

## **Fazit aus dem zweiten Jahr MonESCA: Was wurde entwickelt und welche Ergebnisse wurden im zweiten Versuchsjahr erzielt?**

### **Projektziel**

Im Rahmen von MonESCA wird der Esca-Komplex im Weinbau mit Hilfe von Drohnen-gestützten Sensoren systematisch erfasst. Dabei soll ein Monitoringsystem entstehen, um jedes Jahr die räumliche Ausbreitung, die Änderung zwischen verschiedenen Jahren und die Auswirkungen von Wetterverhältnissen, Rebsorte und Alter der Pflanze sowie die ökonomische Relevanz von Esca erfasst werden. Weiterhin werden die Resect Methode sowie der sanfte Rebschnitt als potentielle Maßnahmen zur Reduzierung des ökonomischen Schadens durch Esca in Feldversuchen getestet.

### **Umfrage zu Esca**

Die Umfrage, die zu Beginn 2020 in Luxemburg sowie angrenzenden Gebieten von Sonja Kanthak (IBLA) durchgeführt wurde, wurde in der Zeitschrift „Die Winzer-Zeitschrift“ veröffentlicht und kann unter dem Link auf der Seite der Kurzbeschreibung aufgerufen werden. Die hohe Relevanz von Esca für die Winzer, sowie der Bedarf nach Handlungsempfehlungen und Weiterbildung wird hierbei deutlich.

### **Vorgehensweise und Ergebnisse aus dem Jahr 2020**

In der Saison 2020 wurden analog zu 2019 zahlreiche Drohnenflüge und Bildaufnahmen mit der Hyperspektralkamera (Headwall Nano) sowie mit der Thermalkamera (TEAX) durchgeführt und Boniturdaten am Boden erhoben. Da Esca an Einzelstöcken und nicht in flächenhaften Mustern auftritt, ist die genaue räumliche Verortung (geometrische Genauigkeit) besonders wichtig. Andernfalls können die Reben nicht eindeutig den Bonituren und den Fernerkundungsdaten zugeordnet werden. Hinzu kommt die Einbeziehung der Erziehungsform, da diese ebenfalls für die räumliche Verortung wichtig ist. Abbildung 1 zeigt hier das Resultat, das Grundlage dafür ist, um jede Rebe mit den Spektral-Informationen zu verknüpfen. Jeder Rebstamm wird von einem Kreis bzw. aufgrund der Erziehungsform hier von einem Halbkreis umgeben (Radius 75cm), in dem die entsprechende Laubwand liegt. Dieser Schritt muss für alle Daten durchgeführt werden und ist essenziell, um gute Ergebnisse zu erzielen.



Abbildung 1: Darstellung der Reben mit halbkreisförmiger Maske der Laubwand, um die räumliche Verortung sowie die Erziehungsform zu berücksichtigen

Es erfolgten weitere Vorverarbeitungsschritte. Dazu gehört die Ausmaskierung des Hintergrunds mit Hilfe einer Klassifikation nach Boden, Gras/Kraut, Schatten und Rebe/Laubwand sowie eine Klassifikation der Höhe, die aus 3D Modellen gewonnen wurde.

Basierend auf diesen maskierten Daten der Laubwand werden verschiedene statistische Kennzahlen für die Hyperspektraldaten (Headwall Nano) berechnet. Insbesondere wurden dabei die Spektren in helle, mittlere und dunkle Daten unterteilt, um Schatteneffekte zu reduzieren und die maximale Information aus den sonnenbeschienenen Blättern zu erhalten. Zusätzlich wurden verschiedene Vegetationsindizes berechnet, die bestimmte Merkmale wie Chlorophyllgehalt oder Blattmasse besser repräsentieren als die unverarbeiteten Daten. Die Daten wurden anschließend mit Hilfe eines *Machine Learning* Algorithmus klassifiziert.

Die erhobenen Thermaldaten aller Standorte wurden prozessiert, georeferenziert und ebenfalls ausmaskiert. Um eine Vergleichbarkeit der über die Saison, als auch zwischen den Jahren erhobenen Daten herstellen zu können, wurde eine Normalisierung vorgenommen. Dabei wird von der durch die Kamera detektierten Temperatur die Lufttemperatur zum Zeitpunkt des Fluges in 2 Metern Höhe subtrahiert. Dies minimiert den Einfluss der bis zu 20 °C Lufttemperaturdifferenz zwischen den Aufnahmezeitpunkten (Abb. 2).

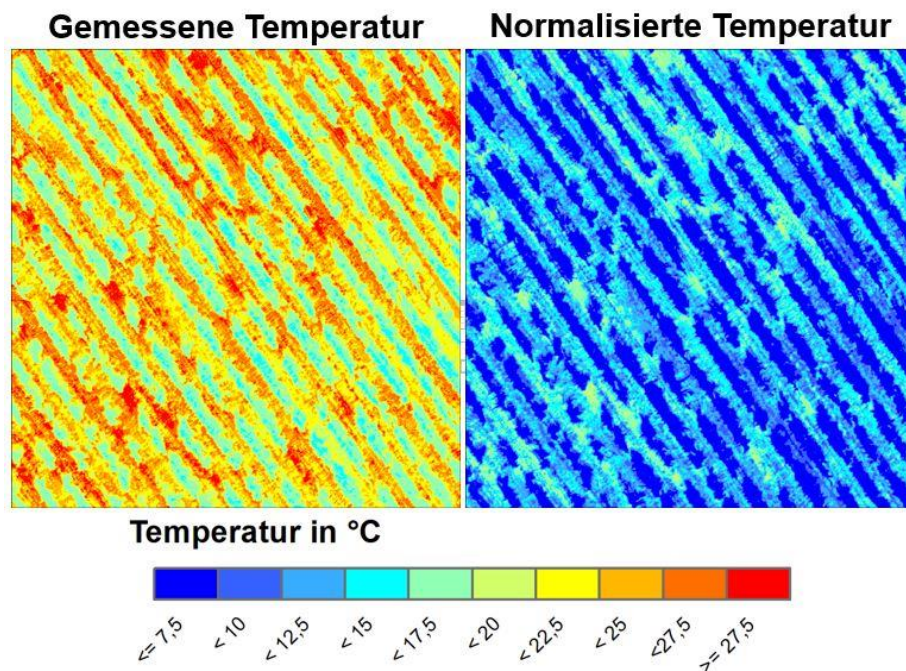


Abbildung 2: Gemessene Temperatur (links) und normalisierte Temperatur (rechts) des gleichen Ausschnittes am Beispiel eines Datensatzes vom Juni 2020 in Remich

Da die Befliegung großer Flächen zeitintensiv ist, sind ein Wechsel der Bewölkung und somit Temperatur während der Datenerhebung möglich. Um solche Effekte zu berücksichtigen basierte die statistische Auswertung auf Focal Statistics. Diese iterieren mit einem „Moving Window“ durch den Datensatz und berechnen lokale statistische Größen. Auf den lokalen Werten der 5 % und 95 % Perzentile als Repräsentanten für Minima und Maxima beruht auch die Berechnung des *Crop Water Stress Index (CWSI)*, um weitere Aussagen über die Pflanzengesundheit treffen zu können (Abb. 3). Die Statistiken als auch der CWSI fließen ebenfalls in die *Machine Learning* gestützte Auswertung ein.

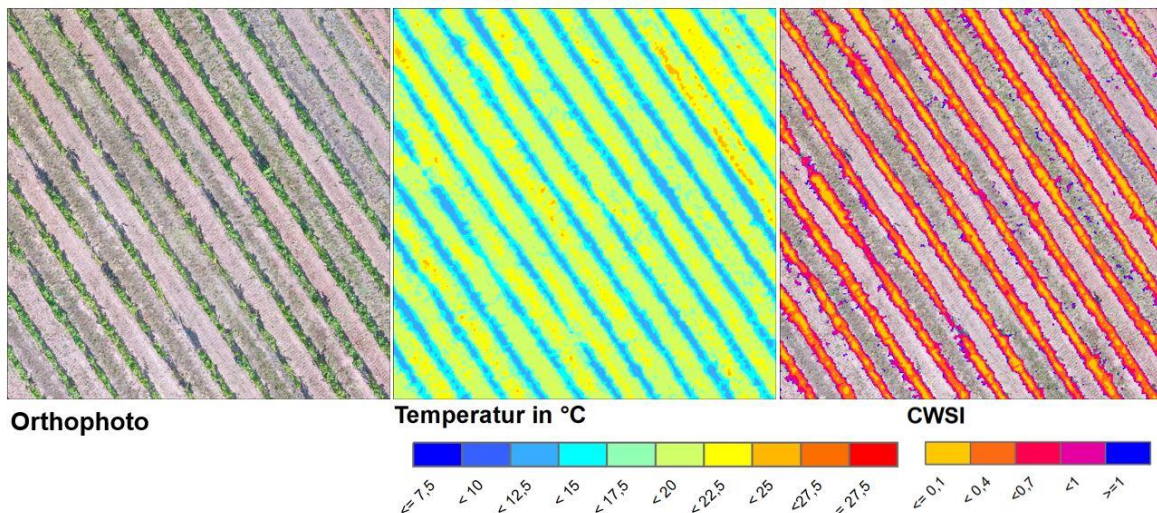


Abbildung 3: Darstellung von Orthofoto (links), Temperatur (mitte) und CWSI (rechts) am Beispiel eines Datensatzes vom September 2020 in Remich.

Parallel zu den Flügen fanden Bonituren am Boden statt. Die im Jahr 2019 entwickelte Bonitur-App wurde in der Saison 2020 weiterhin zur Datenerhebung von Validierungsdaten eingesetzt. Dabei wurde, neben der reinen Datenerhebung, großer Wert auf die Verbesserung der Stabilität und Leistungsfähigkeit sowie die Nutzerfreundlichkeit des Gesamtsystems gesetzt.

Zur Leistungsfähigkeit zählt unter anderem die Umsetzung der Möglichkeit, dass mehrere Nutzer gleichzeitig am selben Datensatz arbeiten können. Dies führt zu einer Steigerung der Effizienz bei den Geländearbeiten. Des Weiteren wurden einige Sicherheitsvorkehrungen umgesetzt, welche den Verlust von Datenpaketen bei der Online-Synchronisierung ausschließen.

Zur Steigerung der Nutzerfreundlichkeit wurden Anfragen aus den Erfahrungen der Anwender umgesetzt. Ein Beispiel ist die Möglichkeit, die unterschiedlichen Bewertungsklassen farblich zu kodieren und die bereits bewerteten Reben in der jeweiligen Farbe darzustellen (Abb. 4). Außerdem können die Bewertungsklassen so sortiert werden, dass häufig genutzte Klassen weiter oben stehen und leichter zugänglich sind.

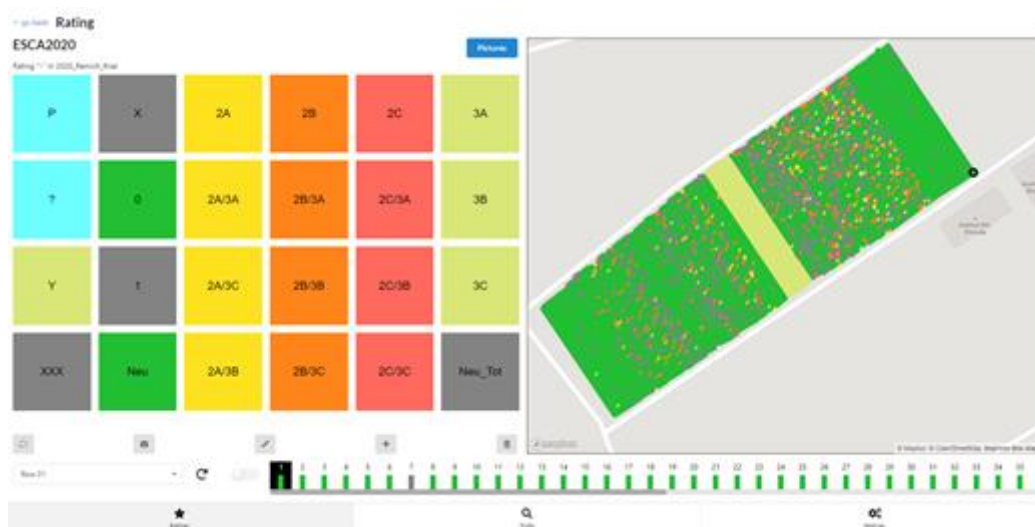


Abbildung 4: Überarbeitetes User-Interface mit vereinfachter Klassensortierung und Farbkodierung, sowie Einfärbung der bereits bonitierten Reben (G. Rock, Luxsense).



Neue Funktionen wurden implementiert, die Bonitur-App noch besser auf die gegebene Fragestellung anzupassen (Abb. 5). Dazu gehören die Möglichkeit zu jedem Individuum (Rebe) ein Kommentar oder ein Foto zu speichern sowie die Position anzupassen.



Abbildung 5: Neue Funktionen (v.l.n.r.): Kommentar eingeben, Foto aufnehmen, Position des Individuums anpassen, Individuum hinzufügen, Individuum löschen (G. Rock, Luxsense).

Im Jahr 2020 wurden zwei Freilandversuche (i) zur Reset-Methode und (ii) zur Terminierung der Nachpflanzung Esca-bedingter Fehlstöcke jeweils mit unterschiedlichen Rebsorten angelegt. Da die Reset-Methode ein mehrjähriges Verfahren ist, erfolgen in 2021 und 2022 detaillierte Versuchsauswertungen, um allgemeine Aussagen abzuleiten. Ergänzt wird der Exaktversuch am IVV durch Demoversuche auf den Flächen der Privatwinzer. Hinsichtlich des Pflanztermins zeigte sich, dass im Winter gepflanzte Reben einen Entwicklungsvorsprung im Frühjahr haben, welchen sie im Laufe der Vegetationsperiode beibehalten. Auch hier sollen weitere Untersuchungen in den Folgejahren zeigen, welche Empfehlungen für die Praxis abgeleitet werden können.

In einer Einzelstock-genauen Ertragserfassung an ca. 200 Riesling-Reben im Jahr 2020 zeigte sich, dass ein Esca-Befall den Ertrag deutlich reduziert. So zeigten Reben mit starkem Blattbefall ein um 64% niedrigeren Ertrag als symptomfreie Reben. Ein starker Traubenbefall reduzierte den Ertrag sogar um 87%. Interessanterweise waren die Mostgewichtseinbußen durch den Esca-Befall zumeist jedoch nur gering.

Aus anderen Projekten (BioVIM, Zusammenarbeit zwischen Institut Viti-Vinicole-IVV und LIST) standen zusätzlich zu den Daten von 2019 und 2020 Befallsbonituren von den zwei vorangegangenen Jahren für die Versuchsflächen des IVV in Remich zur Verfügung. Diese wurden analysiert, um die räumliche Ausbreitung und zeitliche Veränderung analysieren zu können. Tabelle 1 gibt hierbei zunächst eine Übersicht darüber, wie viele Reben nicht-symptomatisch (Ertragsstock), symptomatisch (Esca) und Fehlstöcke (vermutlich in erster Linie aufgrund einer Esca-Erkrankung) sind. Daraus lässt sich direkt erkennen, dass Esca für diese Testfläche eine hohe wirtschaftliche Bedeutung hat und von Jahr zu Jahr die Zahl der Ertragsstöcke abnimmt.

Table 1: Ertrags, Esca- und Fehlstöcke für die Jahre 2017 bis 2020 der Versuchsfläche am IVV in Remich.

|                |              | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|----------------|--------------|------|------|------|------|
|                | Ertragsstock | 84%  | 79%  | 74%  | 72%  |
| <b>1 2 3 4</b> | Esca         | 5%   | 4%   | 7%   | 9%   |
| <b>X</b>       | Fehlstock    | 14%  | 17%  | 19%  | 19%  |

Im nächsten Schritt wurde analysiert, ob die in einem Jahr symptomatischen Reben im Folgejahr auch als symptomatisch bonitiert wurden oder ob diese Reben dann auch wieder symptomfrei sein können.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 dargestellt. Die Prozentangaben sind hier jeweils relativ von Spalte 2 zu Spalte 1 zu verstehen.

Tabelle 2: Effekte des Vorjahresbefalls auf den Befall im aktuellen Jahr (Mittel von 2018 bis 2020). 0 = symptomfrei, 1 = Escasymptomatisch, schwarz = Fehlstock.

| mittel |   |       |       |       |       | davon |
|--------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0      | 0 | 5360  | 71.8% |       |       | 92.6% |
| 0      | 1 | 329.3 | 4.4%  |       |       | 5.7%  |
| 0      |   | 98    | 1.3%  | 5788  | 77.6% | 1.7%  |
| 1      | 0 | 209   | 2.8%  |       |       | 50.1% |
| 1      | 1 | 132.3 | 1.8%  |       |       | 32.0% |
| 1      |   | 76.33 | 1.0%  | 417.7 | 5.6%  | 18.0% |
|        | 0 | 22.33 | 0.3%  |       |       | 1.8%  |
|        | 1 | 2     | 0.0%  |       |       | 0.2%  |
|        |   | 1233  | 16.5% | 1258  | 16.9% | 98.1% |

Es lässt sich erkennen, dass ca. die Hälfte (50.1%) der symptomatischen Stöcke im Folgejahr wieder frei von Symptomen war, 32% wieder Symptome zeigten und 18% abgestorben waren. Besonders die erste Zahl ist durchaus bemerkenswert und führt zu der Frage, wann ein symptomatischer Stock entnommen werden sollte. Somit stellt sich direkt der Bedarf für ein jährliches Monitoring, um die Zahl der jährlich wechselnden symptomatischen Reben genauer zu ermitteln und die Gründe dafür zu verstehen.

### Dashboard/Webtool

Für die Projektpartner wurde ein web-basiertes Informationssystem (Abb. 6) entwickelt. Hier können verschiedene Daten der Befliegungen und Bonitur auf einer einfachen Kartenanwendung im Browser visualisiert werden. Weiterhin wird eine Benutzerverwaltung entwickelt, so dass nur Standorte mit entsprechenden Rechten eingesehen werden können. Die Daten werden fortlaufend aktualisiert.

Des Weiteren wurde innerhalb des Informationssystems eine Dashboard Anwendung (Abb. 7) entwickelt. Hier stehen die wichtigsten Klimaparameter für die Standorte und ein Vergleichswerkzeug bereit. Es soll dazu dienen, verschiedene Zeitpunkte der Befliegungsdaten innerhalb einer Vegetationsperiode miteinander vergleichen zu können.

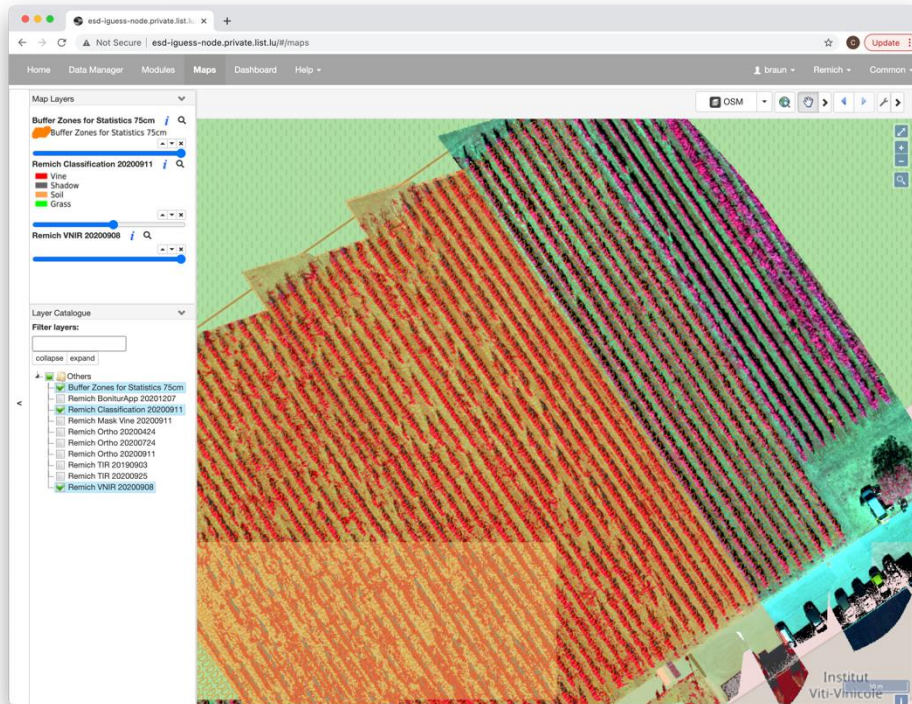


Abbildung 6: Web-basiertes Informationssystem

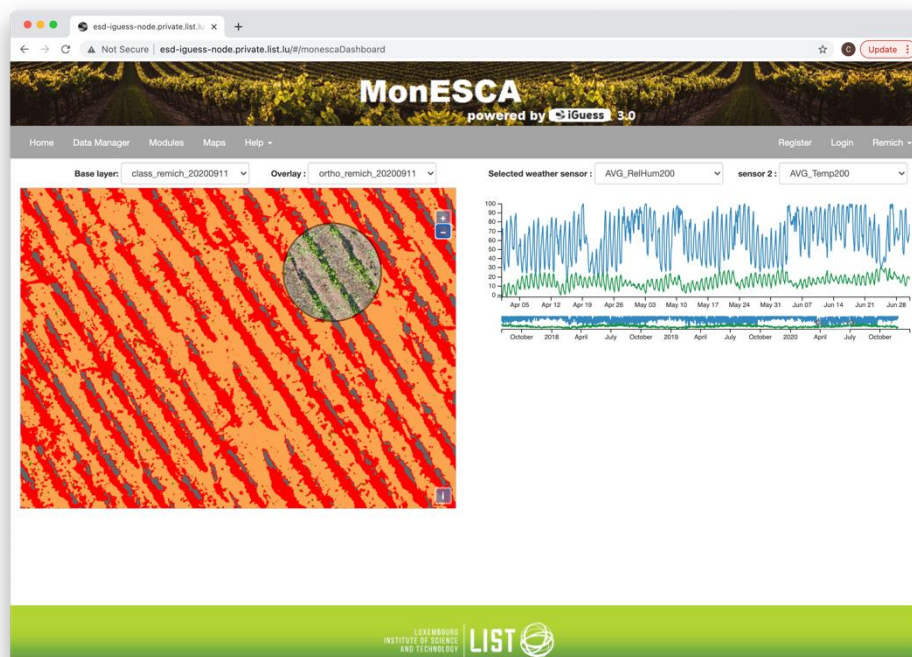


Abbildung 7: Dashboard mit Overlay Funktionalität und Zeitreihen der Klimaparameter

Weiterbildung

Im Rahmen des Projektes wurde eine Weiterbildung zum sanften Rebschnitt angeboten. Die Methode des sanften Rebschnitts kann der Verbreitung von Esca vorbeugen. Die Nachfrage war sehr groß und der Kurs innerhalb von 24 Stunden ausgebucht, so dass ein weiterer Termin angeboten wurde.



### **Danksagung**

Wir möchten uns herzlich für die Finanzierung durch das Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et du Développement rural, Luxemburg und insbesondere für die Unterstützung durch das IVV bedanken. Zudem gilt unser besonderer Dank den Winzern für die Teilnahme am MonESCA Projekt.