



# Durchblick

**DIGITALISIERUNG** Der »Sanfte Rebschnitt« bringt viele Vorteile, erfordert aber besonderes Vorwissen. Die Umstellung soll durch Künstliche Intelligenz, eine App und eine Datenbrille vereinfacht werden.

Das KIR-Projekt: Eine Datenbrille soll jeden Rebstock analysieren, die anzubringenden Schnitte werden ins Sichtfeld projiziert

**Text und Bild:** Dr. Matthias Porten, Daniel Regnery Markus Scholtes DLR Mosel; Prof. Dr. Didier Stricker, TU Kaiserslautern; Dirk Hübener, Carolin Horst GDV mbH

**D**er Rebschnitt ist eine der kompliziertesten, aufwändigsten, teuersten und kritischsten Arbeiten für Winzer, er ist entscheidend für die langfristige Entwicklung jedes Weinbergs.

Wird der Rebschnitt ungeschultem Personal überlassen, besteht die Gefahr, dass dieser nicht sachgemäß durchgeführt wird. Mangelndes Verständnis für die pflanzenphysiologischen Gegebenheiten gefährdet die langfristige Formerhaltung.

Es kann zu einem »Hochbauen« der Stämme kommen, welche durch starke Rückschnitte im Folgenden wieder auf eine normale Stammhöhe zurückgenommen werden müssen. In der Folge entstehen große Schnittwunden.

Diese sind ideale Eintrittspforten für holzerstörende Krankheiten, wie Esca, Schwarzholzkrankheit und Eutypa. Sie sind ein zentrales Problem in den deutschen

Weinbaugebieten und richten im deutschen Weinbau immense wirtschaftliche Schäden an.

## SANFTER REBSCHNITT

Vor wenigen Jahren wurde ein vielversprechendes System, der sogenannte »Sanfte Rebschnitt« (»SR«, auch »wundarmer Rebschnitt«) der breiten fachlichen Praxis vorgestellt. Entwickelt wurde das System von Marco Simonit und Pierluigi Sirch, einer privaten Beratungsgesellschaft aus dem italienischen Friaul. Im Vergleich zu der bisher üblichen Kopferziehung verursacht der Sanfte Rebschnitt deutlich kleinere Wunden am Rebstock (Abb. 1).

Die gezielte Positionierung der Schnitte in Verbindung mit der geringeren Größe der Schnittflächen beim Sanften Rebschnitt minimiert die Einfallsmöglichkeiten für holzerstörende Krankheiten. Weiter wird durch die gezielte Schnittführung erreicht,

dass lebensnotwendige Leitungsbahnen der Pflanze nicht unterbrochen werden. Daraus resultiert eine gesteigerte Langlebigkeit und Vitalität der Reben, was ökologische und ökonomische Vorteile mit sich bringt.

**Ökologie** Der Weinbau in Steillagen ist geprägt von sehr alten Rebbeständen, die mit oftmals noch wurzelechten Reben mit einem Alter von über 70 Jahren eine besondere Qualität hervorbringen, die nicht nur unverwechselbar ist, sondern eine Einzigartigkeit in der Welt darstellt. Es ist davon auszugehen, dass bei Neuanpflanzung von Rebflächen nach 1965 fast ausschließlich Pflanzmaterial von nur 10 Rieslingklonen verwendet wurde. Von den etwa 550 Hektar noch bewirtschafteten Rebflächen in Deutschland, die vor 1965 gepflanzt wurden, befinden sich 450 Hektar in Steilhängen des Anbaugebiets Mosel. In diesen nicht durch Klonenselektion genetisch eingee-



Der Sanfte Rebschnitt verursacht deutlich kleinere Wunden am Rebstock

ten Rebflächen liegt somit eine außerordentlich hohe intravariatale Biodiversität vor. Diese stellen einen besonderen Genpool für die Leitrebsorte Riesling dar, den es - auch im Sinne der EU-Verordnung zur Biodiversität - zu erhalten gilt, damit er nachfolgenden Generationen für den qualitätsorientierten Anbau von Rebmaterial mit hoher genetischer Bandbreite zur Verfügung steht.

Besonders diese alten Rebbestände sind immer stärker durch den Klimawandel und durch holzzerstörende Krankheiten bedroht. Dieser Entwicklung kann mit dem Sanften Rebschnitt wirkungsvoll begegnet werden, da diese Schnittform sehr alte Rebbestände hervorbringen und erhalten kann.

**Ökonomie** Der Rebschnitt stellt bis zum heutigen Tag den einzigen Arbeitsgang der konventionellen Boglebenerziehung dar, welcher gar nicht (Steilla-

gen) oder nur sehr bedingt (Vorschneider in Direktzuglagen) durch den Einsatz von Maschinen vereinfacht werden kann.

Die Unterstützung des Rebschnitts durch elektrische und pneumatische Scheren hat zu einer erheblichen Arbeitserleichterung, nicht jedoch zur Arbeitszeit- und Kosteneinsparung beigetragen.

Je nach Erziehungssystem, Rebsorte und Wuchskraft kann das Schneiden der Reben etwa 80 bis 100 Arbeitskraftstunden pro Hektar (AKh/ha) betragen. Unter Betrachtung des Gesamt-Arbeitszeitbedarfs eines rationalen Weinbaus, der sich bei Drahtrahmenerziehung und Vollernterlese im Direktzug auf 180 bis 200 AKh/ha beläuft, entfallen auf den Rebschnitt allein mindestens 30 bis 50 Prozent des jährlichen Arbeitsaufwands.

Die wirtschaftlichen Auswirkungen des Befalls mit holzzerstörenden Krankheiten als Folge unsachgemäßen Rebschnitts

## PROJEKT-INFO

Das Projekt KI-Rebschnitt wird im Rahmen von EIP-Agri (Europäische Innovationspartnerschaft landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit) gefördert durch den »Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums: Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete« (ELER) des Ministeriums für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau Rheinland-Pfalz.

Das Vorhaben soll im Zeitrahmen von drei Jahren realisiert werden. Die Projektgruppe ist breit aufgestellt und besteht aus neun Mitgliedern: einem KMU als Lead-Partner, zwei Forschungseinrichtungen, einem Dienstleistungszentrum des öffentlichen Rechts und fünf Weingütern.

**BODENBEARBEITUNG**

**Scheibenegge**

**Kreiselmulchgeräte COMPACT**

Abbildung mit optionalem Zubehör

**Rollhacke**

einfach    doppelt

**Made in Germany**

Mulchgerät mit Stockputzer

Informationen über weitere Produkte erhalten Sie auf unserer Homepage.

SAUER Anbaugeräte GmbH • Landskroner Straße 13 • 36039 Fulda  
 Mobil 0151 51640815 • info@roell-weinbaugeräte.de • www.roell-weinbaugeräte.de

**LACRUZ**

Lösungen für den Weinbau

**LACRUZ® ALTERNATIVE FINGERHACKE**

Durchmesser 540 mm - 700 mm

**Stärken:**

Gelb = weich

Orange = mittel

Rot = hart

www.lacruz.it  
 info@lacruz.it  
 +39 0422 209006



Leistungsfähige mobile Computer ermöglichen komplexe Bildverarbeitungsverfahren

sind an der großen Anzahl von Nachpflanzreben ersichtlich, die jährlich von den Winzern bestellt werden. Ein größerer Teil der deutschen Pfropfrebenproduktion entfällt darauf. Das Problem wird noch verstärkt, da das Nachpflanzen laut Berechnungen ab einem Standjahr von 12 bis 15 Jahren ökonomisch nicht mehr sinnvoll ist, das Abräumen der Rebanlage und deren komplette Neuanpflanzung zu diesem Zeitpunkt würde aber eine wirtschaftliche Katastrophe darstellen.

Hier greifen die Vorzüge des Sanften Rebschnitts, der gerade ab dem Rebanlagenalter von etwa 15 Jahren die Leistungsfähigkeit und Gesundheit der Reben erhält und bewahrt, das Alter der Rebanlagen kann durchaus Jahrzehnte erreichen. Dadurch sinken die Abschreibungskosten, die Produktionskosten werden insgesamt minimiert und die regionale Wertschöpfung deutlich verbessert. Dies gilt nicht nur für den Steilhang, sondern auch für die Flachlage.

Qualitätsorientierte Betriebe, die bei der Selbstvermarktung besonders auf qualitativ hochwertiges Lesegut angewiesen sind, profitieren zudem von dem hohen Qualitätspotenzial alter Rebestände.

### SCHWIERIGE UMSTELLUNG

Den meisten Betriebsleitern ist bekannt, dass der Sanfte Rebschnitt nicht nur nachhaltiger ist, sondern auch ökonomische Vorteile bringt und eigentlich ein Gebot ist, um die Flächenerträge im Betrieb zu erhalten. Sie stehen aber vor dem Problem, den Sanften Rebschnitt großflächig im Betrieb einzuführen da meist Fachkräfte fehlen, die diese

Schnittform sachgerecht umsetzen können.

Der Sanfte Rebschnitt stellt eine deutliche Abkehr von den bisher üblichen Schnittmustern dar und verlangt vom Anwender ein umfangreiches Verständnis vom morphologischen Aufbau des Rebstockes, der

### KIR - ZIELE UND HERAUSFORDERUNGEN

Zentrale Herausforderung des Einsatzes von Computer-Vision-Techniken im Freien ist der Dynamikumfang des Lichts, der vom Schattenwurf bis zum Gegenlicht reicht. Weitere Probleme im konkreten Einsatzszenario sind die hohe Variabilität der Wuchsform von Rebstöcken mit zum Teil sehr dünnen verholzten Trieben, komplexen Geometrien, Selbstverdeckungen sowie der Hintergrund, von dem sich der Vordergrund visuell kaum abhebt.

Die technischen Ziele von KIR:

- » Entwicklung einer Lösung, die mit den schwierigen Lichtverhältnissen im Freien umgehen kann,
- » Reduktion der Rechenzeit auf wenige Sekunden,
- » Einsetzbarkeit in steilen Lagen,
- » minimaler Energieverbrauch, der einen batteriegespeisten, mobilen Einsatz des Systems über Stunden ermöglicht,
- » akkurate Schnittvorhersage entsprechend der Prinzipien des Sanften Rebschnitts.

Funktionen der einzelnen Leitungsbahnen, sowie der Austriebswahrscheinlichkeit einzelner Augen auf dem Rebstamm.

Ferner muss der Praktiker bestimmte Grundsätze beim Sanften Rebschnitt beachten, welche seinen bisherigen Denkmustern zum Teil widersprechen. Der Sanfte Rebschnitt wird dadurch häufig als kompliziert und aufwändig angesehen und es zeigt sich, dass bei der Einführung des neuen Systems auch erfahrenes Personal Nachholbedarf in der Theorie des Rebschnitts hat.

Ein großer Nutzen für den ganzen Weinbau wäre, wenn der Sanfte Rebschnitt schneller, nachhaltig und in einem arbeitswirtschaftlich realisierbaren System umgesetzt würde. Hier soll »KIR« helfen, ein System, das die Umsetzung des Sanften Rebschnitts mit Hilfe Künstlicher Intelligenz (KI) unterstützt.

### UNTERSTÜTZUNG DURCH KI

Verfahren, die KI nutzen, werden bereits auf vielfältige Weise in und für die Landwirtschaft angewandt. Im Bereich der Präzisionslandwirtschaft werden aktuell besonders häufig KI-Methoden eingesetzt. Die neuesten Entwicklungen auf den Gebieten der Sensortechnik und der Optik in Verbindung mit der Leistungsfähigkeit mobiler Computer ermöglichen komplexe Bildverarbeitungsverfahren (Abb. 2), die noch vor wenigen Jahren undenkbar waren.

Basierend auf diesen Verfahren und Methoden soll KIR entwickelt werden, ein fachlich anspruchsvolles und stark algorithmisch geprägtes KI-System, das helfen soll, den Sanften Rebschnitt wirkungsvoll und effizient auf breiter Basis im Weinbau zu verbreiten.

Das KIR-System, bestehend aus einer Datenbrille, einem Smartphone und einer App, soll im besonderen Aushilfskräften, die in der Regel über keine fundierte fachliche Ausbildung im Bereich des Weinbaus verfügen, den Sanften Rebschnitt einfach und schnell vermitteln und ihn als Standardverfahren in ihren Arbeitsprozess integrieren. So wird die nachhaltige und die Rebanlage erhaltende Schnittform, die bisher als kompliziert und nicht umsetzbar für einen ungelerten Arbeiter galt, mit KIR in die Praxis transferiert und die ökonomische Hürde der hohen Ausbildungskosten genommen. Weiterhin werden Vorbehalte und Widerstände gegenüber dem Verfahren abgebaut,

weil es so auch das bisher eingesetzte Personal ohne fachliche Ausbildung selbstständig durchführen kann.

Im Rahmen des KIR-Projekts werden mehrere Innovationen umgesetzt, deren Zentrale dabei der Austausch der geometrischen Erkennung der relevanten Pflanzenbestandteile auf Basis einer aufwändigen und fehleranfälligen 3D-Rekonstruktion mit klassischen Verfahren durch eine visuelle Erkennung auf Basis tiefer neuronaler Netze («Deep Learning») ist. In Verbindung mit entsprechenden Optimierungen können so die relevanten Bestandteile der Weinrebe in Sekundenbruchteilen erkannt und Schnittvorschläge generiert werden.

### SANFTER REBSCHNITT FÜR ALLE

Das Ziel des KIR-Projektes ist, den Sanften Rebschnitt in der Breite in den Weinbau einzuführen, um die phytosanitären, ökonomischen und ökologischen Vorteile dieser Schnittform zu nutzen. Dabei soll diese Form zunächst in den sehr sensiblen Bereich des Steillagenweinbaus mit seinen ökologischen Nischen eingeführt werden, um diesen sehr wertvollen Bereich auch hinsichtlich der Kulturlandschaft und der Ökologie zu erhalten. Mit der Implementierung des Sanften Rebschnitts in der Lernsoftware auf der Basis der Datenbrille mit Smartphone und KIR App wird dafür gesorgt, dass der Sanfte Rebschnitt im Steilhange bei zum Teil nur begehbaren und nicht befahrbaren Rebflächen nachhaltig in den Arbeitsprozess integriert wird.

Darüber hinaus soll dieses Transfersystem aber auch in der Flachlage schnell eingeführt werden, um in der Breite des Weinbaus seine Vorzüge entfalten zu können. Es werden Prozesse innerhalb der KI implementiert, die einen späteren Transfer in die Führung von schon vorhandenen Schnittro-



T-förmiger Stammkopf bei angewandtem Sanften Rebschnitt

botern ermöglichen sollen und so die weitere Mechanisierung dieser sehr zeitaufwendigen Arbeitsschritte im Weinbau.

### DIE KIR-ANWENDUNG

Um den Sanften Rebschnitt durch KI zu unterstützen, ist die Realisierung in drei unterschiedlichen Szenarien erforderlich. Dafür ist eine Projektdauer von drei Jahren veranschlagt.

**Szenario 1: Erhaltung des Sanften Rebschnitts** Die Grundzüge des Sanften Rebschnitts sollen dem durch KI unterstützen Schnittsystem zugrunde gelegt werden. Dieses Vorgehen bietet sich in besonderer Weise an, da der Sanfte Rebschnitt nach einem klaren Muster erfolgt und einen sachlogischen Stammaufbau ergibt. Ist das Schnittsystem erst einmal in einer Anlage etabliert, stellt die Erhaltung des daraus hervorgehenden T-förmigen Stammkopfes (Abb. 3) das

zunächst einfachste Szenario für den Prozessschritt des Rebschnitts dar. Je nach gewünschter Anzahl an Bogreben, werden eine oder zwei Fruchtruten angeschnitten, welche ganz klar auf dem oberen Auge des letztjährigen Ersatzzapfens positioniert sind. Unabhängig von der Anzahl der gewünschten Fruchtruten werden jedoch immer nochmals zwei Ersatzzapfen angeschnitten, als »Ausgang« der beiden Leitbahnen des Rebstamms. Die genaue Position dieser Zapfen ergibt sich aus dem Grundprinzip der wundfreien Leitbahnen an den Schenkelflanken und liegt demnach immer an der Unterseite des letztjährigen Ersatzzapfens.

In dem einfachen Aufbau des Systems liegt jedoch zugleich auch das größte Problem des Sanften Rebschnitts, denn die klare Determiniertheit der Positionen von Fruchtrute und Ersatzzapfen verursacht Probleme, wenn einzelne Triebe, die zur Formerhaltung zwingend erforderlich sind, nicht ausgetrieben, beschädigt oder gar abgerissen sind. In bestehenden Anlagen ist dies durchschnittlich bei etwa 5 bis 10 Prozent der Rebstöcke der Fall. Durch Witterungseinflüsse, wie etwa Hagelschlag, Windbruch oder Frost, kann dieser Anteil deutlich steigen. In diesem Fall ist das klassische Schema des Sanften Rebschnitts nicht auf den ersten Blick erkennbar, in der Praxis kommt selbst erfahrenes Fachpersonal ins Stocken und es muss ein Kompromiss gefunden werden. Es ist wichtig, dass die KI in der Lage ist, Kompromisse anzubieten, so dass ein Erhalt des Sanften Rebschnitts sichergestellt ist und im Folgejahr das Schema wieder wie gewohnt angewendet werden kann.

**Szenario 2: Junganlagen** Der Sanfte Rebschnitt sollte idealerweise bereits beim ersten Rebschnitt im Jungfeld angewen-



**HOCHLEISTUNGS-SPRAYER** für den modernen Pflanzenschutz

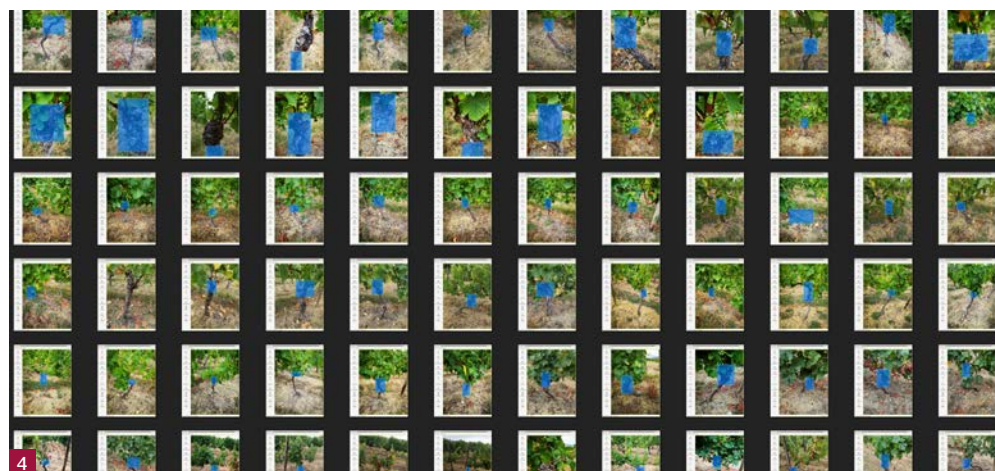
**DAS PASSENDE SPRÜHGERÄT FÜR JEDEN WINZER**

DAL28 als kompaktes Anbaugerät mit 200 oder 300 Liter & 31.000 m<sup>3</sup>/h Luftleistung  
Die neue P-Baureihe, Anhängersprayer mit allen Gebläsevarianten erhältlich, von 600 bis 2.000 Liter

[www.wanner-maschinenbau.de](http://www.wanner-maschinenbau.de)







4 Identifizierung geeigneter Parameter, mit simulierten Variationen

det werden. Nur wenn von Anfang an die Grundprinzipien beachtet werden, wird ein Einwachsen von holzerstörenden Schadpilzen unwahrscheinlich.

Die größte Herausforderung besteht dabei in der Positionierung der späteren Ausgänge, welche je nach gewünschter Erziehungsform in der Höhe variiert werden können. Auch hier kann es durch Fehlen oder Beschädigung bestimmter Triebe zu Problemen kommen. Zudem bereitet ein weiteres Phänomen Schwierigkeiten: oft wird in der Praxis beobachtet, dass gerade bei Jungreben nicht beide Leitbahnen gleichermaßen stark ausgebildet sind. So kann es sein, dass auf einer Seite sehr üppige Triebe gewachsen sind, auf der Gegenseite allerdings nur schwaches Holz ausgebildet wurde. In solchen Fällen wäre es wichtig, gezielt die schwächere Seite zu fordern, indem gerade hier die Fruchtrute angeschnitten wird. Auf

der stärkeren Seite wird in solchen Fällen lediglich ein Ersatzzapfen belassen. Dies bewirkt eine Stärkung der schwächeren Leitbahn und somit eine langfristigen Erhaltung der Dualität beider Leitbahnen. Je nach Wuchssituation der Junganlage kann dies bei etwa 0 bis 10 Prozent der Fall sein.

Wie beim Erhaltungsschnitt müssen auch beim Aufbauszenario Kompromisse hin genommen werden. Sollte beispielsweise eine Leitbahn gar nicht ausgetrieben sein, ergibt sich die Frage, ob der Stamm künftig nur einseitig gehalten werden soll; in diesem Fall wäre nochmals ein kompletter Rückschnitt des Rebstamms erforderlich, der dann im Folgejahr neu aufgebaut werden muss.

**Szenario 3: Umstellung von bestehenden Altanlagen** Die Umstellung von Altanlagen auf den Sanften Rebschnitt stellt die größte

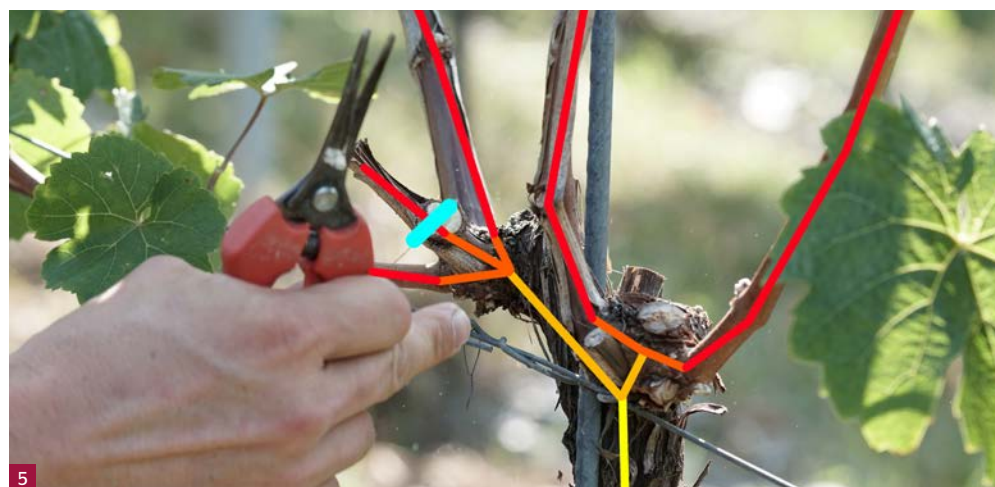
Herausforderung für den Praktiker dar. Der Erfolg hängt von der Wüchsigkeit der Anlage, aber auch von der Rebsorte ab. Aus triebsfreudige Sorten, wie beispielsweise die Burgundersorte Auxerrois lassen sich deutlich einfacher umstellen als etwa Müller-Thurgau. Da erst das klare Schema etabliert werden muss und es erfahrungsgemäß beim Großteil der Reben an geeigneten Trieben an den einschlägigen Positionen fehlt, gelingt die vollständige Umstellung mit zwei wundfreien Ausgängen im ersten Jahr nur in 5 bis 25 Prozent der Fälle. Häufiger, bei etwa 30 bis 60 Prozent der Reben, gelingt die Etablierung von wenigstens einem Ausgang. Bei etwa 5 bis 25 Prozent muss die Umstellung auf das nächste Jahr vertagt werden.

Beim Szenario 3 müssen die meisten Kompromisse in Kauf genommen werden. Die Umstellung als solche ist eher als Umstellungsprozess anzusehen und muss über mehrere Jahre praktiziert werden.

In schwerwiegenden Fällen kann die Umstellung jedoch auch durch einen Neuaufbau des Stammes erfolgen. Dabei wird im Umstellungsjahr ein Wasserschoss unmittelbar an der Veredlungsstelle belassen und aufgezogen. Mithilfe dieses Wasserschos ses wird ein neuer Stamm hochgezogen, bei dem direkt eine vollständige Umstellung auf den Sanften Rebschnitt erfolgen kann. In diesem Fall wäre das Schema aus Szenario 2 anzuwenden.

### TECHNISCHE UMSETZUNG

Für das Anlernen neuronaler Netze sind annotierte Daten in ihrer Qualität und Quantität von entscheidender Bedeutung. Zunächst werden die notwendigen Trainings- und Testdaten aufgenommen und dann mit Hilfe dieses Programms durch einen Experten annotiert. Der nächste Schritt besteht im Entwurf eines geeigneten, tiefen neuronalen Netzes zur semantischen Segmentierung. Dieses wird mit den annotierten Daten trainiert, um die Teile der Weinreben zu erkennen, die für die Entscheidung, wo geschnitten werden soll, relevant sind. Um in der Praxis zuverlässig einsetzbar zu sein, muss das zu entwickelnde System mit einer großen Variationsbreite verschiedenster Parameter, wie Beleuchtungsbedingung, Wettereinflüssen, Betrachtungswinkeln und -abständen, Wuchsformen, Rebsorten oder Alter der Weinreben zurecht kommen können.



5 Wie schneiden? – die regelbasierte Auswertung der semantisch segmentierten Bilder, durch die Datenbrille sichtbar, gibt Auskunft

Da realistischer Weise nicht für alle Kombinationen Bilder für das Training der neuronalen Netze aufgenommen werden können, sollen möglichst viele relevante Parameter synthetisch durch Mittel der Bildverarbeitung variiert werden. Zuerst werden geeignete Parameter identifiziert, deren Variation mit technischen Mitteln (wie Rotation, Spiegelung, Simulation von Sensorrauschen) simuliert werden kann (Abb. 4).

Auf dieser Grundlage kann eine Trainingspipeline für neuronale Netze erstellt werden. Anschließend werden Netzdesigns für die semantische Segmentierung entworfen, implementiert und getestet. Wenn der Sanfte Rebschnitt in wenigen einfachen Regeln darstellbar ist, so kann die Implementierung als regelbasierte Auswertung der semantisch segmentierten Bilder erfolgen (Abb. 5).

Sollte eine solche regelbasierte Lösung nicht möglich sein, so können Methoden des maschinellen Lernens genutzt werden, um die Erzeugung von Schnittvorschlägen anzulernen. Mittels Augmented Reality können die generierten Schnittvorschläge und

erkannten Bestandteile der Pflanze - gegebenenfalls ergänzt durch zusätzliche Informationen - als überlagerte Darstellung in der Datenbrille des Nutzers angezeigt werden. Dazu ist ein Tracking des jeweiligen Weinstocks erforderlich, um die Bewegung der Person zu kompensieren und die Informationen an der richtigen Stelle einblenden zu können. Außerdem müssen die entsprechenden Visualisierungen entworfen und implementiert werden.

Ein weiterer wichtiger Schritt ist die Optimierung des Energiebedarfs. Dies ist für einen mobilen Einsatz essenziell. Primärer Treiber des Energiebedarfs ist dabei das neuronale Netz. Daher muss ihm besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Das Hauptaugenmerk liegt hierbei auf der Optimierung des Netzes für die mobile Zielplattform.

Als letzter Schritt soll die Leistung der entwickelten Lösung evaluiert werden. Die Leistung des neuronalen Netzes kann dabei durch einen dafür reservierten Teil der annotierten Daten im Labor überprüft werden. Für die Bewertung des Gesamtsystems

ist hingegen eine Evaluation unter Feldbedingungen erforderlich.

## WEINBAU 4.0

Der wundarme Sanfte Rebschnitt ist eine Entwicklung, die ökologische und ökonomische Vorzüge verbindet und den Folgen des Klimawandels effizient begegnet. Wenn diese Methode von ungelernem Personal fachgerecht angewendet werden könnte, würden die Bewirtschaftungskosten im Weinberg signifikant gesenkt werden und die langfristige Entwicklung sichergestellt werden.

Dies soll durch KIR möglich werden: Personal wird mit einer Datenbrille ausgestattet, die ohne Einschränkung der Bewegungsfreiheit jeden Rebstock aus der Sicht des Trägers aufnimmt, mittels KI analysiert und Vorschläge für die anzubringenden Schnitte in das Sichtfeld projiziert.

Einsatzfeld ist der Sanfte Rebschnitt in Steillagen, bei dem die ökologischen und ökonomischen Vorzüge sowie die fachliche Innovation am größten sind - das ist angewandter Weinbau 4.0. ◀



## LAUBHEFTER

GLEICHZEITIGES WIPFELN SPART EINEN WEITEREN ARBEITSGANG

Schonendes Aufrichten der Triebe  
Arbeitet bei allen Pfahlarten  
Arbeitet mit bestehendem Drahtpaar  
Vier verschiedene Arten von Heftklammern

## ENTLAUBER

QUALITÄT WIE VON HAND

Drei verschiedene Modelle  
Hohe Arbeitsgeschwindigkeit  
Für alle Weinberge geeignet  
Automatische Erkennung der Laubwand

UNSER ANTRIEB IST DIE NATUR

 [www.pellenc.com/de](http://www.pellenc.com/de)

**PELLENC**