 81,3 °Oe einem Ergebnis von 25 % BH mit 80,1 °Oe gegenüber (A-MT vs. K-MT), auf der anderen Seite 12 % BH mit 84 °Oe einem Lesebefund von 29 % BH mit 86,8 °Oe entgegen (A-GV2 vs. K-GV2). Im allgemeinen Vergleich der analysierten und bonitierten Werte zeigte sich bei höherem Mostgewicht ein höherer Botrytisbefall, wobei aber dieser Zusammenhang in Anbetracht unterschiedlicher Lesetermine massiv fehlerbehaftet ist.

Bei der titrierbaren Säure, die in einer großen Bandbreite von 5,2 g/l bis zu 10,6 g/l vorlag, bedingten hohen Säurewerte nicht zwangsläufig weniger befallene Trauben zur Ernte (z.B. K-GV3 mit 22 % BH bei 9,9 g/l). Beim pH-Wert war ebenfalls kein Effekt zu *B. cinerea* zu erkennen. Die Stickstoffkomponenten (FAN und NH₄) in den Beeren zeigten auch keinen Zusammenhang mit dem Fäulnisbefall. Die Reben von A-ZW2 hatten an ihren stickstoffreichen Beeren (FAN 331 mg/l und NH₄ 138 mg/l) mit 16 % BH nahezu eine gleich hohe Schädigung wie die gering versorgten Beeren von A-MT (FAN 180 mg/l und NH₄ 74 mg/l) mit 18 % BH. Die höchste Laccaseaktivität in den visuell gesunden Beeren konnte am Standort K-GV1 (113 Units/ml) am 18.10. gemessen werden, bei einem Traubenfäulebefall von insgesamt 34 % BH. Mehr als drei Wochen früher (23.09.) erreichte die Laccaseaktivität auf der Fläche K-GV2 69 Units/ml, bei einem Befall von 29 % BH. Das hohe Traubenfäuleauftreten von 73 % BH bei Riesling (K-RR) am 26.10. bei einer Laccaseaktivität von 52 Units/ml lässt sich aufgrund der unterschiedlichen Rebsorte nicht vergleichen.

Zum Zeitpunkt der Ernte wies A-GV2 den geringsten Gesamtphenolgehalt auf (38 mg/l), bei einer Befallshäufigkeit von 12 %. Der Gehalt an Gesamtphenolen war am höchsten beim

Tabelle 9: Traubenfäulebefallshäufigkeit und Traubenreifeparameter zum jeweiligen Erntetermin

Datum	Standort	Fäule BH %	Beeren- gewicht g	Most- gewicht °Oe	titr. Säure g/l	pH- Wert	FAN mg/l	NH ₄ mg/l	Lac- case Units/ml	Glu- cons. g/l	Phe- nole mg/l
10.09.	A-GV3	4	180	74,9	7,0	3,24	271	138	31	0	153
16.09.	A-MT	18	200	81,3	6,1	3,28	180	74	85	0	161
	A-ZW1	6	176	77,4	6,3	3,15	184	88	52	0,7	157
	A-ZW2	16	189	82,6	7,0	3,18	331	138	38	0,9	190
	K-MT	25	194	80,1	8,4	3,15	215	81	57	0	149
23.09.	A-GV2	12	172	84,0	6,1	3,34	199	92	69	0	38
	K-GV2	29	202	86,8	10,6	3,14	213	123	69	0	144
30.09.	A-ZW3	11	192	90,6	6,0	3,37	212	84	78	1,3	165
07.10.	A-GV1	3	164	86,1	5,2	3,35	175	53	58	0	93
	K-GV3	22	184	98,8	9,9	3,17	228	129	84	0	134
	K-ZW	0	n.b.	90,5	9,6	3,16	192	67	58	1,1	319
18.10.	K-GV1	34	n.b.	105,3	7,6	3,29	202	94	113	0	141
26.10.	K-RR	73	n.b.	94,4	9,6	3,14	282	99	52	0	287

Anm.: n.b. = nicht bestimmt
BH = Befallshäufigkeit

Kremser Zweigelt (K-ZW) mit 319 mg/l, bei 0 % BH. Die eine Woche zuvor (30.09.) gelesene Zweigelt-Anlage A-ZW3 verfügte bei 11 % BH über einen Phenolgehalt von nur 165 mg/l. In keiner Traubenreifeprobe konnte Glycerin festgestellt werden. Ähnlich verhielt sich der angeblich zweite Botrytismarker Gluconsäure an den meisten Standorten. Nur bei der Rebsorte Zweigelt ließen sich zum Erntetermin Spuren von Gluconsäure nachweisen, sowohl im Burgenland als auch in Krems.

3.3 Stickstoffdüngung und Bodenpflege

Die Nährstoffgehalte (Tab. 10) der Blattspreiten (in der Traubenzone) der Varianten N0 (keine N-Düngung und Grubbern ab Rebblüte), N1 (45 kg/ha N-Bodendüngung und Grubbern ab Rebblüte), N2 (45 kg/ha N-Bodendüngung und 0,9 kg/ha N-Blattdüngung sowie Grubbern ab Rebblüte) und N3 (45 kg/ha N-Bodendüngung und Walzen ab Rebblüte) zeigten bei K-GV1 zu Reifebeginn (17.08.) in Bezug auf Stickstoff (N) kaum Differenzen (1,82 - 1,94 % i. TS). Zur Lesereife (07.10.) war aber zwischen den Varianten N1 und N2 ein Unterschied von fast 0,4 % zu erkennen (1,18 vs. 1,57 %). Vom 17.08 auf den 07.10. wurde ein Rückgang des N-Gehaltes der Spreiten in allen Varianten (Abnahme bei N0: 0,47 %, N1: 0,64 %, N2: 0,37 %, N3: 0,6 %) ermittelt, während die N-Konzentration in den Stielen außer bei N0 anstieg.

Der P-Gehalt der Blattspreiten nahm von Reifebeginn bis zur Lesereife bei N0 und N1 ab, bei N2 und N3 demgegenüber zu. Die Stiele zeigten in allen Varianten vom 17.08. bis zum 07.10. eine Abnahme der P-Konzentration, wobei im Falle von N3 die starke Verringerung (um 0,13 %) und die geringe Konzentration (0,14 %) besonders auffiel.

Die K-Konzentration der Blattspreiten bei N0, N1 und N2 nahm von Reifebeginn bis zur Lesereife ab, bei N2 am stärksten, u. zw. um 0,41 %. Bei N3 stieg hingegen Kalium von der niedrigsten Konzentration um 0,29 % auf den höchsten analysierten Gehalt (1,59 %) an. Anders als in der Spreite konnte im Blattstiel in allen Varianten eine Zunahme der K-Konzentration zwischen den zwei Messterminen verzeichnet werden.

Der höchste Ca-Gehalt wurde sowohl in der Blattspreite (17.08.: 2,84 %; 07.10.: 3,99 %) als auch im Blattstiel (17.08.: 2,47 %; 07.10.: 3,13 %) an beiden Terminen in Variante N2 gemessen. Zwischen Reifebeginn und Lesereife wurde eine Zunahme der Ca-Konzentration sowohl in der Blattspreite als auch im Blattstiel in allen Varianten registriert.

Im Mg-Gehalt zeigten die Varianten N0, N1 und N2 in der Blattspreite zwischen 17.08. und 07.10. kaum eine Veränderung. Im Gegensatz dazu erhöhte sich bei N3 die Mg-Konzentration von 0,26 % (niedrigster Gehalt) zu Reifebeginn auf 0,35 % zur Lesereife. Alle Varianten nahmen in der Mg-Konzentration des Blattstiels bis zum 07.10. zu.

Der S-Gehalt verringerte sich in der Spreite zur Lese hin, bei N3 am wenigsten. Im Stiel blieb die Konzentration in etwa gleich. Variante N3 hatte am 17.08. in der Blattspreite die geringste Mn-Konzentration (132 ppm), hingegen zur Lesereife die höchste (178 ppm). Zu Reifebeginn zeigte Variante N0 mit Abstand die höchste Fe-Konzentration (255 ppm) in der Spreite, ebenso wie im Blattstiel. Zur Lesereife konnte bei N3 in der Blattspreite ein fast doppelt so hoher Cu-Wert wie bei den anderen Varianten ermittelt werden. Auch der Zn-Gehalt zeigte sich in der Blattspreite bei N3 im Vergleich zu den restlichen Varianten am 07.10. erhöht, in den Stielen hingegen erniedrigt. Der B-Gehalt nahm in den Blattspreiten von Reifebeginn bis zur Lesereife in allen Varianten ab.

Tabelle 10: Blattnährstoffgehalte (% bzw. ppm in der Trockensubstanz) zu Reifebeginn (BBCH 81, 17.08.) und zur Lesereife (BBCH 89, 07.10.) in den Varianten N0, N1, N2, N3 bei K-GV1

Blatt-organ	Variante			Boden- pflege	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Cu	Zn	B	Fe
	N-Gabe kg/ha														
	Boden	Blatt													
Variante	in % TS										in ppm TS				
Reifebeginn (BBCH 81,17.08.) Spreite															
	N0	0	0	Grubber	1,89	0,23	1,67	2,38	0,30	0,16	139	7	43	27	255
	N1	45	0	Grubber	1,82	0,22	1,74	2,48	0,32	0,18	165	7	65	26	159
	N2	45	0,9	Grubber	1,94	0,21	1,60	2,84	0,32	0,17	146	7	50	31	114
	N3	45	0	Walzen	1,88	0,19	1,30	2,33	0,26	0,14	132	6	46	22	92
Stiel															
	N0	0	0	Grubber	0,59	0,25	3,27	2,14	0,66	0,06	189	3	41	26	107
	N1	45	0	Grubber	0,48	0,22	3,54	2,08	0,75	0,06	220	2	40	27	45
	N2	45	0,9	Grubber	0,47	0,26	3,56	2,47	0,76	0,06	219	3	42	29	69
	N3	45	0	Walzen	0,44	0,27	3,34	2,01	0,74	0,07	242	3	44	28	33
Lesereife (BBCH 89, 07.10.) Spreite															
	N0	0	0	Grubber	1,42	0,19	1,47	3,12	0,28	0,11	136	6	45	20	122
	N1	45	0	Grubber	1,18	0,17	1,57	3,03	0,30	0,10	125	6	44	20	119
	N2	45	0,9	Grubber	1,57	0,24	1,19	3,99	0,32	0,12	150	8	45	19	133
	N3	45	0	Walzen	1,28	0,24	1,59	3,28	0,35	0,13	178	12	69	21	145
Stiel															
	N0	0	0	Grubber	0,50	0,20	4,02	2,90	1,08	0,07	274	5	51	26	73
	N1	45	0	Grubber	0,52	0,21	3,79	3,07	0,99	0,07	255	6	53	25	57
	N2	45	0,9	Grubber	0,52	0,24	3,93	3,13	1,11	0,08	221	5	61	27	53
	N3	45	0	Walzen	0,48	0,14	3,44	2,97	1,04	0,07	311	5	40	30	45

Tabelle 11: Nährstoffverhältnisse in den Blattspreiten zu Reifebeginn (BBCH 81, 17.08.) und zur Lesereife (BBCH 89, 07.10.) in den Varianten N0, N1, N2, N3

Blatt-organ	Variante				N/K		K/Mg		K/Ca		N/Mg	
	N-Gabe kg/ha		Boden- pflege									
	N	Boden		Blatt	Reife- beginn	Lese- reife	Reife- beginn	Lese- reife	Reife- beginn	Lese- reife	Reife- beginn	Lese- reife
Spreite	0	0	0	Grubber	1,13	0,97	5,57	5,25	0,70	0,47	6,30	5,07
	1	45	0	Grubber	1,05	0,75	5,44	5,23	0,70	0,52	5,69	3,93
	2	45	0,9	Grubber	1,21	1,32	5,00	3,72	0,56	0,30	6,06	4,91
	3	45	0	Walzen	1,45	0,81	5,00	4,54	0,55	0,48	7,23	3,66

In Tabelle 11 sind die Nährstoffverhältnisse der Blattspreiten für die einzelnen Varianten zu Reifebeginn (17.08.) und zur Lesereife (07.10.) abgebildet. Das N/K-Verhältnis nahm in allen Varianten mit Ausnahme von N2 zur Lesereife ab. N1 hatte an beiden Messterminen das geringste N/K-Verhältnis und N2 zur Lesereife das höchste. Visuell konnte am 07.10. in der Variante N2 ein Kalimangel an den Blättern in der Traubenzone beobachtet werden. Beim K/Mg-Verhältnis war zwischen den Varianten zu Reifebeginn kaum ein Unterschied feststellbar. Zur Lesereife hatte N2 (bedingt durch den geringeren K-Gehalt) aber ein sehr enges Verhältnis (3,72), ebenso wie N3 mit einem Wert von 4,54 (verursacht durch den höheren Mg-Gehalt). Zu diesem Termin hatte N2 auch das geringste K/Ca-Verhältnis (0,30), N1 demgegenüber das höchste (0,52). Generell verringerte sich zur Lesereife hin das Verhältnis von K/Mg, K/Ca und N/Mg. Zu Reifebeginn hatte N1 das niedrigste N/Mg-Verhältnis und N3 das höchste. Bei N3 nahm dieses aber zur Lesereife am stärksten ab, sodass in dieser Variante dann das geringste Verhältnis (3,66) festzustellen war. Zur Lese zeigten die Varianten N0 und N2 im N/Mg-Verhältnis die höchsten Werte.

Tabelle 12: Blatthelligkeit (L), Grünanteil (a), Gelbanteil (b) und das Verhältnis Grün- zu Gelbanteil (a/b) der Blattspreiten in den Varianten N0, N1, N2, N3 zu Reifebeginn (BBCH 81) am 17.08.

Zeitpunkt	Variante				L	a	b	a/b
	N-Gabe kg/ha		Boden- pflege					
	Boden	Blatt						
Reife- beginn	N0	0	0	Grubber	36,33 bc	-14,66 a	20,37 a	-0,72 a
	N1	45	0	Grubber	35,50 bc	-14,27 a	19,60 a	-0,73 a
	N2	45	0,9	Grubber	34,69 ab	-12,23 a	17,87 a	-0,68 a
	N3	45	0	Walzen	36,84 c	-14,34 a	20,45 a	-0,70 a
	F-Wert				4,11**	1,57	2,35	2,93

Bei der Blattfarbe (Tab. 12) zeigte die Variante N3 (Walzen der Gründüngung) die höchste Helligkeit (L), N2 hingegen die dunkelsten Blätter (geringste Helligkeit). Dieser Unterschied zwischen N2 und N3 war auch signifikant. N2 (Boden- und Blattdüngung) wies zahlenmäßig weiters den geringsten Grün- (a) und Gelbanteil (b) sowie auch das niedrigste a/b-Verhältnis auf. Das höchste Grün/Gelb-Verhältnis (a/b) konnte bei N1 gemessen werden. Die höchsten Anteile an Grün (a) konnten bei Variante N0 ermittelt werden und jene an Gelb (b) bei N3. Zum besseren Verständnis sei hier Folgendes klar gestellt: Je negativer der Wert von a ist, desto mehr Grünanteil liegt vor, je positiver der b-Wert desto mehr Gelbanteil ist gegeben.

Die Gaswechselleistung der Rebblätter in den vier Varianten an den drei Messterminen ist in Tabelle 13 dargestellt. Zum ersten Messtermin am 10.07. wiesen die Varianten N1 und N2 eine um mehr als $2 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ geringere Nettofotosyntheserate (A) auf wie N0 ($12,65 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$). N1 und N3 hatten die signifikant geringste stomatäre Leitfähigkeit (gs). Bei der Transpirationsrate (E) waren große Unterschiede zu erkennen, wobei N2 die

Tabelle 13: Nettofotosyntheserate (A), stomatäre Leitfähigkeit (gs), Transpirationsrate (E), Water Use Efficiency (WUE) in den Varianten N0, N1, N2, N3

Datum	Variante				A $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	gs $\text{mol H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	E $\text{mmol H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	WUE
	N	N-Gabe kg/ha		Boden- pflege				
		Boden	Blatt					
10.07.	0	0	0	Grubber	12,65 a	0,291 b	5,84 b	2,26 b
	1	45	0	Grubber	10,74 a	0,163 a	4,62 ab	2,33 b
	2	45	0,9	Grubber	10,60 a	0,248 b	8,00 c	1,32 a
	3	45	0	Walzen	11,83 a	0,160 a	4,33 a	2,76 c
	F-Wert				1,90	13,21***	24,50***	37,22***
29.07.	0	0	0	Grubber	11,56 a	0,232 a	4,52 a	2,65 b
	1	45	0	Grubber	10,49 a	0,180 a	5,55 a	1,88 a
	2	45	0,9	Grubber	11,23 a	0,216 a	5,81 a	1,92 a
	3	45	0	Walzen	12,95 a	0,182 a	5,22 a	2,64 b
	F-Wert				1,47	2,33	2,61	8,87***
30.09.	0	0	0	Grubber	4,23 a	0,117 a	0,68 a	6,60 a
	1	45	0	Grubber	5,44 a	0,113 a	0,69 a	8,01 a
	2	45	0,9	Grubber	5,34 a	0,111 a	0,63 a	8,61 a
	3	45	0	Walzen	7,19 b	0,101 a	0,73 a	10,34 a
	F-Wert				7,33***	0,50	1,01	1,39
Variante					2,91	33,75***	3,37	3,24
Termin					117,20***	89,76***	310,08***	180,08***
WW					5,27*	18,55***	9,95**	1,22

signifikant höchste zeigte ($8 \text{ mmol H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). Dadurch ergab sich bei dieser Variante die signifikant geringste Water Use Efficiency (WUE). Besonders fällt auf, dass N2 trotz niedrigerer stomatärer Leitfähigkeit wie Variante N0 die mit Abstand höchste Transpirationsrate hatte.

Am 29.07. konnte die (statistisch nicht absicherbar) höchste Nettofotosyntheserate bei Variante N3 gemessen werden ($12,95 \mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). Wie auch am 10.07. zeigten N1 und N3 am 29.07. die geringste stomatäre Leitfähigkeit. Im Gegensatz dazu war die Transpirationsrate bei allen Varianten in etwa auf gleichem Niveau. Bei den Varianten N0 und N3 konnte die signifikant höchste WUE an diesem Termin festgestellt werden.

Zur Lesereife am 30.09. nahmen alle Parameter außer der WUE, welche eine Zunahme erkennen ließ, ab. Dadurch zeigte sich bei allen Parametern ein signifikanter Einfluss des Messtermins. Bei den Parametern Nettofotosyntheserate, stomatäre Leitfähigkeit und Transpirationsrate konnten signifikante Wechselwirkungen zwischen den Varianten und dem Messtermin festgestellt werden. Die am 30.09. signifikant höchste Nettofotosyntheserate ($7,19 \mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) war bei N3 auszumachen, bei gleichzeitig aber geringster stomatärer Leitfähigkeit ($0,101 \text{ mol H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). Bei der Transpirationsrate waren die Unterschiede zwischen den Varianten verglichen mit den vorherigen Messterminen sehr gering. Die zahlenmäßig eindeutig höchste WUE konnte bei Variante N3 gemessen werden (10,39).

Die Traubenreifeparameter, die am Standort K-GV1 bei normal großen Beeren an vier Messterminen ermittelt wurden, sind in Tabelle 14 dargestellt. Im Beerengewicht lassen sich relativ große Unterschiede erkennen, primär von Termin zu Termin, jedoch keine variantenspezifische Effekte. Über den gesamten Beprobungszeitraum gab es im Mostgewicht ebenfalls zwischen den Varianten keine relevanten Differenzen. Gleiches konnte beim pH-Wert festgestellt werden. Bei der titrierbaren Säure lagen die Varianten anfänglich in einer engen Bandbreite, am Tag der Ernte (18.10.) gab es mit 8,7 g/l bei N1 und nur mehr 6,8 g/l bei N3 aber deutliche Unterschiede.

Sowohl am 30.07. als auch am 02.09. zeigte N0 den höchsten FAN-Gehalt. FAN und Ammonium (NH₄) nahmen bei allen Varianten bis zum 07.10. ab. Zur Lese (18.10.) gab es in Variante N1 einen deutlichen Anstieg beider N-Fractionen und eine Gehaltsdifferenz bei FAN von mehr als 40 mg/l und einen um mehr als 20 mg/l höheren Ammoniumgehalt gegenüber den anderen drei Prüfgliedern.

Die Laccaseaktivität stieg ab dem 02.09. (Erstnachweis der Laccaseaktivität) stetig in allen Varianten an. Am 02.09. und 07.10. zeigte N2 die geringste Laccaseaktivität. Bei N3 konnte am letzten Messtermin die höchste Aktivität von 124 Units/ml festgestellt werden. Ab dem 02.09. hatte jene Variante mit der jeweilig geringsten Laccaseaktivität den niedrigsten Gesamtphenolgehalt. Der Gehalt an Phenolen sank bei allen Varianten bis zum 07.10. stark ab, war aber am letzten Termin (18.10.) in allen Varianten außer bei N0 wieder etwas erhöht.

Tabelle 14: Traubenreifeparameter in den Varianten N0, N1, N2, N3

Datum	Variante				Beeren- gewicht g	Most- gewicht °Oe	titr. Säure g/l	pH- Wert	FAN mg/l	NH ₄ mg/l	Lac- case Units/ml	Phen- ole mg/l
	N	N-Gabe kg/ha		Boden- pflege								
		Boden	Blatt									
30.07.	0	0	0	Grubber	87	24	32,1	2,63	344	421	0	2464
	1	45	0	Grubber	86	23	32,9	2,57	309	392	0	2216
	2	45	0,9	Grubber	93	24	32,9	2,62	319	413	0	2600
	3	45	0	Walzen	90	24	32,7	2,64	286	375	0	2436
02.09.	0	0	0	Grubber	191	71	15,4	2,93	201	174	54	201
	1	45	0	Grubber	190	71	15,8	2,92	188	167	54	187
	2	45	0,9	Grubber	183	70	16,0	2,91	198	174	44	176
	3	45	0	Walzen	180	69	16,0	2,93	199	181	54	237
07.10.	0	0	0	Grubber	189	101	9,6	3,16	186	92	91	146
	1	45	0	Grubber	202	100	9,1	3,17	178	88	91	133
	2	45	0,9	Grubber	193	99	8,9	3,18	191	90	83	116
	3	45	0	Walzen	197	99	9,5	3,15	178	101	91	126
18.10.	0	0	0	Grubber	n.b.	105	7,2	3,31	199	87	109	119
	1	45	0	Grubber	n.b.	104	8,7	3,28	241	112	105	141
	2	45	0,9	Grubber	n.b.	106	7,6	3,25	187	91	112	149
	3	45	0	Walzen	n.b.	106	6,8	3,31	180	85	124	153

Anm.: n.b. = nicht bestimmt

Bei den Nährstoffgehalten der Beeren (Tab. 15) hatte Variante N2 am 30.07. den höchsten Gehalt an N, Mg und gemeinsam mit N3 jenen an Ca. Die höchsten Werte aller Nährstoffverhältnisse (N/K, K/Mg, K/Ca, N/Mg) waren bei diesem Messtermin zu Ende der Beerenwachstumsphase bei N0 festzustellen, bei gleichzeitig geringster Konzentration an N, P, K, Ca und Mg.

Vom 30.07. auf den 07.10. nahm die Konzentration aller Makronährstoffe ab. Besonders stark erfolgte der Rückgang von Stickstoff bei N2, wo auch im Vergleich zu den anderen Varianten ein nur um fast die Hälfte niedrigerer N-Gehalt vorlag (351 mg/100 g TS). Abgesehen von N zeigte N0 am 07.10. die geringsten Gehalte aller anderen Makronährstoffe, aber das höchste N/K-, K/Mg- und N/Mg-Verhältnis. Der höchste Gehalt an N, K, Ca und Mg war bei N3 auszumachen, ebenso wie die höchste Summe der Makronährstoffe. Der höchste P-Gehalt am 07.10. wurde bei N1 registriert.

Zur Lese am 18.10. war die N-Konzentration in den Beeren bei allen Varianten außer bei N3 erneut angestiegen. N2 hatte an diesem Termin bei allen Nährstoffen die geringste Konzentration, wenn auch die Differenzen im Mg-Gehalt äußerst gering waren. Ebenso gab es in dieser Variante im Verhältnis von N/K, K/Mg und N/Mg den geringsten Wert. Die höchsten Nährstoffverhältnisse von K/Mg, K/Ca und N/Mg konnten bei N1 registriert werden.

Das K/Mg- und K/Ca-Verhältnis ließen in allen Varianten eine Zunahme mit der Reife erkennen. Mit Ausnahme von N2 blieb das N/Mg-Verhältnis in der Beprobungsphase tendenziell eher stabil.

Tabelle 15: Nährstoffgehalte (mg/100 g Trockensubstanz), deren Verhältnisse und deren Summe in den Beeren in den Varianten N0, N1, N2, N3

Datum	Variante				Summe	N	P	K	Ca	Mg	Verhältnisse			
	N-Gabe kg/ha		Boden- pflege	N/K							K/Mg	K/Ca	N/Mg	
	N	Boden												Blatt
in mg/100 g TS														
30.07.	0	0	0	Grubber	2434	817	133	1217	189	79	0,67	15,5	6,4	10,3
	1	45	0	Grubber	2611	859	147	1301	217	87	0,66	15,0	6,0	9,9
	2	45	0,9	Grubber	2672	869	151	1339	223	91	0,65	14,8	6,0	9,6
	3	45	0	Walzen	2687	835	158	1381	223	89	0,60	15,5	6,2	9,4
07.10.	0	0	0	Grubber	1947	633	105	1017	137	54	0,62	18,7	7,4	11,7
	1	45	0	Grubber	2161	624	134	1178	157	68	0,53	17,4	7,5	9,2
	2	45	0,9	Grubber	1778	351	124	1103	140	60	0,32	18,4	7,9	5,9
	3	45	0	Walzen	2234	669	131	1198	167	69	0,56	17,5	7,2	9,7
18.10.	0	0	0	Grubber	2235	741	133	1283	155	68	0,58	19,0	8,3	10,9
	1	45	0	Grubber	2236	754	131	1305	154	64	0,58	20,3	8,5	11,6
	2	45	0,9	Grubber	2237	611	127	1148	138	63	0,53	18,3	8,3	9,7
	3	45	0	Walzen	2238	655	135	1214	160	65	0,54	18,6	7,6	10,1

Beim Vergleich der N- und K-Nährstoffgehalte in Blattspreite und Beere am 07.10. (Abb. 27) sticht besonders bei N2 der vergleichsweise hohe Gehalt an N (1,57 %) und die geringere Versorgung an K (1,19 %) in der Spreite ins Auge, während in den Beeren nur eine äußerst geringe N-Konzentration (351 mg/100 g TS) ermittelt werden konnte.

Betrachtet man vertiefend in Abbildung 28 am selben Termin (07.10.) die Konzentrationen des Gesamtstickstoffgehaltes und der beiden hefererelevanten N-Komponenten in den Beeren so zeigt sich, dass in Variante N2 trotz geringerem Gesamtstickstoffgehalt (AAS) die hefeverwertbaren N-Parameter (FAN und NH_4) auf etwa dem gleichen Niveau lagen wie in den anderen Varianten.

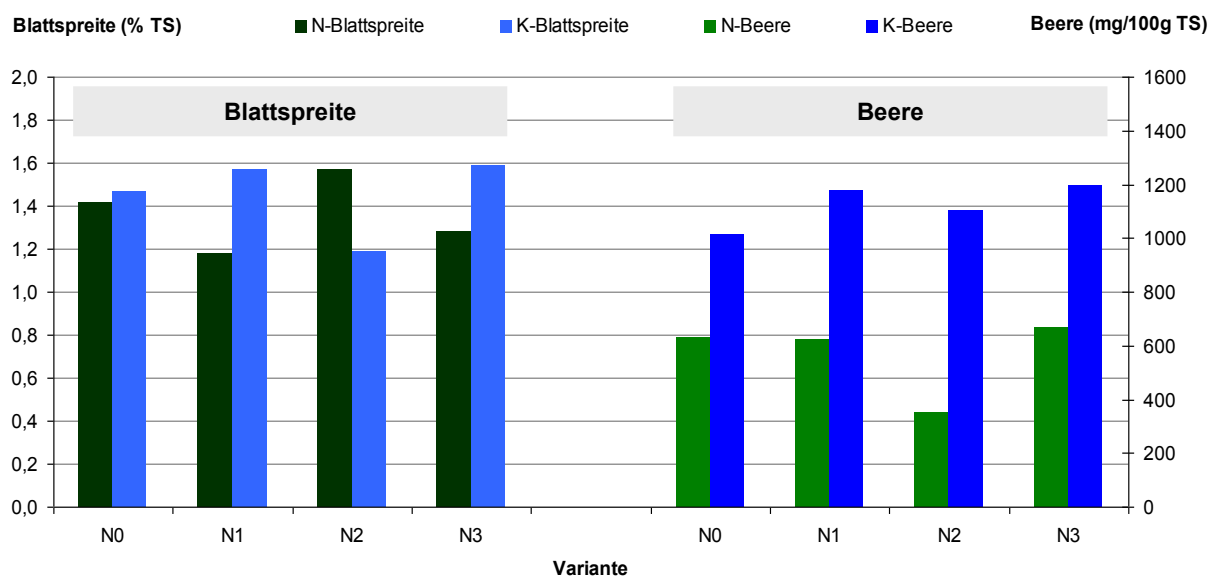


Abbildung 27: Stickstoff- und Kaligehalte in den Blattspreiten (% Trockensubstanz) und Beeren (mg/100 g Trockensubstanz) in den Varianten N0, N1, N2, N3 am 07.10.

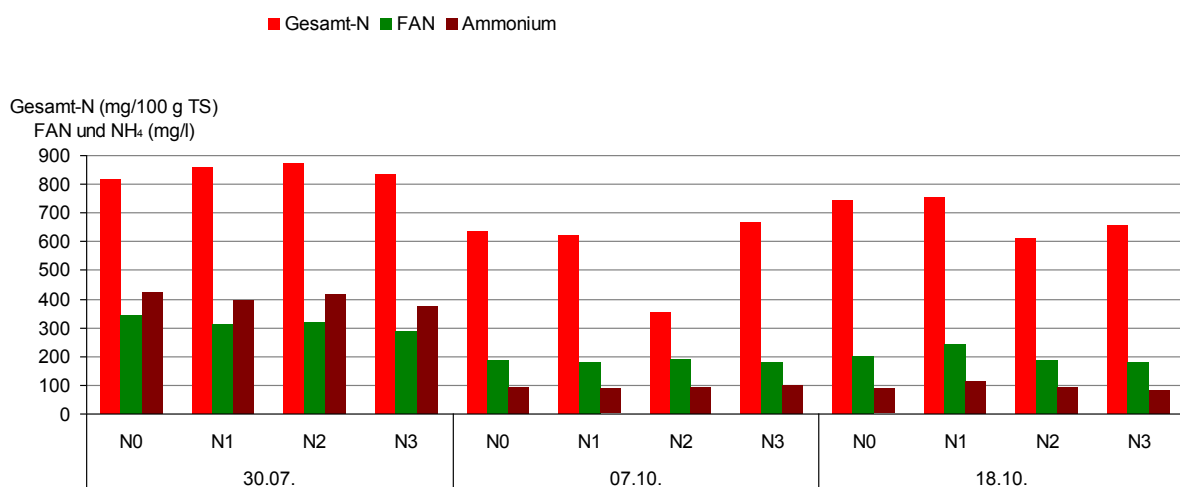


Abbildung 28: Gesamtstickstoff (mg/100 g Trockensubstanz), FAN (mg/l) und Ammonium (mg/l) der Beeren am 30.07., 07.10. und 18.10. in den Varianten N0, N1, N2, N3

Die Bonitur des Botrytisbefalls (Tab. 16) erfolgte am 18.10. am Tag der Ernte. Als Fäulniserreger konnte nur *B. cinerea* festgestellt werden. Die höchste Befallshäufigkeit (BH) an Beerenbotrytis gab es bei N0 (10,6 %), während die anderen Varianten auf niederem Niveau gleich auf lagen (3,7 – 4,8 %). Auch die Befallsstärke (BS) der Beerenbotrytis war in Variante N0 am höchsten, während N1 mit Abstand die geringste Befallsstärke zeigte. Die Befallshäufigkeit an Stiefäule war in Variante N2 (44,4 %) im Vergleich zu den anderen Varianten stark erhöht, wogegen N3 die niedrigste Befallshäufigkeit an Stiefäule (22,7 %) zeigte. Somit war die Befallshäufigkeit des Gesamtbefalls (Befallshäufigkeit als Summe von Beerenbotrytis und Stiefäule) hauptsächlich durch Stiefäule verursacht. Wie auch bei der Stiefäule hatte N2 den höchsten Gesamtbefall (49,2 %) und N3 (26,5 %) den geringsten, während bei N0 38,2 % und bei N1 32,1 % auszumachen waren.

Tabelle 16: Bonitur des Traubenfäulebefalls am 18.10. in den Varianten N0, N1, N2, N3

	Variante			Bonitur (18.10)			
	N-Gabe kg/ha		Boden- pflege	Beerenbotrytis %		Stiefäule %	Gesamtbefall %
	Boden	Blatt		BH	BS	BH	BH
N0	0	0	Grubber	10,6	55,4	27,6	38,2
N1	45	0	Grubber	3,7	10,0	28,4	32,1
N2	45	0,9	Grubber	4,8	47,5	44,4	49,2
N3	45	0	Walzen	3,8	53,0	22,7	26,5

Anm.: BH = Befallshäufigkeit
BS = Befallsstärke

Tabelle 17: Anzahl an gesamten Trauben und an gesunden Trauben pro Stock, Gewicht an gesunden Trauben, an gesunden Beeren befallener Trauben, an gesamten gesunden Beeren, an Gesamtbefall (STF+BB) pro Stock und Einzeltraubengewicht der gesunden Trauben in den Varianten N0, N1, N2, N3 bei der Ernte am 18.10.

Variante				gesamte Tr./Stk	gesunde Tr./Stk	gesunde Tr. kg /Stk	gesunde B. bef. Tr. kg/Stk	gesund gesamt kg/Stk	STF+ BB kg/Stk	ETG gesund g
N-Gabe kg/ha		Boden- pflege								
Boden	Blatt									
N0	0	0	Grubber	30,8	19,0	1,66	0,49	2,15	0,78	87,5
N1	45	0	Grubber	26,8	18,2	1,61	0,34	1,95	0,59	88,5
N2	45	0,9	Grubber	25,2	12,8	1,14	0,36	1,50	0,36	89,1
N3	45	0	Walzen	26,4	19,4	1,74	0,22	1,96	0,46	89,7

Anm.: Tr. = Trauben
Stk = Stock
STF = Stiefäule
BB = Beerenbotrytis
STF+BB = Gesamtbefall
gesunde B. bef. Tr. = gesunde Beeren befallener Trauben
gesund gesamt = Summe gesunder Trauben und gesunder Beeren aus befallenen Trauben
ETG gesund = Einzeltraubengewicht der gesunden Trauben

Die meisten Trauben pro Stock (gesamte Tr./Stk) wurden mit Abstand in N0 bestimmt (Tab 17). Die geringste Anzahl der gesunden Trauben pro Stock (gesunde Tr./Stk) konnte in N2 bestimmt werden, ebenso wie das geringste Gewicht an gesunden Trauben (gesunde Tr. kg/Stk). Hingegen waren Anzahl und Gewicht der gesunden Trauben pro Stock bei N3 am

höchsten. Der gesamte Gesundertrag pro Stock (gesund gesamt), also die Summe aus gesunden Trauben und gesunden Beeren von befallenen Trauben, war in Variante N0 am höchsten (0,78 kg) und in N2 mit Abstand am geringsten (0,36 kg). Das größte Einzeltraubengewicht der gesunden Trauben (ETG gesund) war in N3 auszumachen und in N0 das geringste.

3.4 Tropfbewässerung

Die Tabelle 18 zeigt die Nährstoffgehalte in der Blattspreite und im Blattstiel zum phänologischen Stadium Schrotkorngröße der Beeren für die drei Bewässerungsvarianten in Andau. In der Blattspreite hatte B0 (unbewässerte Variante) den geringsten N-Gehalt (2,54 %), gefolgt von B2 (2,6 %), der doppelt bewässerten Variante, und B1 (2,62 %), der normal bewässerten Variante. Die Differenzen sind aber als eher gering zu bewerten. Bei P (0,17 - 0,22 %) hatte ebenso wie bei N die Variante B0 die niedrigste Konzentration und B1 die höchste. Beim K-Gehalt der Blattspreiten war ein Anstieg mit zunehmender Bewässerungsgabe (0,93 % auf 1,05 %) festzustellen. Die Ca-Konzentration wies bei B2 2,54 % auf, einen um 0,38 % höheren Gehalt als bei B0. Wie bei K und Ca zeigte sich auch beim Mg-Gehalt ein mit der Bewässerungsintensität zunehmender Anstieg (B0: 0,36 %, B1: 0,38 %, B2: 0,40 %). Bei der Mn-Konzentration war bei B1 mit Abstand der höchste Gehalt festzustellen (202 ppm), während in den anderen Varianten die Werte zwischen 165 ppm (B0) und 172 ppm (B2) lagen. Die Fe-Konzentration stieg in der Blattspreite mit zunehmender Bewässerung an. Bei S und den Mikronährstoffen Cu, Zn und B waren keine auffälligen Trends zu erkennen.

Im Blattstiel (Tab. 18) hatte B1 ebenfalls den höchsten N-Gehalt (1,25 %), während bei B0 1,10 % und bei B2 1,09 % gemessen wurden. Auffällig erscheint die P-Konzentration, die bei B0 (0,16 %) fast um die Hälfte geringer war als bei den beiden anderen Varianten (B1: 0,30 % und B2: 0,27 %). B1 hatte sowohl bei K als auch bei Ca den geringsten Gehalt (K: 1,94 %,

Tabelle 18: Blattnährstoffgehalte (% bzw. ppm in der Trockensubstanz) zu Schrotkorngröße (BBCH 73) am 16.06. der Bewässerungsvarianten (B0, B1, B2)

Blatt-organ	Variante	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Cu	Zn	B	Fe
		in % TS						in ppm TS				
Spreite	B0	2,54	0,17	0,93	2,16	0,36	0,18	165	4	20	35	234
	B1	2,62	0,22	0,98	2,23	0,38	0,18	202	6	19	36	250
	B2	2,60	0,20	1,05	2,54	0,40	0,18	172	5	24	36	283
Stiel	B0	1,10	0,16	2,02	1,58	0,83	0,17	106	5	49	34	71
	B1	1,25	0,30	1,94	1,44	0,85	0,16	161	6	49	32	63
	B2	1,09	0,27	2,12	1,51	0,79	0,16	77	5	121	32	72



(a)



(b)



(c)

Abbildung 29: Bewässerungsvarianten B0 (a), B1 (b) und B2 (c) am 19.08. in der Reifephase IV

Ca: 1,44 %), aber die höchste Mg-Konzentration. Beim Vergleich der Mn-Gehalte der Blattstiele fällt besonders bei B2 der niedrige Wert (77 ppm) gegenüber B1 und B0 (161 bzw. 106 ppm) auf. Die Variante B2 hatte bei Zn (121 ppm) einen rund um das Doppelte höheren Gehalt als B0 bzw. B1 (49 ppm). Die restlichen Nährstoffe (S, Cu, B, Fe) ließen im Blattstiel keine Auffälligkeiten erkennen.

Abbildung 29 zeigt die Varianten B0 (a), B1 (b) sowie B2 (c) am 19.08. auf der der Sonne zugewandten Laubwandseite im direkten Vergleich. In Variante B2 war eine tief dunkelgrün glänzende Blattfarbe mit einer dichten Laubwand zu erkennen. Variante B1 hatte zu diesem Zeitpunkt der Traubenreife eine matte hellgrüne Blattfarbe, die basalen Blätter am Trieb zeigten beginnende Trockenschäden. In Variante B0 traten bereits sogar extreme Trockenschäden in der Traubenzzone mit dürren Blättern auf. Die mehr oder weniger noch intakten Blätter waren schon stark gelb verfärbt.

Im Hinblick auf die gemessene Blattfarbe (Tab. 19) zeigte sich am Messtermin (16.06., BBCH 73) im Bewässerungsversuch, dass B1 die dunkelste Blattfarbe (L) und gleichzeitig den geringsten Gelbanteil (b) aufwies. Der höchste Grüngehalt (a, Anm.: je negativer desto höher der Anteil) und Gelbanteil (b) konnte bei B2 nachgewiesen werden. Beim a/b-Verhältnis zeigte B1 einen geringfügig negativeren Wert als B0, gefolgt von B2. Diese Ergebnisse ließen sich aber nicht statistisch absichern.

Tabelle 19: Blatthelligkeit (L), Grünanteil (a), Gelbanteil (b) und das Verhältnis Grün- zu Gelbanteil (a/b) der Blattspreiten der Bewässerungsvarianten (B0, B1, B2) zu Schotkorngröße (BBCH 73)

Zeitpunkt	Varianten	L	a	b	a/b
Schotkorn- größe 16.06.	B0	33,00 a	-9,34 a	12,74 a	-0,74 a
	B1	32,37 a	-9,39 a	12,60 a	-0,75 a
	B2	33,02 a	-9,54 a	13,03 a	-0,73 a
	F-Wert	0,50	0,06	0,12	0,31

In Tabelle 20 sind die Mittel der Gaswechselleistungen an vier Terminen bzw. phänologischen Stadien für die Blätter in der Traubenzzone angeführt. Zum Stadium Schotkorngröße (20.06.) zeigte B1 die höchste Nettofotosyntheserate ($8,84 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), wobei die Differenzen zwischen den Varianten eher gering waren. An den restlichen Terminen konnten bei B2 die höchsten Werte gemessen werden, wobei am 16.09. (bei der letzten Messung zu BBCH 89) der Unterschied zur unbewässerten Variante (über $3 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) auch signifikant war. Am ersten Messtermin wies B2 eine signifikant geringere stomatäre Leitfähigkeit (g_s) als die beiden anderen Varianten auf ($0,114 \text{ mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), gleichzeitig aber die höchste Transpirationsrate (E) mit $4,08 \text{ mmol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Bis auf den 22.07. (Ende Traubenschluss) zeigte B2 immer die

höchste Transpirationsrate, am 09.07. war der Unterschied auch signifikant, am 16.09. jedoch nur gegenüber B0.

Auffällig erschien zum Ende des Traubenschlusses (22.07.) die Variante B0, welche eine extrem hohe stomatäre Leitfähigkeit ($0,339 \text{ mmol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) im Vergleich zu den bewässerten Varianten (dh. ca. vier Mal so hoch) erkennen ließ, bei gleichzeitig aber signifikant geringster Transpirationsrate ($1,37 \text{ mmol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). Die Transpirationsrate (E) und die WUE zeigten signifikante Unterschiede zwischen den Messterminen. Bei WUE waren bei B0 außer am 09.07. (Erbsengröße) stets die Werte am höchsten.

Tabelle 20: Nettofotosyntheserate (A), stomatäre Leitfähigkeit (gs), Transpirationrate (E), Water Use Efficiency (WUE) der Bewässerungsvarianten (B0, B1, B2)

Datum (BBCH)	Variante	A $\mu\text{mol CO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$	gs $\text{mol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$	E $\text{mmol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$	WUE
20.06. (73)	B0	7,70 a	0,151 b	3,40 a	2,27 a
	B1	8,84 a	0,152 b	3,92 a	2,26 a
	B2	8,22 a	0,114 a	4,08 a	2,01 a
	F-Wert	0,42	3,80*	2,52	0,75
09.07. (75)	B0	3,35 a	0,054 a	1,16 a	0,35 a
	B1	3,98 a	0,049 a	1,36 a	0,34 a
	B2	5,11 a	0,061 a	2,06 b	0,40 a
	F-Wert	1,86	0,89	8,39***	0,74
22.07. (79)	B0	5,35 a	0,339 a	1,37 a	3,91 a
	B1	7,05 a	0,086 a	2,39 b	2,94 a
	B2	7,93 a	0,078 a	2,25 b	3,52 a
	F-Wert	1,66	2,44	4,51*	1,40
16.09. (89)	B0	4,43 a	0,091 a	0,72 a	6,17 a
	B1	6,79 ab	0,094 a	1,15 ab	5,90 a
	B2	7,67 b	0,102 a	1,64 b	4,68 a
	F-Wert	4,20*	0,21	6,98**	0,55
	Variante	8,19**	3,58	18,14***	3,26
	Termin	1,46	0,00	90,96***	9,21***
	WW	2,06	0,39	0,13	1,64

Die im Bewässerungsversuch ermittelten Traubenreifeparameter (Abb. 30) ließen zum Teil starke Unterschiede zwischen den Varianten erkennen. Beim Mostgewicht zeigte Variante B0 stets die geringste Gradation, während je nach Messtermin die beiden bewässerten Varianten den höchsten oder zweithöchsten Wert hatten. Vom 10.09. bis zum 16.09. (Lesetermin) musste bei B0 ein Rückgang von 70 auf 67 °Oe und bei B2 von 76 auf 74 °Oe festgestellt werden, bei B1 gab es hingegen eine weitere Zunahme des Mostgewichts auf 78 °Oe. Beim Beerengewicht lagen die beiden bewässerten Varianten fast immer höher als die unbewässerten Reben. In B2 hatten die Beeren am 16.09. jedoch deutlich an Gewicht verloren. Grundsätzlich zeigten sich bei Bewässerung viel mehr Schwankungen als bei B0, wo das Beerengewicht auf geringem Niveau konstant zur Lese (auf 156 g) zunahm. Die titrierbare Säure wies bei B0 fast immer die

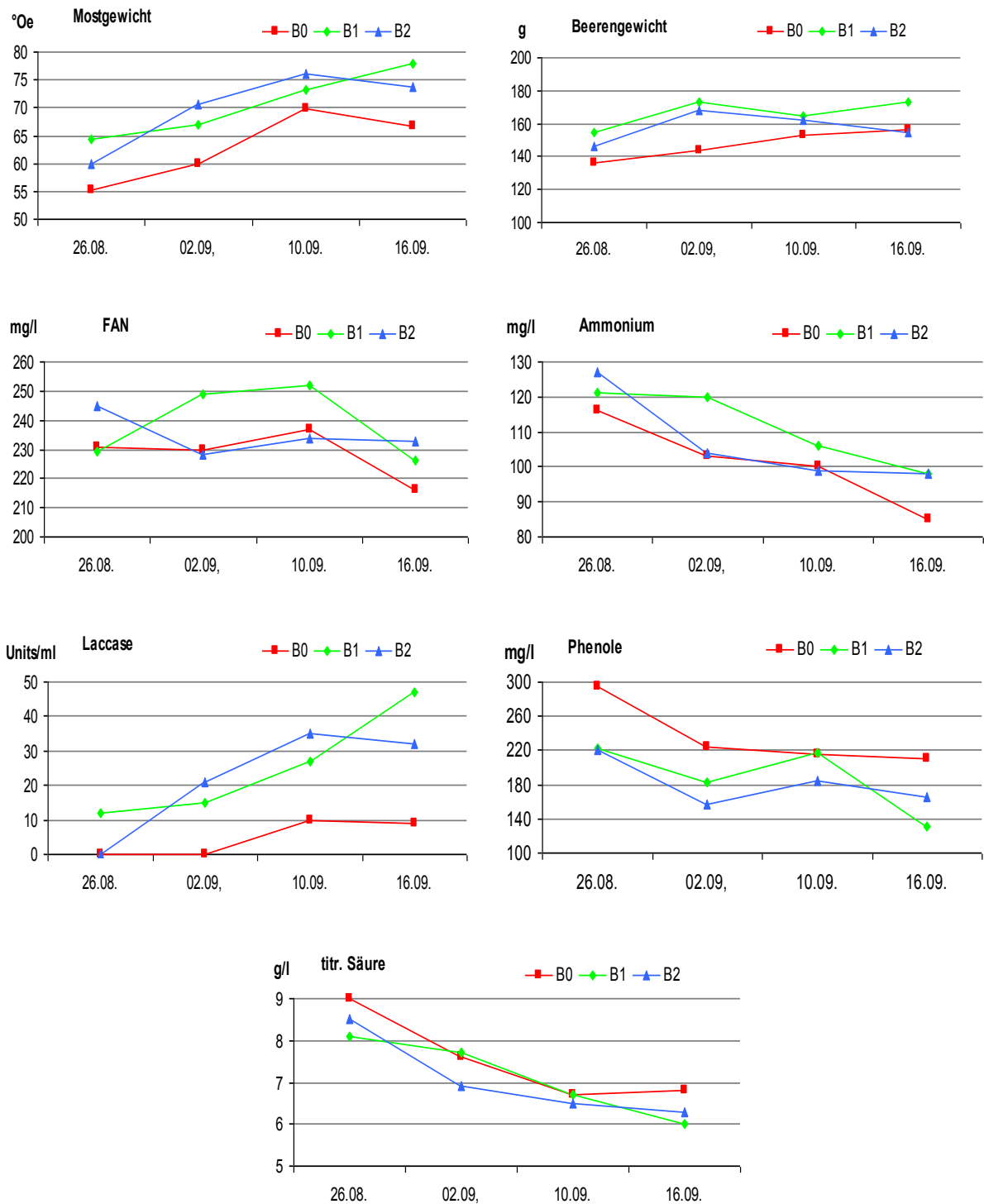


Abbildung 30: Verlauf von Mostgewicht (°Oe), Beerengewicht (g/100 Beeren), FAN (mg/l), Ammonium (mg/l), Laccaseaktivität (Units/ml), Gesamtphenole (mg/l) und titrierbare Säure (g/l) der Bewässerungsvarianten (B0, B1, B2) am Ende der Beerenentwicklungsphase IV

höchsten Werte auf. Am letzten Beprobungstermin (16.09.) verfügte B0 noch 6,8 g/l, während bei B1 ein Wert von nur 6,0 bzw. bei B2 6,3 g/l analysiert wurde.

Der FAN zeigte im Untersuchungszeitraum keinen klaren Verlaufstrend, lediglich bei B2 erschien der FAN-Gehalt an den letzten drei Messterminen konstant (ca. 230 mg/l). Der Parameter Ammonium (NH₄) verhielt sich in Variante B2 ebenso (ca. 100 mg/l), während in den beiden anderen Varianten bis zum 16.09. die beiden Stickstoffparameter (FAN und NH₄) abnahmen (B0: 85 mg/l, B1: 98 mg/l). Bei der Laccaseaktivität fiel vor allem der Unterschied der beiden bewässerten Varianten zu B0 auf, welche maximal 10 Units/ml zeigte. Hingegen wurden bei B1 bis zu 47 Units/ml und bei B2 maximal 35 Units/ml ermittelt. Umgekehrt wie bei der Laccaseaktivität konnte beim Gesamtphenolgehalt in der unbewässerten Variante fast immer der höchste Wert gemessen werden. Die niedrigste Gesamtphenolkonzentration zeigte bis auf den letzten Messtermin stets B2. Auffällig erschienen die ähnlichen Kurvenverläufe von Mostgewicht und Laccaseaktivität.

Tabelle 21: Traubenfäule-, Traubenwelkebefallshäufigkeit, Gewicht an gesunden Trauben pro Stock, Anzahl gesamter Trauben und gesunder Trauben pro Stock sowie ausgewählte Traubenreifeparameter der Bewässerungsvarianten (B0, B1, B2) zum Erntetermin (16.09.)

	BB BH %	Welke BH %	gesunde Tr. kg/Stk	gesamte Tr./Stk	gesunde Tr./Stk	ETG gesund g	Beeren- gewicht g	Most- gewicht °Oe	titr. Säure g/l	Phen- ole mg/l
B0	0	0	4,47	20,5	20,5	218	156	66,6	6,8	211
B1	6,1	5,2	5,10	23,0	20,4	250	173	78,0	6,0	131
B2	0	10,4	6,38	33,8	30,5	209	155	73,7	6,3	166

Anm.: Welke = Traubenwelke

BH = Befallshäufigkeit

BB = Beerenbotrytis

ETG gesund = Einzeltraubengewicht der gesunden Trauben

Am 16.09. (zum betrieblichen Lesetermin) wurden die drei Varianten des Bewässerungsversuches im Krankheitsbefall der Trauben bonitiert und im Ernteergebnis bewertet (Tab. 21). In den Varianten B0 und B2 trat kein Befall durch *B. cinerea* auf, nur bei B1 konnte ein geringfügiger Befall festgestellt werden (6,1 % BH), wobei die Befallsstärke maximal 5 % erreichte. Hinsichtlich des Traubenwelkebefalls zeigte die unbewässerte Variante keinen Befall, die normal bewässerte Variante 5,2 % und die doppelt bewässerte Variante 10,4 %, dh. also eine Befallszunahme mit der Bewässerungsintensität. Im Stockertrag gesunder Trauben hat B0 das geringste und B2 das höchste Gewicht. Ebenso wies B0 insgesamt die wenigsten Trauben pro Stock auf und B2 mit einem extrem hohen Traubenansatz die höchste Anzahl. Die meisten gesunden Trauben pro Stock konnten in Variante B2 ermittelt werden. Sowohl beim Einzeltraubengewicht und Beerengewicht als auch im Mostgewicht hatte B1 die höchsten Werte zur Ernte. Bei normaler Bewässerung (B1) gab es bei titrierbarer Säure und im Gesamtphenolgehalt die niedrigsten Gehalte. Genau gegenteilig zeigten sich Mostgewicht, titrierbare Säure und Phenole in der unbewässerten Variante B0.

4. Diskussion

Der Befall der Weintrauben durch Fäuleerreger, insbesondere durch den Grauschimmelpilz *B. cinerea*, zeigt immer wieder einen starken **Regionaleffekt** (ACHLEITNER 2008). Große geografische Unterschiede in der Traubenfäule gab es auch im Versuchsjahr 2013, wo durchwegs nur *B. cinerea* und keine anderen Fäulniserreger auftraten. So lag bei der Weißweinsorte Grüner Veltliner (GV) im Nordburgenland in der Ebene der Neusiedlerseeniederung (Seewinkel) der Traubenfäulebefall zu den jeweiligen Ernteterminen im Bereich von 3 - 18 % Befallshäufigkeit, während im topografisch stark strukturierten Kremstal in Niederösterreich Befallsquoten im Bereich von 22 - 49 % verzeichnet wurden. Besonders auffällig war dabei das deutlich vermehrte Auftreten von Stieltfäule an den Kremser Standorten. Bei der frühreifenden Sorte Müller-Thurgau (MT) erwies sich der regionale Unterschied etwas schwächer ausgeprägt. Wie das Beispiel der stark fäulnissensitiven Rebsorte Rheinriesling (RR) in Krems zeigte, können Regionalvergleiche nur anhand gleicher Rebsorten durchgeführt werden. Der Vergleich von zwei unmittelbar benachbarten Zweigelt-Anlagen (A-ZW2 und A-ZW3) in Andau (Burgenland) weist unter Beachtung des unterschiedlichen Lesetermins auf einen starken **Bewirtschaftungseffekt** hin. Nur so lässt sich auch das Ergebnis des einen Zweigelt-Standorts in Krems erklären (BH = 0 %). Eine lockere Laubwandstruktur, ein geringer Traubenbehang und eine sparsame Bodenbearbeitung ermöglichten hier eine späte Lese mit einer hervorragenden Mostqualität von 90° Oe und stark veränderten Inhaltsstoffen bei völlig befallsfreien Trauben.

Die Ursache für Regionaleffekte im Traubenfäulebefall wird allgemein in einer unterschiedlichen **Witterung** gesehen. In der Tat waren im Versuchsjahr die Niederschlagssummen im Zeitraum von Anfang April bis zur Rebblüte in Krems höher und die Tagesdurchschnittstemperaturen geringer als im Seewinkel (Andau). Dies zeigte seine Wirkung im früheren Blühtermin an den Standorten im Burgenland. Die Reben blühten bei trocken-warmem Wetter (Tagesmaxima 15 - 29 °C) rasch ab. Zwei Tage nach Blühende fielen hier etwa 30 mm Regen, wobei es jedoch zu keiner längerfristigen (mehr als 12 Stunden) Erhöhung der relativen Luftfeuchtigkeit kam.

Im Gegensatz dazu verblühten die Reben in Krems extrem schnell bei trockenem, sehr heißem Wetter (Tagesmaxima bis 35°C), was für die Befruchtung bei der blütesensiblen Sorte Grüner Veltliner sehr von Nachteil war und starke Verrieselung und Kleinbeerigkeit mit sich brachte. Vier Tage (bei MT, ZW, RR) bzw. fünf Tage (bei GV) nach Vollblüte, in der Phase von Blühende bis Fruchtansatz, gab es in Krems einen gewaltigen Niederschlag von ca. 60 mm, und über 24 Stunden herrschte in Folge durchgehend eine relative Luftfeuchtigkeit von mehr als 93 % bei Tagesdurchschnittstemperaturen von etwas mehr als 12 °C.

Die Annahme liegt nahe, dass unter diesen Umweltbedingungen in Krems (in der unmittelbaren Nachblüte bzw. Fruchtansatzphase) eine frühe latente Infektion von *B. cinerea* stattgefunden hat, was insbesondere den relativ hohen Befall an Stiefäule erklären könnte. Nicht außer Acht zu lassen sind aber auch die ungewöhnlich vielen Blütenreste, die zwischen den extrem mangelhaft „geputzten“ zahlreichen kleinen Beerchen (abnormale Kleinbeerigkeit) in den jungen Trauben verblieben (Anm.: ein ungewöhnlich hoher Anteil an Blütenresten noch bei der Lese!) und von *B. cinerea* besiedelt worden sein könnten. Eine Fröhinfektion und eine stetige Infektionsquelle sind damit in Betracht zu ziehen.

Bereits PEZET und PONT (1986), KELLER et al. (2003), VIRET et al. (2004), CALVO-GARRIDO et al. (2014) und unter österreichischen Bedingungen ACHLEITNER (2008) haben in ihren Untersuchungen die besonders hohe Anfälligkeit im Stadium der Reblüte gegenüber *B. cinerea* aufgezeigt. CILIBERTI et al. (2015) konnten unter Freilandbedingungen im Stadium der Vollblüte bei einem Temperaturoptimum von 20 °C und einer Benetzungsdauer von 12 Stunden mit Wasser eine 80 %-ige Infektionsrate durch *B. cinerea* erzielen. Diese Infektionsbedingungen zur Reblüte stimmen in etwa auch mit jenen von STELLWAAG-KITTLER (1968) an reifenden Riesling-Beeren (70 °Oe) festgestellten überein, wonach 16 Nässestunden bei 20 °C und 24 Stunden bei 12 °C benötigt werden.

Nach GÄRTEL (1968) ist für die Keimung der Konidien von *B. cinerea* eine Verweildauer in einem Wassertropfen oder in einem Wasserfilm eine Untergrenze von mindestens 2 Stunden notwendig, für die folgende Ausbildung und das Eindringen des Keimschlauchs jedoch nur entsprechend hohe Luftfeuchtigkeit. Auch nach COERTZE et al. (2001) reichen für trockene Konidien 93 % relative Luftfeuchtigkeit mit der dadurch auf der Oberfläche der Beeren entstehenden Feuchtigkeit aus, um eine Infektion zu verursachen. Nach GÄRTEL (1981) können von Konidien bereits geringste Wassermengen aus der Umgebung absorbiert werden, worauf diese prall anquellen. Diese Erkenntnis war auch ein Grund, warum in der vorliegenden Arbeit die relative Luftfeuchtigkeit als Bezugsgröße anstelle der in der Literatur meist zitierten Benetzungsdauer herangezogen wurde.

Geht man davon aus, dass an den Kremser Standorten 2013 latente Infektionen stattgefunden haben, so muss *B. cinerea* mit seinem Myzel im Inneren der befallenen Organe im Laufe des Sommers Lufttemperaturen von über 35 °C im Rebbestand überstanden haben.

Nach der langen Beerenwachstumsperiode (Phase II) und der kurzen Sistierungsperiode (Phase III) begannen mit dem Reifebeginn (Beerenphase IV) für *B. cinerea* deutlich günstigere Lebensbedingungen. Die Gehalte **wichtiger Inhaltsstoffe**, insbesondere in der Beere, veränderten sich in der Folge stark. So setzte die Zuckereinlagerung rasch ein und das Beerengewicht nahm aufgrund von Zelldehnung zu, während die titrierbare Säure von ihrem Maximum stark absank. Besonders auf die Niederschläge zu Reifebeginn reagierte das Beerengewicht in beiden Gebieten mit besonders starker Zunahme durch Wassereinlagerung

in die Beerenzellen, während sich der Regen bei ca. 70 °Oe interessanterweise nur wenig auf die Beerengröße auswirkte. Knapp nach dem Niederschlagsereignis waren bei einer Mostgradation von 60 - 70 °Oe bereits die ersten Anzeichen von Fäulnis in Krems, etwa drei Wochen nach Reifebeginn, zu beobachten. Der Verlauf von Zucker (Mostgewicht), titrierbarer Säure und Beerengewicht im Versuchsjahr lässt keine eindeutigen Zusammenhänge mit dem Fäulnisbefall zur Lese erkennen, gegebenenfalls nur äußerst spekulative Rückschlüsse zu, die in den nächsten Jahren einer genaueren Überprüfung und Absicherung bedürfen.

Außerordentlich wertvolle Informationen lieferten die wöchentlichen Traubenreifeproben aber hinsichtlich der weiteren Inhaltsstoffe der Beeren. So fiel der Gehalt an **Gesamtphenolen** mit Eintritt in die Reifephase auf ein sehr niedriges und im Zuge der Reife auch weiterhin recht stabiles tiefes Niveau ab. Demgegenüber zeigte das Enzym **Laccase** erst ab einem Mostgewicht von knapp mehr als 50 °Oe (in einer Anlage ab 70° Oe) und auf einem unter 600 mg/l reduziertem Phenolgehalt eine sehr deutliche Aktivität. Zumal in dieser Zeitphase sehr unterschiedliche Witterungsbedingungen vorherrschten, dürfte die Induktion dieses Enzyms von Seite dieser Naturkomponente ausscheiden. Möglicherweise war der Aktivitätsbeginn der Laccase darauf zurückzuführen, dass die Hyphen von *B. cinerea* begannen, sich in den Beeren auszubreiten, nachdem die hemmende Wirkung der Beereninhaltsstoffe (insb. Phenole) nachließ und wahrscheinlich die latente Phase von *B. cinerea* beendet wurde. Bereits GÄRTEL (1968) detektierte als erste aktive erkennbare Reaktion eine Braunfärbung im Bereich, wo die vordringenden Hyphen auf lebende Zellen treffen. DOSS (1999) und DOSS et al. (2003) machen auf Basis von *in vitro* Untersuchungen das Enzym Laccase durch Bildung von dunkelbraunen Melaninpigmenten für diese Braunfärbung in der extrazellulären Matrix um die Hyphen verantwortlich. VITERBO et al. (1992) sind der Meinung, dass das Auftreten von Laccase durch die Konzentrationshöhe von spezifischen Phenolen gesteuert wird.

Die Aktivität des Enzyms ließ bei den eigenen Untersuchungen im Jahr 2013 keine Einflüsse auf die Befallshäufigkeit mit Traubenfäulnis erkennen. Zwischen den Standorten gab es große Unterschiede in den Laccasewerten, jedoch nicht so sehr geprägt durch Effekte der Rebsorte, sondern eher offenbar durch die Art der Rebenkultivierung. So waren die Laccaseaktivitäten in den Beeren an jenen Standorten tendenziell geringer, an denen Kalimangelsymptome an den Blättern im Bereich der Traubenzone während der letzten Beerenentwicklungsphase auftraten. REDL und KOBLE (1992) fanden in Trauben mit verschieden hoher Befallsstärke an *B. cinerea* eine schwache Beeinflussung durch den Standort auf die Laccaseaktivität, hingegen aber eine starke Beeinflussung durch Rebsorte bzw. Klon. ROUDET et al. (1992) sowie REDL und KOBLE (1991) zeigten einen positiven Zusammenhang der Laccaseaktivität mit dem Prozentsatz an befallenen Beeren pro Traube.

In Wachstumsphase II der Beeren waren bereits die für die Gärhefe wichtigen Stickstoffkomponenten (FAN und Ammonium) in diesen vorhanden und zeigten zur Ernte hin

eine Abnahme in ihren Gehalten, jedoch muss auch die Beerengewichtszunahme mitberücksichtigt werden. Die Stickstoffkomponenten (FAN und Ammonium) schienen von den Niederschlagsmengen eher unbeeinflusst, was die These von MÜLLER (2013) untermauert, dass der meiste Stickstoff nicht direkt in die Beeren eingelagert wird, sondern aus den Blättern rückverlagert wird.

Zahlenmäßig war tendenziell eine mit größerem Beerengewicht höhere Fäulnisbefallshäufigkeit auszumachen, ebenso ansatzweise beim Mostgewicht, hingegen bei der titrierbaren Säure nicht. Die Beeren der Standorte in Krems hatten über alle Sorten hinweg höhere Gehalte an titrierbarer Säure und das Mostgewicht war vor allem bei Grüner Veltliner höher als in Andau. MUNDY und BERESFORD (2007) konnten einen positiven Zusammenhang zwischen Mostgewicht und dem Auftreten von *B. cinerea*, aber nicht zwischen dem Befall und dem Gehalt an hefeverwertbaren Stickstoff erkennen. Dies stimmt mit der vorliegenden Untersuchung überein, wonach zahlenmäßig auch kein durch die hefeverfügbaren Stickstoffkomponenten (FAN und Ammonium) erhöhender Effekt auf das Befallspotential auftrat. Zur Ernte konnte bei einer relativ hohen Phenolkonzentration (im Niveau unter 600 mg/l) sowohl eine geringe als auch hohe Befallshäufigkeit festgestellt werden. Jedoch muss miteinbezogen werden, dass sich bei einer sehr langen Verweildauer und Reife der Trauben am Stock dementsprechend auch die Zusammensetzung der Phenole verändern kann (ROLLE et al. 2011) und der Phenolgehalt wieder zunimmt, wie sich bei Riesling zeigte.

Durch weinbauliche **Kulturmaßnahmen**, wie **Stickstoffdüngung und Bodenpflege**, konnte die Bandbreite des Traubenfäulebefalls stark verändert werden. Eine hohe Versorgung mit Stickstoff (N) wird sowohl vonseiten der Praxis als auch in der Literatur sehr häufig mit einem fördernden Effekt der Traubenfäulnis in Verbindung gebracht. Wie die Ergebnisse des Versuchs zur Stickstoffdüngung und Bodenpflege sowie Bodenbearbeitung in Krems auf einem Kulturrohboden aus Sand bei der Sorte Grüner Veltliner im Jahr 2013 zeigten, kann diese Abhängigkeitsbeziehung nicht allgemein gültig und keinesfalls eindimensional gesehen werden.

So hatte die ungedüngte Variante (N0) einen Traubenfäulebefall (Gesamtbefall durch Beerenbotrytis und Stielhäule) von 38 % Befallshäufigkeit (BH), während in den Varianten mit einer bescheidenen Frühjahrsgabe von 45 kg/ha Stickstoff (N3 und N1) eine BH insg. von 26 bis 32 % auszumachen war. Durch die Unterlassung einer mechanischen Bodenbearbeitung zwischen Rebblüte und Lese in Variante N3 (Walzen der Gründüngung) konnte der Befall auf 26 % BH am deutlichsten reduziert werden. Im Vergleich von N3 und N1 ist der Effekt der Bodenbearbeitung somit nicht zu übersehen.

Die Frühjahrsgabe (Mitte April) von 45 kg N/ha auf den Boden und 0,9 kg/ha Stickstoff als Harnstoff auf das Blatt (N2) drei Wochen vor der Rebblüte hatte einen Anstieg der Traubenfäule auf 49 % Gesamt-BH zur Folge. Dieser rührte in erster Linie vom hohen Befall an

Stielfäule her (44 % gegenüber 23 bis 28 % BH bei N0, N1, N3). Die Häufigkeit der Beerenbotrytis hielt sich in bescheidenen Grenzen (max. rund 10 % BH), wodurch die Zahlen der Befallsstärke (der Beeren) aus Sicht der Praxis wenig Bedeutung haben. Die vorliegenden Ergebnisse machen deutlich, dass offenbar die Nährstoffsituation und das Wachstum der Reben schon vor der Rebblüte von entscheidender Bedeutung für das Auftreten von *B. cinerea* im Herbst sind.

In den Nährstoffgehalten der Blattspreiten zu Reifebeginn und zur Lese hatte sich die alleinige Stickstoffgabe im Frühjahr über den Boden (N1) augenscheinlich nicht ausgewirkt, hingegen kam es durch die zusätzliche Harnstoffapplikation (N2) zu einem Anstieg von Stickstoff und zu einer Reduktion von Kalium. Die Stickstoffgehalte aller Varianten lagen zur Lesereife (BBCH 89) unter der von VANEK et al. (1995) als Optimalbereich (1,76 bis 2,1 %) erachteten Konzentration. Die Gehalte an Phosphor (Optimalbereich 0,16 bis 0,23 %), Kalium (Untergrenze des Optimalbereiches 1,0 %, Obergrenze sortenabhängig) und Magnesium (Optimalbereich 0,3 bis 0,4 %) lagen weitestgehend im günstigen Bereich, während die Werte an Ca (Optimalbereich 2,0 bis 3,0 %) etwas darüber lagen.

Obwohl die Kaliergehalte der Harnstoffvariante (N2) im Optimalbereich lagen, konnte zur Lese ein Kalimangel an den Blättern in der Traubenzone festgestellt werden. Bereits kurz nach der Rebblüte war in dieser Variante eine sehr hohe Transpirationsrate (E) festzustellen, ein Indiz für einen Kalimangel, wie BERGMANN (1993) anführt. Daher könnte bereits ein latenter Kalimangel vorgelegen haben, der aber erst zur Lese in Erscheinung trat. Zu Reifebeginn konnte auch an den Blattspreiten der Harnstoffvariante (N2) die dunkelste Blattfarbe ermittelt werden, was ein Anzeichen für einen Stickstoffüberschuss sein kann (BERGMANN 1993). Dafür würde auch das N/K-Verhältnis, das in dieser Variante am höchsten war, sprechen, jedoch lag dieses Verhältnis in dem von VANEK (1980) als günstig angesehenen Bereich (1,9 bis 2,4 %). Wie CONRADIE und SAAYMAN (1989) in einem Parzellenversuch sowie ACHLEITNER (2008) in gebietsübergreifenden Untersuchungen an Einzelstöcken bei der Sorte Grüner Veltliner zeigen konnten, wirkt sich ein hohes N/K-Verhältnis zu Reifebeginn in den Blattspreiten tendenziell befallsfördernd aus. Als Folge des latenten Kalimangels in der Harnstoffvariante (N2) hätte es nach PERRENOUD (1990) zu einer geringeren Verhärtung der Pflanzenstrukturen, wie z.B. Kutikula und äußerer Epidermis sowie zur Ausbildung dünnerer Zellwände, kommen können, da nach BERGMANN (1993) bei Kalimangel zuerst das Translokationsvermögen der Fotosyntheseprodukte gemindert wird.

Zur Lesereife, als bei der Variante mit Harnstoff (N2) die Kalimangelsymptome in Erscheinung traten und der höchste Traubenfäulebefall ermittelt wurde, war im Unterschied zu den anderen Varianten ein um fast die Hälfte geringerer Gesamtstickstoffgehalt in den Beeren, jedoch bei gleichem Niveau der niedermolekularen hefeverwertbaren Stickstoffverbindungen (FAN und NH_4), festzustellen. So könnte neben dem Transport der Assimilate auch die Synthese

höherwertiger Stickstoffverbindungen wie Peptide oder Proteine, durch den Kalimangel gestört gewesen sein (MARSCHNER 2002). Gewisse ab Reifebeginn in Beeren akkumulierende Peptide und Proteine zeigen *in vitro* (DE BEER und VIVIER 2007, MONTEIRO et al. 2003, SALZMAN et al. 1998) eine fungistatische Wirkung gegenüber *B. cinerea*. ALBRECHT (1970) weist darauf hin, dass Pflanzen mit erhöhter Proteinbildung resistenter gegenüber Schaderregern sind. Inwieweit die Synthese dieser fungistatisch oder sogar fungizid wirkenden Peptide und Proteine durch Kalimangel beeinflusst wird, ist nicht bekannt. Neben diesen stickstoffhaltigen Verbindungen könnte auch der Transport von phenolischen Abwehrstoffen betroffen gewesen sein, da in der Harnstoffvariante (N2) die Laccaseaktivität in der vorliegenden Arbeit bis auf den Erntetermin geringer war.

Hinsichtlich der Kaliversorgung zeigte die Variante Walzen (N3) ein gegenteiliges Bild. In dieser nahmen die Kaligehalte in den Blattspreiten von Reifebeginn zu Lesereife zu, während die anderen Varianten eine Abnahme in ihren Gehalten erkennen ließen, wie auch oft beschrieben (VANEK et al. 1995, REDL 1983). Ein nicht so ausgeprägter Effekt war auch bei Magnesium festzustellen. Zur Lesereife konnten in den Blattspreiten der Variante Walzen (N3) im Vergleich zu den anderen Varianten hohe Gehalte an Mikronährstoffen ausgemacht werden, die für die Fotosynthese von Bedeutung sind (MARSCHNER 2002). Dies wäre eine Erklärung für die höchste Nettofotosyntheserate (A), welche sich aber nicht in einem im Vergleich zu den anderen Varianten höheren Mostgewicht niederschlug. Hingegen könnte sich vielleicht die höhere Nettofotosyntheserate in dieser Variante (N3) positiv auf die Bildung von Abwehrstoffen und folglich auf einen niedrigen Traubenfäulebefall ausgewirkt haben. Es besteht die Möglichkeit, wie HERMS und MATTSON (1992) anführen, dass mehr Kohlenstoff für die Zuteilung zum Sekundärmetabolismus der Pflanze und damit zur Pflanzenabwehr zu Verfügung stand, ohne jedoch den Primärmetabolismus zu reduzieren.

Um die Werte der stomatären Leitfähigkeit (g_s) einordnen zu können, wurde die Einteilung von FLEXAS et al. (2004) herangezogen, wonach es ab einer stomatären Leitfähigkeit von über $0,15 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ keinen Wasserstress gibt und die Nettofotosyntheserate nur gering limitiert ist. Im Bereich zwischen $0,15$ und $0,05 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ist der Stomataschluss der limitierende Faktor der Fotosynthese, jedoch wird auch weniger Wasser verbraucht und unter $0,05 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ herrscht Wasserstress. Beim Vergleich mit diesen Angaben lagen die Werte der stomatären Leitfähigkeit in der vorliegenden Arbeit zur Lesereife bei allen Varianten in dem Vergleichsbereich von $0,15$ bis $0,05 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ und an den restlichen Messterminen über der Grenze von $0,15 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Die alleinige Stickstoffgabe bei N1 (mit Grubber-Einsatz) und bei Walzen (N3) zeigte diesbezüglich die geringsten Werte, dadurch auch den geringsten Verbrauch an Wasser.

Obwohl die Variante Walzen (N3) zur Lesereife die geringste stomatäre Leitfähigkeit hatte, konnte die höchste Nettofotosyntheserate gemessen werden, was, wie ESCALONA et al.

(1999) anführen, auf nicht-stomatäre Begrenzungen der Fotosynthese als limitierende Faktoren zurückgeführt werden könnte. Durch das größte Verhältnis von Nettofotosyntheserate zu stomatärer Leitfähigkeit ergab sich in dieser Variante (N3) der beste Ausnützungsgrad des verbrauchten Wassers. Dies wurde auch durch die höchste Water Use Efficiency (WUE) in dieser Variante teilweise untermauert.

Wie schon anhand der Stickstoffdüngung und Bodenpflege aufgezeigt wurde, konnten auch durch ein differenziertes Wasserangebot **Effekte der Bewirtschaftung** dargestellt werden. Allgemein wird davon ausgegangen, dass eine überoptimale Wasserversorgung und ein „Luxuswachstum“ der Rebe das Auftreten der Traubenfäule begünstigen. Wie Untersuchungen im Rahmen des **Tropfbewässerungsversuchs** 2013 zeigten, kann diese Ansicht jedoch nicht so allgemein formuliert werden. Die jeweiligen Standortbedingungen, die Sensitivität der betreffenden Rebsorte und die betriebsspezifische Rebenkultivierung sind in diesem Zusammenhang unbedingt mit einzubeziehen. Eindeutig konnte festgestellt werden, dass auf diesem Trockenstandort im Seewinkel (grobanteilreicher Paratschernosem) bei der Sorte Zweigelt der Verzicht auf eine Zusatzbewässerung (B0, unbewässerte Variante) zu einem hohen Stress der Reben führte, aber auch zu einem Nichtauftreten von Traubenfäule.

Durch das Überangebot an Wasser in der doppelt bewässerten Variante (B2) kam es erwartungsgemäß zu einem stärkeren Wuchs der Reben und in Folge (begünstigt durch schlechte Laubarbeit) auch zu einer dichten Laubwandstruktur in der Traubenzone, jedoch interessanterweise zu keinem Mehrbefall an Traubenfäule. Das vermehrte Auftreten der abiotisch bedingten Traubenwelke bei verstärkter Wassergabe (B2) verzerrte das Ergebnis der Traubenfäule beträchtlich. Welke Trauben zeigen erfahrungsgemäß keine Symptome von *B. cinerea* (REDL et al. 2007). Möglicherweise besteht eine Interaktion zwischen Traubenwelke und Traubenfäule. Bevor welke Beeren bzw. schlappe Trauben visuell detektiert werden können, lassen sich bereits mindestens 14 Tage zuvor innere Krankheitsveränderungen nachweisen. Von diesem Zeitpunkt an (ca. 50 - 60 Tage nach Rebblüte) verharren welke Beeren bis zu Lese auf einem Mostgewichtsniveau von 40 - 45 °Oe und einem hohen Gehalt an titrierbarer Säure, während gesunde Beeren zu diesem Termin bereits 50 - 60 °Oe und einen deutlich stärkeren Abbau an Äpfelsäure aufweisen (REDL 2008b, KNOLL et al. 2010).

Ein geringer Traubenfäulebefall (6 % BH) konnte einzig in der normal bewässerten Variante (B1) festgestellt werden, wofür in gewissen Umfang auch das höhere Mostgewicht mitverantwortlich schien. Die unbewässerte Variante (B0) hatte stets die geringste Nettofotosyntheserate (A) und die doppelte Bewässerung (B2) mit Ausnahme des ersten Messtermins die höchste. Ebenso wie bei der Nettofotosyntheserate zeigte sich die gesamte Traubenanzahl pro Stock mit der Bewässerungsintensität erhöht, was zu einer höheren Ertragsmenge führte. Auch MEDRANO et al. (2003) konnten unter trocken-heißen spanischen Bedingungen in einem 12-jährigen Versuch einen mit der Bewässerungsintensität durch eine

höhere Nettofotosyntheserate ansteigenden Traubenansatz pro Stock nachweisen. Die stomatäre Leitfähigkeit (g_s) lag nach der Einteilung von FLEXAS et al. (2004) zum phänologischen Stadium Schrotkorngroße bei allen Varianten über der 0,15 mol-Marke und sonst im Bereich zwischen 0,15 und 0,05 mol $H_2O\ m^{-2}\cdot s^{-1}$. Eine Ausnahme bildet, verglichen mit den anderen Varianten, der sehr hohe Wert der stomatären Leitfähigkeit bei der unbewässerten Variante (B0) zu Ende des Traubenschlusses (BBCH 79) bei gleichzeitig geringerer Nettofotosyntheserate. So dürfte zu diesem Zeitpunkt in dieser Variante der Stomataschluss bei einigen Blättern nicht mehr funktioniert haben, was nach CAKMAK (2005) auf eine durch Kalimangel induzierte Störung in der Öffnung der Stomata bei Trockenstress zurückgeführt werden kann. Obwohl zur Blüte in allen Varianten nach VANEK et al. (1995) ein Kalimangel (Optimalbereich 1,21 bis 1,40 %) detektiert wurde, traten Trockenschäden später in der Vegetationsperiode nur in der unbewässerten Variante (B0) auf. Nach MARSCHNER (2002) kommt es zu Trockenschäden nur bei jenen K-Mangelpflanzen, die einem starken Wasserstress unterliegen, wie dies in der unbewässerten Variante (B0) der Fall war. In Bezug auf VANEK et al. (1995) lagen zur Vollblüte bei allen Varianten Stickstoff (Optimalbereich 2,76 bis 3,30 %) und Phosphor (Optimalbereich 0,24 bis 0,30 %) in den Blattspreiten im Mangelbereich. Magnesium war bei allen Varianten im leichten Überschuss (Optimum 0,25 bis 0,30 %) vorhanden, Kalzium befand sich im Optimalbereich (2,0 bis 3,0 %).

Die geringste Transpirationsrate (E) hatte stets die unbewässerte Variante, die höchste fast immer die doppelte Bewässerung (B2), während die WUE ein gegenteiliges Bild zeigte. Dies stimmt mit den von DÜRING (1987) sowie EIBACH und ALLEWELDT (1984) gefunden Ergebnissen überein, wonach bei Verringerung der Bodenfeuchtigkeit sich die WUE durch Senkung der Transpirationsrate erhöht. Jedoch musste in der eigenen Arbeit festgestellt werden, dass obwohl höherer WUE bei der unbewässerten Variante (B0) Trockenschäden an den Blättern auftraten. Trotz der an jedem Termin höchsten Nettofotosyntheserate war bei der doppelt bewässerten Variante das niedrigste Einzeltraubengewicht (ETG) sowie geringste Beerengewicht auszumachen. Ein Faktor dafür könnte gewesen sein, dass die produzierten Assimilate in der doppelt bewässerten Variante (B2) bei dem höheren Traubenansatz nicht ausreichten, um die einzelnen Trauben bzw. Beeren in gleichem Maße zu versorgen wie bei der normal bewässerten Variante (B1). Das Mostgewicht war durch den Trockenstress in der unbewässerten Variante (B0), ebenso wie bei MEDRANO et al. (2003), klar verringert. Diese Variante zeigte im Beprobungszeitraum auch die geringste Laccaseaktivität bei höherem Gesamtphenolgehalt, was mit dem Trockenstress in Verbindung gebracht werden könnte.

Als Fazit geht aus den Versuchsergebnissen des Jahres 2013 eindeutig hervor, dass die Thematik Traubenfäule und ihre Bekämpfung nur multifaktoriell betrachtet werden darf, wobei Rebsorte, Witterung, Nährstoffversorgung und Bewirtschaftungsmaßnahmen essentielle Faktoren sind.

5. Zusammenfassung

Freilanduntersuchungen im Jahr 2013 im Seewinkel (Burgenland) und in Krems (Niederösterreich) in 13 Weingärten (Rebsorten: Müller-Thurgau, Grüner Veltliner, Riesling und Zweigelt) hatten zum Ziel, die Thematik Traubenfäule (primärer Erreger *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr.) mit Fokus auf die Witterungs- und Nährstoffsituation zu untersuchen. Es zeigte sich, dass die Häufigkeit des Befalls einen starken Regionaleffekt aufwies, der witterungsmäßig erklärbar war. Innerhalb dieser Gebiete waren aber die Auswirkungen von der Art der betriebsspezifischen Rebenkultivierung deutlich ersichtlich. Trockengestresste Reben der Rotweinsorte Zweigelt zeigten in einem langjährigen Tropfbewässerungsversuch keinen Fäulnisbefall, überoptimal wasserversorgte ebenfalls nicht, was durch die Überlagerung durch das starke Auftreten der physiologisch bedingten Traubenwelke bei Wasserüberschuss erklärbar ist. Die mechanische Bodenbearbeitung war von entscheidender Bedeutung. Eine maßvolle Stickstoffgabe (45 kg/ha) zum Austrieb der Reben verursachte keine Förderung von *B. cinerea*. Interessanterweise zeigten sich jedoch bereits bei einer nur geringen Stickstoffgabe über das Blatt (knapp 1 kg N/ha etwa 20 Tage vor der Rebblüte) beachtliche negative Auswirkungen auf die Traubengesundheit. Klar erkennbar war, dass eine starke Nährstoffdisharmonie, v.a. ein Kalium-Defizit, *B. cinerea* begünstigt. Ein ausreichend großer, gut strukturierter und gut produzierender Laubapparat der Rebe ist keinesfalls von Nachteil in der Botrytis-Bekämpfung und der Produktion qualitativ hochwertiger Trauben. Die vielfach postulierte Annahme, wonach eine hohe Nettofotosyntheserate den Traubenfäulebefall erhöht, ist demnach allgemein nicht zu bestätigen. Sehr deutlich konnte 2013 aufgezeigt werden, dass im heimischen Weinbau eine frühe Infektion zur Rebblüte (latente Infektion), v.a. bei Rebsorten, die zur Stielfäule neigen (Riesling, Grüner Veltliner), von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist. Nach langer Latenzzeit in der Traube (2-3 Monate) offenbart sich *B. cinerea* visuell meist erst während der Traubenreifephase, was oft fälschlicherweise als später Beerenbefall diagnostiziert wird. Ein Befall reifender Beeren durch *B. cinerea* spielte bei den lockerbeerigen Trauben nur eine nachrangige Rolle. Die beachtlichen Niederschläge im Herbst 2013 kamen zu spät, um bei kompakten Trauben eine starke Zunahme des Beerenvolumens herbeizuführen und durch gegenseitiges Aufdrücken der Beeren gefürchtete Spätinfektionen und massive Fäulnisherde zu verursachen. Die Ergebnisse 2013 führen zum Fazit, dass die Traubenfäule nur multifaktoriell zu betrachten und einzudämmen ist.

6. Abstract

In the year 2013 field studies in Seewinkel (Burgenland) and in Krems (Lower Austria) in 13 vineyards (varieties: Müller-Thurgau, Grüner Veltliner, Riesling and Zweigelt) were done to elucidate the effect of weather conditions and nutrient situation on bunch rot (caused by the pathogen *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr.). In this study the disease incidence had a strong regional effect due to the weather conditions. However, within these areas the effects of the type of operation-specific vine cultivation were clearly visible. Vines of the red wine variety Zweigelt exposed to drought stress in a long-term drip irrigation experiment showed no bunch rot, as well as over-watered vines. This was clearly caused by the superposition of the strong appearance of “Traubenwelke”, a physiological disorder at an excess of water. The mechanical tillage was of vital importance. A moderate nitrogen application (45 kg/ha) at bud burst did not foster the pathogen *B. cinerea*. However, a slight nitrogen foliar fertilization (just under 1 kg N/ha about 20 days before grape flowering) had remarkable negative effects on the quality of grapes. It was clearly visible that a strong nutrient disharmony (especially a potassium deficiency) stimulates *B. cinerea*. A sufficient quantity of well-structured and well-producing leaves is beneficial for the control of *B. cinerea* and the production of high quality grapes. The often postulated assumption that a high net photosynthetic rate increases bunch rot attack could not be confirmed in general. In this study in Austrian viticulture an early latent infection at flowering, especially in varieties that tend to stalk rot (Riesling, Grüner Veltliner), was vitally important. The fungus might remain in a long time of latency in the cluster (2-3 months) and can become visible often only during the ripening phase of grape berries. This is often misdiagnosed as late berry infestation. An infestation of ripening berries by *B. cinerea* was of secondary importance only in the loose clusters. In autumn 2013 the considerable amount of precipitation was too late to induce a strong increase in berry volume in compact grapes and thereby resulting in a subsequent squeezing of the berries and the promotion of late infections and massive lesions. Based on the results of 2013 bunch rot can only be considered and controlled in an multifactorial approach.

7. Literaturverzeichnis

- ACHLEITNER, D. (2008): Untersuchungen zur latenten Infektion von Weintrauben durch *Botrytis cinerea*. Dissertation an der Universität für Bodenkultur, Wien
- ALBRECHT, W. A. (1970): Plants protected by fertile soil. The Journal of Applied Nutrition 22: 23-32
- ANONYM (2015a): Bioferm-Botector. <http://www.bio-ferm.com/de/produkte/botector>, Stand 22.01.2015
- ANONYM (2015b): Pflanzenschutzmittelregister Österreich, Handelsbezeichnung Armicarb. <http://www.psm.ages.at>, Stand 22.01.2015
- BERGMANN, W. (1993): Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen, 3. Auflage. Gustav Fischer Verlag, Jena
- BLAICH, R.; STEIN, U.; WIND, R. (1984): Perforationen in der Cuticula von Weinbeeren als morphologischer Faktor der Botrytisresistenz. Vitis 23: 242-256
- CAKMAK, I. (2005): The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. Journal of Plant Nutrition and Soil Sciences 168: 521-530
- CALVO-GARRIDO, C.; USALL, J.; VINAS, I.; ELMER, P.A.G.; CASES, E.; TEIXIDO, N. (2014): Potential secondary inoculum sources of *Botrytis cinerea* and their influence on bunch rot development in dry Mediterranean climate vineyards. Pest Management Science 70: 922-930
- CILIBERTI, N.; FERMAUD, M.; LANGUASCO, L.; ROSSI, V. (2015): Influence of fungal strain, temperature, and wetness duration on infection of grapevine inflorescences and young berry clusters by *Botrytis cinerea*. Phytopathology 105: 325-333
- COERTZE, S.; HOLZ, G.; SADIE, A. (2001): Germination and establishment of infection on grape berries by single airborne conidia of *Botrytis cinerea*. Plant Disease 85: 668-677
- CONRADIE, W.J.; SAAYMAN, D. (1989): Effects of long-term nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization on Chenin blanc vines. II. Leaf analyses and grape composition. American Journal of Enology and Viticulture 40: 91-98
- DELAS, J.; MOLOT, C.; SOYER, J.P. (1982): Influence d'une fertilisation azotée excessive, du porte-greffe et de la charge sur la sensibilité du cépage Merlot à *Botrytis cinerea*. EPPO Bulletin 12: 177-182

- DE BEER, A.; VIVIER, M. (2007): A small peptide from *Vitis vinifera*, shows antifungal activity towards the necrotrophic plant pathogen *Botrytis cinerea*. Abstract Book of the 14th International Botrytis Symposium, Cape Town, South Africa. African Sun Media, <http://academic.sun.ac.za/botrytis2007/Botrytis2007 - Abstract book.pdf>, Stand 22.01.2015
- DE MICCOLIS ANGELINI, R.M.; ROTOLO, C.; MASIELLO, M.; GERIN, D.; POLLASTRO, S.; FARETRA, F. (2014): Occurrence of fungicide resistance in populations of *Botryotinia fuckeliana* (*Botrytis cinerea*) on table grape and strawberry in southern Italy. Pest Management Science 70: 1785-1796
- DITTRICH, H.H.; GROSSMANN, M. (2010): Mikrobiologie des Weines. 4. Auflage, Ulmer Verlag, Stuttgart
- DOSS, R.P. (1999): Composition and enzymatic activity of the extracellular matrix secreted by germlings of *Botrytis cinerea*. Applied and Environmental Microbiology 65: 404-408
- DOSS, R.P.; DEISENHOFER, J.; KRUG VON NIDDA, H.-A.; SOELDNER, A.H.; McGUIRE, R.P.: (2003): Melanin in the extracellular matrix of germlings of *Botrytis cinerea*. Phytochemistry 63: 687-691
- DÜRING, H. (1974): Abscisinsäure in reifenden Beeren. Vitis 13: 112-119
- DÜRING, H. (1987): Stomatal responses to alterations of soil and air humidity in grapevines. Vitis 26: 9-18
- EIBACH, R.; ALLEWELDT, G. (1984): Einfluss der Wasserversorgung auf Wachstum, Gaswechsel und Substanzproduktion traubentragender Reben. II. Der Gaswechsel. Vitis 23: 11-20
- ESCALANONA, J.M.; FLEXAS, J.; MEDRANO, H. (1999): Stomatal and non-stomatal limitations of photosynthesis under water stress in field-grown grapevines. Australian Journal of Plant Physiology 26: 421-433
- FERNANDEZ-ORTUNO, D.; CHEN, F.; SCHNABEL, G. (2012): Resistance to pyraclostrobin and boscalid in *Botrytis cinerea* isolates from strawberry fields in the carolinas. Plant Disease 96: 1198-1203
- FLEXAS, J.; BOTA, J.; CIFRE, J.; ESCALONA, J.M.; GALMES, J.; GULIAS, J.; LEFI, E.-K.; MARTINEZ-CANELLAS, S.F.; MORENO, M.T.; RIBAS-CARBO, M.; RIERA, D.; SAMPOL, B.; MEDRANO, H. (2004): Understanding down-regulation of photosynthesis under water stress: future prospects and searching for physiological tools for irrigation management. Annals of Applied Biology 144: 273-283

- FOX, R. (2007): Botrytis und Essigfäule - neue Herausforderung? Der Deutsche Weinbau (12): 34-33
- GAY EYNARD, G.; MORANDO, A.; LOVISOLO, C.; BOVIO, M. (2000): Nitrogen effects on yield and canopy of 'White muscat' grapevine. Acta Horticulturae (512): 47-54
- GÄRTEL, W. (1968): Über die Eigenschaften der *Botrytis cinerea* Pers. als Rebenparasit unter besonderer Berücksichtigung von Infektion und Inkubation. In: Botrytis im Weinbau. (Hrsg. Claus, P.), Weinberg und Keller-Verlag, Geisenheim: 15-51
- GÄRTEL, W. (1981): Die Bildung von Appressorien und Penetrationshyphen bei *Botrytis cinerea*. In: Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem (203): 316-317
- GIRBAU, T.; STUMMER, B.E.; POCOCK, K.E.; BALDOCK, G.A.; SCOTT, E.S.; WATERS, E.J. (2004): The effect of *Uncinula necator* (powdery mildew) and *Botrytis cinerea* infection of grapes on the levels of haze-forming pathogenesis-related proteins in grape juice and wine. Australian Journal of Grape and Wine Research 10: 125-133
- GUBLER, W.D.; MAROIS, J.J.; BLEDSOE, A.M.; BETTIGA, L.J. (1987): Control of botrytis bunch rot of grape with canopy management. Plant Disease 71: 599-601
- HASSELBACH, R. (1968): Ergebnisse und Erkenntnisse aus Untersuchungen an botrytiskranken Trauben im Jahre 1967. In: Botrytis im Weinbau. (Hrsg. Claus, P.), Weinberg und Keller-Verlag, Geisenheim: 109-127
- HERMS, D.A.; MATTSON, W.J. (1992): The dilemma of plants: To growth or defend. The Quarterly Review of Biology 67: 283-335
- HOFMANN, U. (2006): *Botrytis cinerea* – eine Herausforderung auch für den biologischen Weinbau. Deutsches Weinbau-Jahrbuch 2007 58: 67-75, Ulmer-Verlag, Stuttgart
- HOLZ, G.; GÜTSCHOW, M.; COERTZE, S. (2003): Occurrence of *Botrytis cinerea* and subsequent disease expression at different positions on leaves and bunches of grapes. Plant Disease 87: 351-358
- HOOS, G.; BLAICH, R. (1990): Influence of resveratrol on germination of conidia and mycelial growth of *Botrytis cinerea* and *Phomopsis viticola*. Journal of Phytopathology 129: 102-110
- JARVIS, W.R. (1977): Botryotinia and Botrytis species: taxonomy physiology and pathogenicity. Hrsg. Research Branch, Canada Department of Agriculture, Monograph No. 15, Ottawa

- JÖRGER, V.; SCHREIECK, P.; LITTEK, T.; DOYE, R. (2010): Weinbauliche (Boden)-Pflege und Traubengesundheit. Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau 146(9): 4-7
- KARS, I.; VAN KAN, J.A.L. (2004): Extracellular enzymes and metabolites involved in pathogenesis of *Botrytis*. In: Botrytis: Biology, Pathology and Control. (Hrsg. Elad, Y.; Williamson, B.; Tudzynski, P.; Delen, N.), Kluwer-Verlag, Dordrecht, 99-118
- KAST, W.K.; RUPP, D.; SCHIEFER, H.-C.; TRÄNKLE, L. (2004): Statistische Beziehungen zwischen Witterungsdaten und dem Auftreten von Krankheiten und Schädlingen im Weinbaugebiet Württemberg/Deutschland. Mitteilungen Klosterneuburg 54: 239-248
- KELLER, M.; KUMMER, M.; VASCONCELOS M.C. (2001): Reproductive growth of grapevines in response to nitrogen supply and rootstock. Australian Journal of Grape and Wine Research 7: 12-18
- KELLER, M.; VIRET, O.; COLE, P.M. (2003): *Botrytis cinerea* infection in grape flowers: defense reaction, latency, and disease expression. Phytopathology 93: 316-322
- KIEFER, W. (1968): Einfluß weinbautechnischer Maßnahmen auf den Botrytisbefall. In: Botrytis im Weinbau. (Hrsg. Claus, P.), Weinberg und Keller-Verlag, Geisenheim: 98-108
- KNOLL, A. (2008): Auswirkung der Botrytis-Traubenfäule auf die Weinqualität bei Rheinriesling und Grüner Veltliner. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien
- KNOLL, M.; ACHLEITNER, D.; REDL, H. (2010): Sugar accumulation in 'Zweigelt' grapes as affected by "Traubenwelke". Vitis 49: 101-106
- KROMB, -KOLB, H.; NAKICENOVIC, N.; STEININGER, K.; GOBIET, A.; FORMAYER, H.; KÖPPL, A.; PRETTENTHALER, F.; STÖTTER, J.; SCHNEIDER, J. (2014): Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014 (AAR14). Kap. 3, Einfluss des Klimawandels auf die Biosphäre und Ökosystemleistungen. FWF Wissenschaftsfond, Wien
- KY, I.; LORRAIN, B.; JOURDES, M.; PASQUIER, G.; FERMAUD, M.; GÉNY, L.; REY, P.; DONECHE, B.; TEISSEDRE, P.-L. (2012): Assessment of grey mould (*Botrytis cinerea*) impact on phenolic and sensory quality of Bordeaux grapes, musts and wines for two consecutive vintages. Australian Journal of Grape and Wine Research 18: 215-226
- LA GUERCHE, S.; DAUPHIN, B.; PONS, M.; BLANCARD, D.; DARRIET, P. (2006): Characterization of some mushroom and earthy off-odors microbially induced by the development of rot on grapes. Journal of Agricultural and Food Chemistry 54: 9193-9200
- LARCHER, W. 1994: Ökophysiologie der Pflanzen, 5. Auflage. Ulmer Verlag, Stuttgart

- LARCROUX, F.; TREGOAT, O.; VAN LEEUWEN, C.; PONS, A.; TOMINAGA, T.; LAVIGNE-CRUEGE, V.; DUBOURDIEU, D. (2008): Effect of foliar nitrogen and sulphur application on aromatic expression of *Vitis vinifera* L cv. Sauvignon blanc. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin* 42: 125-132
- LEROCH, M.; KRETSCHMER, M.; HAHN, M. (2011): Fungicide resistance phenotypes of *Botrytis cinerea* isolates from commercial vineyards in south west Germany. *Journal of Phytopathology* 158: 63-65
- LEROUX, P. (2004): Chemical control of *Botrytis* and its resistance to chemical fungicides. In: *Botrytis: Biology, Pathology and Control*. (Hrsg. Elad, Y.; Williamson, B.; Tudzynski, P.; Delen, N.), Kluwer-Verlag, Dordrecht: 195-222
- LEROUX, P.; CLERJEAU, M. (1985): Resistance of *Botrytis cinerea* and *Plasmopara viticola* to fungicides in French vineyards. *Crop Protection* 4: 137-160
- LINSENMEIER, A.; LÖNERTZ, O. (2007): Einfluss der Stickstoffdüngung auf Wuchs, Ertrag, Most- und Weinqualität der Sorte 'Riesling' in einem zwanzigjährigen Langzeitversuch II: Von der Traube zum Wein. *Mitteilungen Klosterneuburg* 57: 37-50
- LORENZ, D.H.; EICHHORN, K.W. (1979): Schäden durch pilzliche Erkrankungen im Jahre 1978. *Der deutsche Weinbau* 34: 438-442
- LORENZ, D.H.; EICHHORN, K.W.; BLEIHOLDER, H.; KLOSE, R.; MEIER, U.; WEBER, E. (1994): Phänologische Entwicklungsstadien der Weinrebe (*Vitis vinifera* L. ssp. *Vinifera*). Codierung und Beschreibung der erweiterten BBCH-Skala. *Wein-Wissenschaft* 49: 66-70
- MARSCHNER, H. (2002): *Mineral Nutrition of higher Plants*, 2nd Edition. Academic Press, London
- McCLELLAN, W.D.; HEWITT, W.B. (1973): Early botrytis rot of grapes: time of infection and latency of BC in *Vitis vinifera* L. *Phytopathology* 63: 1151-1157
- MEDRANO, H.; ESCALONA, J.M.; CIFRE, J.; BOTA, J.; FLEXAS, J. (2003): A ten-year study on the physiology of two Spanish grapevine cultivars under field conditions: effects of water availability from leaf photosynthesis to grape yield and quality. *Functional Plant Biology* 30: 607-619
- MONTEIRO, S.; BARAKAT, M.; PICARRA-PEREIRA, M.A.; TEIXEIRA, A.R.; FERREIRA, R.B. (2003): Osmotin and thaumatin from grape: a putative general defense mechanism against pathogenic fungi. *Phytopathology* 93: 1505-1512

- MÜLLER, E. (2008): Richtige Entblätterung und Traubenteilung. <http://www.brw-eltville.de/brw/weinbauwoche/2008/pdf/entblaetterung.pdf>, Stand 22.01.2015
- MÜLLER, E. (2013): Stickstoff: Ein Qualitätsfaktor im Fokus von Önologie, Physiologie und Anbautechnik. *Das Deutsche Weinmagazin* (10): 22-29
- MÜLLER, E. (2015): Reife und gesunde Trauben in 2014 – Ging das überhaupt? (59. Kreuznacher Wintertagung). [http://www.dlr-rnh.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/b48832557a0e458bc1257ac50056c295/6ca3563eb8e8b9b5c1257df1004c0691/\\$FILE/59_2_Mueller.pdf](http://www.dlr-rnh.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/b48832557a0e458bc1257ac50056c295/6ca3563eb8e8b9b5c1257df1004c0691/$FILE/59_2_Mueller.pdf), Stand 23.02.2015
- MÜLLER-THURGAU, H. (1888): Die Edelfäule der Trauben. *Landwirtschaftliche Jahrbücher* 17: 83-160. Parey-Verlag, Berlin
- MUNDY, D.C.; BERESFORD, R.M. (2007): Susceptibility of grapes to *Botrytis cinerea* in relation to berry nitrogen and sugar concentration. *New Zealand Plant Protection* 60: 123-127
- NIEDER, G.; HÖBAUS, E. (1986): Krankheiten Schädlinge und Nützlinge im Weinbau. Jugend und Volk, Wien
- PERCIVAL, D.C.; FISHER, K.H.; SULLIVAN, J.A. (1994): Use of fruit zone leaf removal with *Vitis vinifera* L. cv. Riesling grapevines. II. Effect on fruit composition, yield, and occurrence of bunch rot (*Botrytis cinerea* Pers.:Fr.). *American Journal of Enology and Viticulture* 45: 133-140
- PERRENOUD, S. (1990): Potassium and Plant Health, 2nd Edition. International Potash Institute, Worblaufen-Bern
- PEZET, R. (1982): Apparition de souches de *Botrytis cinerea* résistantes à la vinchlozoline, à l'iprodione et à la procymidone dans les vignobles du canton de Genève. *EPPO Bulletin* 12: 131-134
- PEZET, R. (1998): Purification and characterization of a 32-kDa laccase-like stilbene oxidase produced by *Botrytis cinerea* Pers.: Fr. *FEMS Microbiology Letters* 167: 203-208
- PEZET, R.; PONT, V. (1986): Infection florale et latence de *Botrytis cinerea* dans les grappes de *Vitis vinifera* (var. Gamay). *Revue suisse de Viticulture Arboriculture Horticulture* 18: 317-322
- PEZET, R.; VIRET, O.; PERRET, C.; TABACCHI, R. (2003): Latency of *Botrytis cinerea* Pers.: Fr. and biochemical studies during growth and ripening of two grape berry cultivars, respectively susceptible and resistant in grey mould. *Journal of Phytopathology* 151: 208-214

- RIBEREAU-GAYON, P.; DUBOURDIEU, D.; LONVAUD, A. (2006a): Handbook of Enology
Volume 1, The microbiology of wine and vinifications, 2nd Edition. John Wiley and Sons,
Chichester
- RIBEREAU-GAYON, P.; DUBOURDIEU, D.; LONVAUD, A. (2006b): Handbook of Enology
Volume 2, The chemistry of wine stabilization and treatments, 2nd Edition. John Wiley
and Sons, Chichester
- REDL, H. (1983): Verlauf der Makro- und Mikronährstoffgehalte in Traubengerüst, Beeren und
Blättern während der Reifephase in Beziehung zum Auftreten der Stielähme.
Mitteilungen Klosterneuburg 33: 39-59
- REDL, H. (1999): Neue Fungizide gegen die Botrytis-Fäule der Trauben. Der Winzer 55(8):
15-22
- REDL, H. (2004): Tropfbewässerung im Weinbau – Mehrjährige Erfahrungen in
Niederösterreich (bei Weißweinsorten) und im Burgenland (bei Rotweinsorten).
Qualitätsmanagement im Obst- und Weinbau. 7. Intern. ATW-Symposium. KTBL-Schrift
421: 132-142
- REDL, H. (2008a): Traubenfäule-Bekämpfung zielorientiert und frühzeitig. Der Winzer 64(5):
15-19
- REDL, H. (2008b): Ergebnisse und Erfahrungen: Der Traubenwelke auf der Spur. Der Winzer
64(3): 6-10
- REDL, H.; KNOLL, M.; ACHLEITNER, D. (2007): Der Traubenwelke auf der Spur. Endbericht
zum Forschungsprojekt der burgenländischen Landesregierung
- REDL, H.; KOBLER, A. (1991): Quantitative Veränderungen von Traubenhaltstoffen bei
klassifizierter Botrytis-Sauerfäule. Mitteilungen Klosterneuburg 41: 177-185
- REDL, H.; KOBLER, A. (1992): Quantifizierung des Befalls von Trauben durch *Botrytis*
cinerea mit Hilfe des Enzyms Laccase. Mitteilungen Klosterneuburg 42: 25-33
- REDL, H.; REDL, M.; REDL, C. (2014): Botrytis erfordert neue Wege. Der Winzer 70(5): 6-12
- REDL, H.; RUCKENBAUER, W.; TRAXLER, H. (1996): Weinbau heute, 3. Auflage. Leopold
Stocker Verlag, Graz
- REDL, H.; WEINDLMAYR, J.; PLEIL, J.; WEISER, J.; RESCH, E. (1984):
Untersuchungsergebnisse über den Einfluß von Laubbehandlungsmaßnahmen auf
Traubenertrag, Traubenqualität und Krankheitsauftreten in Hochkulturanlagen.
Mitteilungen Klosterneuburg 34: 185-193

- RENAULT, A.-S.; DELOIRE, A.; BIERNE, J. (1996): Pathogenesis-related proteins in grapevines induced by salicylic acid and *Botrytis cinerea*. *Vitis* 35: 49-52
- R'HOUMA, A.; CHERIF, M.; BOUBAKER, A. (1998): Effect of nitrogen fertilization, green pruning and fungicide treatments on botrytis bunch rot of grapes. *Journal of Plant Pathology* 80: 115-124
- ROLLE, L.; SEGADE, S.R.; TORCHIO, F.; GIACOSA, S.; CAGNASSO, E.; MARENGO, F.; GERBI, V. (2011): Influence of grape density and harvest date on changes in phenolic composition, phenol extractability indices, and instrumental texture properties during ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59: 8796-8805
- ROUDET, J.; PRUDET, S.; DUBOS, B. (1992): Relationship between grey mould of grapes and laccase activity in must. In: Recent advances in Botrytis research. Proceedings of the 10th International Botrytis Symposium, Heraklion, Crete, Greece. (Hrsg. Verhoeff, K.; Malathrakis, N.E.; Williamson, B.) Pudoc Scientific Publisher, Wageningen: 83-86
- SAITO, S.; CADLE-DAVIDSON, L.; WILCOX, W. F. (2014): Selection, fitness, and control of grape isolates of *Botrytis cinerea* variably sensitive to fenhexamid. *Plant Disease*: 98: 233-240
- SALGUES, M.; CHEYNIER, V.; GUNATA, Z.; WYLDE, R. (1986): Oxidation of grape juice 2-S-glutathionyl caffeoyl tartaric acid by *Botrytis cinerea* laccase and characterization of a new substance: 2,5-di-S-glutathionyl caffeoyl tartaric acid. *Journal of Food Science* 51: 1191-1194
- SALZMAN, R.A.; TIKHONOVA, I.; BORDELON, B.P.; HASEGAWA, P.M.; BRESSAN, R.A. (1998): Coordinate accumulation of antifungal proteins and hexoses constitutes a developmentally controlled defense response during fruit ripening in grape. *Plant Physiology* 117: 465-472
- SCHOUTEN, A.; WAGEMAKERS, L.; STEFANATO, F.L.; VAN DER KAAIJ, R.M.; VAN KAN, J.A.L. (2002): Resveratrol acts as a natural antifungicide and induces self-intoxication by a specific laccase. *Molecular Microbiology* 43: 883-894
- SCOTT, E.S.; DAMBERGS, R.G.; STUMMER B.E. (2010): Fungal contaminants in vineyard and wine quality. In: Managing Wine Quality Volume 1: Viticulture and wine quality (Hrsg. Reynolds, A.G.), Woodhead Publishing Limited, Cambridge
- SMITH, R.E. (1902): The parasitism of *Botrytis cinerea*. *Botanical Gazette*: 33: 421-436
- STELLWAAG-KITTLER, F. (1968): Möglichkeiten der Botrytisbekämpfung an Trauben unter Berücksichtigung der epidemiologischen Grundlagen. In: Botrytis im Weinbau. (Hrsg. Claus, P.), Weinberg und Keller-Verlag, Geisenheim: 52-77

- VALDES-GOMEZ, H.; FERMAUD, M.; ROUDET, J.; CALONNEC, A.; GARY, C. (2008): Grey mould incidence is reduced on grapevines with lower vegetative and reproductive growth. *Crop Protection* 27: 1174-1186
- VAN BAARLEN, P.; LEGENDRE, L.; VAN KAN, J.A.L. (2004): Plant defence compounds against *Botrytis* infection. In: *Botrytis: Biology, Pathology and Control*. (Hrsg. Elad, Y.; Williamson, B.; Tudzynski, P.; Delen, N.), Kluwer-Verlag, Dordrecht: 143-162
- VANEK, G. (1980): zitiert bei VANEK, G. und Kollektiv (1995)
- VANEK, G. und Kollektiv (1995): Vinič 1, 2 a 3. Priroda a.s., Bratislava
- VIRET, O.; KELLER, M.; JAUDZEMS, V.G.; COLE, P.M. (2004): *Botrytis cinerea* infection of grape flowers: light and electron microscopical studies of infection sites. *Phytopathology* 94: 850-857
- VITERBO, A.; BAR NUN, N.; MAYER, A.M. (1992): The function of laccase from *Botrytis cinerea* in host infection. In: *Recent advances in Botrytis research. Proceedings of the 10th International Botrytis Symposium*, Heraklion, Crete, Greece. (Hrsg. Verhoeff, K.; Malathrakis, N.E.; Williamson, B.) Pudoc Scientific Publisher, Wageningen: 76-82
- WEBER, J.; BRECHBUHLER, C.; MEYER, E. (1978): Einfluß der *Botrytis cinerea* auf die Qualität des Weines. *Rebe und Wein* 31: 96-100
- WATERS, E.J.; SHIRLEY, N.J.; WILLIAMS, P.J. (1996): Nuisance proteins of wine are grape pathogenesis-related proteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44: 3-5
- ZOEKLEIN, B.W.; WOLF, T.K.; DUNCAN, N.W.; JUDGE, J.M.; COOK, M.K. (1992): Effects of fruit zone leaf removal on yield, fruit composition, and fruit rot incidence of Chardonnay and White Riesling (*Vitis vinifera* L.) grapes. *American Journal of Enology and Viticulture* 43: 139-148