

Forschung für den Qualitätsweinbau

Geht es dem Rebstock gut? Eine scheinbar einfache Frage, aber in der Praxis nur schwer zu beantworten.

Wer kann schon in das Innere der Rebe blicken?

Das Projekt „Physiologische Fingerprint“ versucht Ansätze zu finden, die als Werkzeuge des Qualitätsmanagements in der Praxis genutzt werden können.

Der Zusammenhang zwischen Vitalität der Rebe und Qualität ist komplex, nicht immer positiv korreliert und noch wenig analysiert. Die Vitalität von Pflanzen wird beeinflusst von der Verfügbarkeit, der Verteilung, Disposition und Speicherung relevanter Nährstoffe und der Fähigkeit der Pflanze, sich an biotischen und abiotischen Stress zu adaptieren. Messungen der Vitalität wurden traditionell mittels morphologischer Parameter (z. B. Internodienlänge) durchgeführt, die meist eingeschränkte Aussagekraft besitzen. Effekte, die die Vitalität beeinflussen (Interaktionen mit Standort und Umweltbedingungen, Steuerung und Kontrolle der Wachstumsrhythmik sowie Kulturmaßnahmen) zeigen, dass in Abhängigkeit des Standortes und den Umweltbedingungen Unterschiede innerhalb einzelner Rieden auftreten. Diese schlagen sich im Ertrag und in der Fruchtqualität nieder. Weiters beeinflussen das Laubwandmanagement und andere qualitätsfördernden Maßnahmen die Variabilität des

physiologischen Status der Blätter und Trauben innerhalb einer Rebe.

Wie geht es der Rebe?

Das Ziel dieser Forschung ist, der österreichischen Weinwirtschaft ein System zur Verfügung zu stellen, das die Vitalität der Rebe messbar und Einflüsse von Qualitätsmanagement oder Stress auf die Pflanzenvitalität, Traubenqualität und in weiterer Folge auf die Weinqualität quantifizierbar macht.

Dieser „Physiologische Fingerprint“ ist angewandte Forschung, für die Weinbaupraxis konzeptionisiert und kann als Werkzeug des Qualitätsmanagements dienen, indem Effekte des Weinbergmanagements direkt quantifiziert werden; er kann dazu dienen, geeignete Parameter zu definieren, um Stresseinflüsse im Frühstadium zu detektieren. Der Physiologische Fingerprint kann als Kontrolle für die Effizienz von induktiven Systemen (z. B. Wuchsstoffe) auf die Qualität dienen und ein innovatives und präzises Werkzeug zur

Ermittlung der physiologischen Reife sein. Vorhersagen der Traubenqualität bereits in frühem Vegetationsstadium erlauben gegebenenfalls Korrekturen. Aktualität erfährt diese Thematik bei variablen Umweltbedingungen und Veränderungen im Weinbaumanagement. Beispiele sind auftretende physiologische Stresssymptome bzw. physiologische Krankheiten (z. B. Traubenwelke, Stielähme), die zu Gärungsproblemen und Fehlaromen in den Weinen führen können. Um eine Übertragung der Forschungsergebnisse „in die Praxis“ in kurzer Zeit zu ermöglichen, wird die Probennahme im Weingarten stattfinden – nicht wie bisher auf in-Vitro-Modellen basieren.

Wie fit sind unsere Reben?

Zur Charakterisierung der Pflanzenfunktionen und Differenzierung der Vitalität werden Messungen der physiologischen Aktivität der Pflanzen durchgeführt, indem sie den Gaswechsel, die Chlorophyllfluoreszenz und das Wasserpotenzial analysieren.

Gaswechsellmessungen erfassen zelluläre und molekulare Mechanismen sowie die quantitative Erfassung des Gasaustausches ganzer Blätter, Pflanzen oder Bestände. Bei Wassermangel reagiert die Rebe zunächst mit Stomatenschluss (Spaltöffnungen schließen sich) und Photosynthesehemmung, gefolgt von einer Verringerung des Zellwachstums (Hemmung des vegetativen Wachstums). Die Chlorophyllindexmessung eignet sich zur Quantifizierung von Stresszuständen, wie Magnesium-, Schwefel- oder Eisenmangel und Trockenstress. Messverfahren auf Basis der Chlorophyllfluoreszenz zeigen das Potenzial für frühzeitige Schadensprognosen bei einwirkendem Stress.

BOKU-Fingerprinter

Die Arbeitsgruppe „Physiologischer Fingerprint“ an der Universität für Bodenkultur, Institut für Garten-, Obst- und Weinbau ist jung und gewinnt weitere Dynamik durch Stu-

Tab. 1: Deskriptive Faktoren zur Verteilung der Messpunkte der Blattwasserpotenziale (N = 106) innerhalb der berechneten Zonen der Rebfläche des Weingutes Wien Cobenzl

	Blattwasserpotenzial-Zonen		
	grün	blau	rot
Min	4,1	9,6	11,2
Max	9,3	10,9	15,4
Mittel	7,34	10,23	12,88
Standardabweichung	1,61	0,45	1,33
Variationskoeffizient	0,22	0,04	0,10
Anteil an Gesamtrestböcken	33,96	26,42	39,62

dierende des Bakkalaureat-Studiengangs „Weinbau, Önologie und Weinwirtschaft“. Weitere BOKU-Partner: Institut für Bioanalytik (IFA Tulln, Dr. R. Schumacher), Abteilung für organische Chemie (Prof. Dr. T. Rose-nau) sowie das Institut für Chemie/Biologie (HBLA Klosterneuburg, Leitung Dr. R. Eder) – sie alle kooperieren in diesem Projekt. Experimentelle Flächen in Retz, Krems und Langenlois werden von den Landwirtschaftlichen Fachschulen in Hollabrunn und Krems betreut und gehören zu den Landesweingütern Niederösterreich.

Pinot-Noir-Winzer

Der Physiologische Fingerprint wird zunächst an der Rebsorte Pinot Noir entwickelt. Die Freiflächen umfassen im Ertrag stehende Anlagen (Weingut der Stadt Wien Cobenzl, Weingut Fischer, Soof und Weingut Wieninger, Wien). Weinbergmanagement sowie Düngung und Pflanzenschutz werden vom jeweiligen Winzer bestimmt, sodass die Flächen witterungssituationsgerecht und nach regionalen Gegebenheiten bewirtschaftet werden.

Parallel werden Gewächshausversuche durchgeführt, in denen die Reben definiertem Stress ausgesetzt sind und zu festgelegten Vegetationsstadien beprobt werden. Wir gehen hier auf „Nummer sicher“, da diese Daten Grundlage für die Eichung der Freilanddaten sein werden. Es werden drei Pinot noir Klone (18 Gm [kompakt], 1–84 Gm [lockerbeerig] und Entav 115 [kompakt]) in 60-facher Wiederholung analysiert!

Wasserversorgung bei Reben

Durch die Messung des Wasserpotenzials kann Wasserstress in Pflanzen quantifiziert werden und qualitative Aussagen über die Wasserversorgung getroffen werden. Die Wasserpotenziale werden mit einer Scholander Bombe gemessen, indem das zu messende Blatt in eine Druckkammer eingespannt und kontinuierlich steigendem Luftdruck ausgesetzt wird. Tritt Xylemsaft aus dem Blattstiel aus, entspricht der eingeleitete Druck dem Wasserpotenzial des Blattes. Aussagekräftige Messungen können an ausdifferenzierten Blättern, gleicher Lichtexposition und gleichen Alters durchgeführt werden.

Das Wasserpotenzial vor der Morgendämmerung entspricht dem Bodenwasserstatus und gibt Informa-

tionen über die Bodenwasserverfügbarkeit in der Wurzelzone. Ein geringes Wasserpotenzial bedeutet in diesem Fall einen hohen Gehalt an pflanzenverfügbarem Bodenwasser. Das Blattwasserpotenzial gibt den Anteil des bodenverfügbaren Wassers und daraus resultierend den Pflanzenwasserstatus zum Zeitpunkt der höchsten Transpiration an. Parallel wird das Stamm-Wasserpotenzial an nicht transpirierenden Blättern gemessen. Es ist ein Maß für Wasserleitfähigkeit zwischen Boden und Atmosphäre.

Bei diesen Messmethoden wird der Wasserzustand der Pflanze direkt erfasst und ist keine indirekte Verrechnung von bodenbürtigen Messmethoden. Unmittelbar nach der Messung stehen die Ergebnisse zur Steuerung des Bewässerungsmanagements zur Verfügung. Moderater Wasserstress durch spezifische Steuerung der Bewässerung führt zu einer Verbesserung der Traubenqualität durch frühzeitige Einstellung des Sprosswachstums, dadurch zu einem beschleunigten Reifeprozess und zu höheren Zucker- und Phenolgehalten in den Trauben. Neben diesem einfachen Parameter des Wasserpotenzials werden weitere Informationen über den Wasserstatus erfasst: das osmotische Potenzial bei voller Turgeszenz, symplastischer und apoplastischer Anteil am Gesamtwasservolumen – Parameter, die Indikatoren für die physiologische Aktivität sind.

Definition der Leistung

Wie kann die Leistung der Weinrebe quantifiziert werden und unter welchen Bedingungen ist das optimale Leistungsniveau erreicht? Einen linearen Zusammenhang per Formel, wie wir diese von Newton kennen, gibt es in einem komplexen System der Weingärten nicht.

Die Quantifizierung der physiologischen bzw. photosynthetischen Leistung kann durch die Messung des Gaswechsels ermittelt werden. Die Photosynthese steht im Mittelpunkt der physiologischen Prozesse. Die Beeinflussung und Abhängigkeit von Umweltbedingungen zeigt die Anfälligkeit dieses Systems gegenüber Ressourcenlimitierung und kann daher ein Maß für die Leistung der Reben sein.

Eine Messgröße für die Photosynthese ist der stomatare Widerstand und beschreibt die Öffnungsweite der Spaltöffnung, die als Regelmechanismus für CO_2 - und H_2O -Austausch



Abb. 1: Rebfläche mit Probenahme-punkten (Weingut Wien Cobenzl) (Quelle: Google Earth, <http://earth.google.de>, modifiziert)

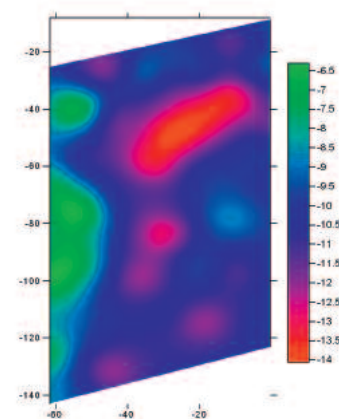


Abb. 2: Darstellung der gemessenen Blattwasserpotenziale (midday) einzelner Reben (N = 106) interpoliert auf der Rebfläche (Weingut Wien Cobenzl)

Abb. 3: Zonenbildung auf Basis der gemessenen Blattwasserpotenziale einzelner Reben (N = 106) interpoliert auf der Rebfläche (Weingut Wien Cobenzl, Quelle: Google Earth, <http://earth.google.de>, modifiziert); rot = geringe, grün = gute Wasserversorgung



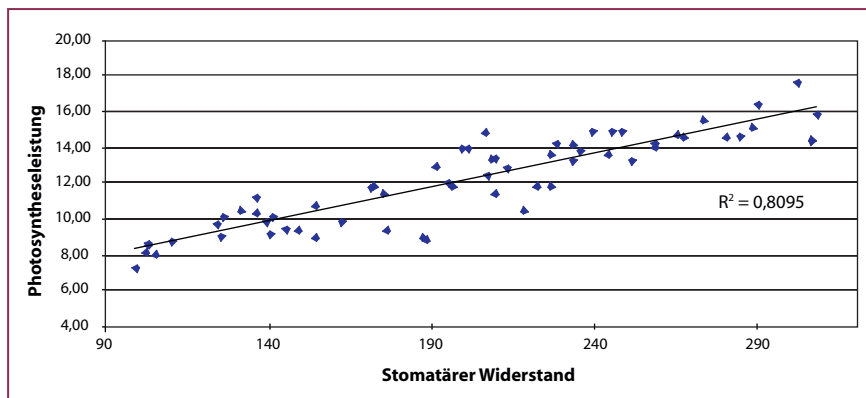


Abb. 4: Korrelation der Parameter „Stomatärer Widerstand“ versus „Photosyntheseleistung“ (Weingut Wien Cobenzl) auf Basis von 56 Messpunkten

fungiert. Da Wasserstress regulierend auf die Stomataöffnung wirkt, ist der stomatare Widerstand ein hervorragender Parameter für die Korrelation von photosynthetischer Leistung und Wasserstress.

Die Leistungsfähigkeit kann auch durch die Chlorophyllfluoreszenz ermittelt werden, die bei der photochemischen Umwandlung von Elektronen in chemische Energie entsteht. Bei diesem Prozess wird die absorbierte Energie nicht vollständig für Photosyntheseleistung verwendet. Elektronen werden durch Lichtenergie angeregt und emittieren dabei einen Teil der absorbierten Energie in Form von Wärme und Strahlung. Ziel dieser Messmethode ist die Bestimmung des maximalen und aktuellen Leistungspotenzials des Blattchlorophylls sowie der Quantifizierung der Photosyntheseprozesse. Die Einwirkung von Stressfaktoren führt durch Ressourcenlimitierung (z. B. Wasserstress) zu einer Beeinflussung oder Reduktion dieser Potenziale.

Zonen in Weingärten

Riede, Boden, Mikroklima und andere Umweltfaktoren wirken charakteristisch auf die Weinrebe und das Ernteprodukt ein. Umweltfaktoren beeinflussen die Fruchtqualität ebenso wie das Weinbergmanagement des Winzers. Topographische Gegebenheiten innerhalb einer Fläche führen zu einem kleinräumigen und spezifischen Mikroklima innerhalb der Rebfläche.

Für die Forschung im Freiland ist das Wissen über Zonen von großer Bedeutung, um die Datenbreite zu evaluieren und eine naturgetreue Abschätzung der Vitalparameter zu erfassen. Unterschiedliche Einstrahlungsintensitäten, verursacht durch Inklination und Exposition der Rieden, beeinflussen das räumliche Leistungspotenzial. Windexponierte Lagen innerhalb einer Fläche sind

gegenüber Pilzkrankheiten geringer gefährdet als eine Lage mit lang anhaltender Blattfeuchte und Wassertropfen innerhalb der Traube. Hohe Lufttemperaturen verursachen steigende Beerentemperaturen. Bei zu hoher Beerentemperatur beobachtet man eine Reduzierung des Zuckers und Anthocyangehalts.

Weingärtner nutzen den Einfluss des Weinbergmanagements auf die Pflanzenvitalität und Inhaltsstoffzusammensetzung. Frühes Ausbrechen von Trieben induziert bei Pinot Noir die Ausbildung einer größeren Blattfläche, höheren Gehalt an titrierbarer Säure, löslicher Trockensubstanz und Farbinintensität der Beeren. Spätes Ausbrechen verursacht spätere Fruchtreife in Bezug auf lösliche Feststoffe, Anthocyane und Phenole. Über Bewässerungsmaßnahmen kann der Winzer in den Stoffwechsel der Rebe eingreifen. Untersuchungen zeigen, dass die Malat-Konzentration signifikant mit der Bewässerungsmenge steigt, während die Weinsäure-Konzentration sinkt. Die Anthocyankonzentration, Gesamtphenole und Farbinintensität steigen jedoch mit geringerer Wasserapplikation.

Definition von Weingartenzonen

Die Vorgehensweise wird am Beispiel einer Rebfläche des Weinguts Wien Cobenzl dargestellt. Die Fläche wurde in ein Raster eingeteilt. Pro Messzeitpunkt werden 106 Messungen an rasterspezifischen sowie an randomisiert verteilten Punkten erhoben (Abb. 1). Die Messpunkte jedes erhobenen Parameters werden statistisch ausgewertet und über die gesamte Rebfläche interpoliert. Abbildung 2 zeigt die grafische Darstellung der interpolierten Messpunkte für das Blattwasserpotenzial an einem definierten Zeitpunkt. Durch Übertragung der ermittelten Werte auf die Position der einzelnen Rebstöcke

innerhalb der Fläche wird die Fläche in Zonen unterteilt. Die auf Abbildung 3 gekennzeichneten Regionen (rot umrandet) stellen Zonen mit geringer Wasserversorgung während der Mittagszeit dar, die grün umrandeten Gebiete zeigen Zonen mit guter Wasserversorgung.

Unsere Messungen ergaben, dass 39,6 % der Rebstöcke zum Messzeitpunkt Wasserstress anzeigten, während sich bei 60,4 % der Rebstöcke kein bis geringer Wasserstress feststellbar war (Tab. 1). Die Variation innerhalb der Wasserstresszone ist fast um Hälfte geringer als in der mit ausreichend Wasser versorgten Zone.

Diese Zonenbildung kann auch mit anderen Wasserpotenzial-, Gaswechsel- und Chlorophyllfluoreszenz-Parametern durchgeführt und korreliert werden. Das Wasserpotenzial vor der Morgendämmerung, das Wasserpotenzial zwischen Transpirationsminimum und -maximum sowie der stomatare Widerstand zeigen eine hohe Variation innerhalb der Fläche. Ein Parameter mit hohem Variationskoeffizienten hat den Vorteil, dass er eine hohe Detailgenauigkeit und ein hohes Auflösungsvermögen darstellen kann. Parameter mit geringer Variation eignen sich, um Tendenzen innerhalb der Fläche festzustellen, wenn andere Parameter durch zu hohes Auflösungsvermögen dazu nicht in der Lage sind. Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass sich der stomatare Widerstand sehr gut zur Leistungsquantifizierung einer Fläche eignet, da er mit der Photosyntheseleistung (81 %) korreliert ist (Abb. 4).

Möglichkeiten und Vorteile für die Praxis

Das Wissen über Zonen im Weingarten dient nicht nur der korrekten Datenerfassung im Forschungsprojekt, sondern ist wichtig für die Praxis. Die räumliche Variation in der Vegetation, Wuchskraft, Pflanzenstress, Gesundheit und Wasserverfügbarkeit dienen als Entscheidungsgrundlage für Weinbergmanagementmaßnahmen. Durch die Einteilung einer Rebfläche in Zonen ergeben sich Vorteile und neue Möglichkeiten.

Die Zoneneinteilung kann zur Produktion von Traubenmaterial mit spezifischer Inhaltsstoffzusammensetzung verwendet werden. Das Leistungspotenzial einzelner Zonen kann gezielt zur Produktion unterschiedlich hoher Qualitätsstufen verwendet werden. Durch eine selektive Ernte



Gaswechsellmessung an Pinot Noir ...



... Detailaufnahme

Fotos: Philipp

einzelner Zonen können Trauben nach Reifezeitpunkt, Inhaltsstoffen oder Krankheitsbefall ausgewählt werden. Des Weiteren besteht die Möglichkeit der Homogenisierung der Fläche durch Anpassung des Weinbergmanagements an zonenspezifische Ansprüche, wie Düngemittel- und Bewässerungseinsatz oder Laubarbeiten.

Die Wirtschaftlichkeit erhöht sich aufgrund eines besseren Ressourcenmanagements (Wasserverbrauch, Düngemittel), einer gezielten Einsetzung und Verteilung von Material- und Arbeitskräften ebenso wie durch höhere Traubenqualität. Durch variable Anpassung von Spritzmittelapplikationen an Problemzonen werden neben dem Spritzmittelbedarf auch der Zeitaufwand, die Umweltbelastung und die Kosten gesenkt. Durch Erfassung von Biomasse- oder Bestandesdichteparameter kann eine Zoneneinteilung auch als Monitoring für Krankheits- und Schädlingsvorsorge verwendet werden.

Vitale Reben – bessere Qualität

Pflanzenparameter, die frühzeitig Stress signalisieren, um noch vor Schadeinwirkung darauf reagieren zu können, dienen als „Sprache“ zwischen Pflanze und Winzer. Die große Herausforderung liegt in der Identifikation und besonders der Definition

eines oder mehrerer dieser Parameter. Es stellt sich die Frage, wann ein Parameter eine positive Wirkung auf bestimmte Inhaltsstoffe zeigt und in welcher Quantität er als Stressparameter identifiziert werden muss.

Bisherige Forschungsarbeiten verwenden das Wasserpotenzial vor der Morgendämmerung zur Messung der Bewässerungswürdigkeit. Durch Definition präziser Werte wurde bei Weißwein (-2,5 hPa) und Rotwein (-3,0 hPa) ein Bewässerungsschwellenwert festgelegt. Die Identifizierung von aussagekräftigen und kalibrierbaren Parametern sowie die Festlegung von deren Stressschwellenwerten sind mit Blick auf die sich wandelnden Klimaverhältnisse von großer Bedeutung. Sie werden in Zukunft ein wichtiges Werkzeug zur Steuerung der optimalen Pflanzengesundheit darstellen, ebenso zur Produktion von hochqualitativem Lesegut und als Entscheidungsgrundlage für ein situationsspezifisches Weinbergmanagement dienen. Die Bildung von Zonen innerhalb einer Rebfläche, basierend auf diesen Parametern, bereichert und vervollständigt die Werkzeugsammlung des Winzers.

Literaturliste bei den Autoren erhältlich

Danksagung

Das Projekt „Physiologischer Fingerprint“ wird finanziell unterstützt vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft, der Niederösterreichischen Landwirtschaftskammer, der Raiffeisen Ware Austria GmbH und dem Österreichischen Rebveredlerverband.

Wir danken unseren kooperierenden Winzern, KollegInnen und dem Team der Versuchsstation Jedlersdorf für das Interesse, die tatkräftige Unterstützung und Diskussion.

Ganz besonderer Dank gilt den involvierten BOKU-Studierenden: DI Katharina Schödl, Martin Haindl, Roswitha Mammerler, Martin Prinz, Marianne Ramharter, Stefan Kapeller, Georg Rohrauer und Peter Philipp für Ihr Engagement und die tatkräftige Unterstützung.

M. Becker, A. Forneck

Die Autoren

M. Becker, Astrid Forneck, Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Garten-, Obst- und Weinbau, Peter-Jordan-Straße 82, 1190 Wien, Tel.: 01/47654-0