

## Oenotrace: Vom Weinberg in die Flasche – Rückverfolgung nachhaltiger Praktiken im Weinbau bei voller Transparenz

Andreas Heiß<sup>1</sup> und Dimitrios S. Paraforos<sup>1</sup>

**Abstract:** Signifikante Umweltauswirkungen des Weinbaus in Verbindung mit einem gesteigerten Interesse von Konsumenten an transparenten Ökobilanzen sind eine besondere Herausforderung für die europäischen Weinerzeuger. Oenotrace zielt auf die Entwicklung digitaler Werkzeuge und intelligenter Algorithmen für eine automatische Rückverfolgung nachhaltiger Praktiken im Weinbau ab. Nach der Identifikation von Nachhaltigkeitsindikatoren sollen Modelle entwickelt und validiert werden, mit denen Stoffflüsse auf dem Weinberg quantifiziert und Precision Viticulture Praktiken umgesetzt werden können. Verwendete Inputs wie Diesel oder Pflanzenschutzmittel werden mit automatisch generierten Maschinendaten quantifiziert. Für einen konkreten Anwendungsfall wird ein modellhaftes IoT-Netzwerk aufgebaut, um einzelne Schritte der Weinwertschöpfungskette zurückzuverfolgen. Eine Datenplattform wird alle Datenströme und Algorithmen integrieren, um schließlich Informationen über die Nachhaltigkeit der Primärproduktion bereitzustellen. Disseminations- und Transferaktivitäten im Projekt werden für einen ständigen Austausch mit weinbaulicher Praxis sowie Politik und Beratung sorgen. Langfristig sollen die Ergebnisse zur Verbesserung der betrieblichen und ökologischen Leistung der Weinbaubetriebe genutzt sowie auf andere Kulturen übertragen werden können.

**Keywords:** Wertschöpfungskette Wein, Transparenz, Nachhaltigkeit, Digitaler Anbaupass, Multi-Source-Daten

### 1 Einleitung

Die europäischen Winzerinnen und Winzer sind einem zunehmenden Wettbewerbsdruck sowie Unsicherheiten durch sich ändernde klimatische Bedingungen ausgesetzt. Aufgrund einer hohen Intensität ist der Anbau sowohl von ökologischem als auch von konventionellem Wein gleichzeitig mit einem signifikanten ökologischen Fußabdruck verbunden. Weinkonsumenten fordern mehr Transparenz hinsichtlich der Umweltleistung des Produkts und sind bereit, diese auch zu vergüten [Ba21]. Digitale Rückverfolgbarkeitslösungen für die Weinwertschöpfungskette haben den umweltrelevanten Prozessen im Weinberg selbst bisher wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Dies betrifft insbesondere die Effekte der Bewirtschaftung sowie den damit verbundenen Verbrauch von Wasser, Energie und Chemikalien. Signifikante Treibhausgasemissionen entstehen bei Wein in der Primärproduktion unter Einsatz verschiedener Inputs [ZR19; Na17]. Bisherige Ökobilanzansätze stützen sich meist auf

---

<sup>1</sup> Hochschule Geisenheim University, Institut für Technik, Von-Lade-Straße 1, 65366 Geisenheim,  
Korrespondenz: andreas.heiss@hs-gm.de

tabellarische Werte, was im Anbau jedoch unzureichend ist, da die hier stattfindenden Stoffströme ungleich komplexer sind als an anderen Stellen der Wertschöpfungskette.

Das übergeordnete Ziel des europäischen Oenotrace-Projektkonsortiums ist es, einen ganzheitlichen digitalen Ansatz zur vollständigen Transparenz nachhaltiger Anbaupraktiken im Weinbau zu entwickeln und so deren breite Implementierung zu fördern. Dabei werden mehrere wissenschaftlich-technische Ziele verfolgt:

- Einsatz von Wachstumsmodellen und Sensoren zum Monitoring von umweltrelevanten Prozessen im Weinberg
- Einsatz moderner, digital vernetzter Agrartechnik zur Umsetzung von Precision Viticulture Praktiken und zur Nutzung von Maschinendaten
- Entwicklung einer Datenplattform, um die Daten eines IoT-Netzwerks zu aggregieren, relevante Modelle und Algorithmen einzubinden und Schnittstellen für den Informationsaustausch zwischen verschiedenen Akteuren bereitzustellen

## 2 Methodischer Ansatz

Im Vorhaben soll ein integriertes System implementiert werden, welches in Abbildung 1 schematisch dargestellt ist. Die drei wesentliche Schichten bestehen aus: (1) Dem IoT Netzwerk, welches eine automatisierte Erfassung relevanter Daten entlang der Wertschöpfungskette ermöglicht, (2) einer zentralen, web-basierten Datenplattform, die alle Datenströme aggregiert, relevante Modelle und Algorithmen integriert sowie Schnittstellen zum Austausch von Informationen mit unterschiedlichen Stakeholdern beinhaltet, (3) dem Stakeholderengagement, welches zur Spezifikation von Anforderungen dient und eine hohe praktische Relevanz des Ansatzes gewährleisten soll. Um diese Systemarchitektur zu realisieren, mit allen Teilsystemen wissenschaftlich zu evaluieren und schließlich die erzielten Ergebnisse an relevante Stakeholder zu transferieren, wurden sechs Arbeitspakete (AP) definiert:

AP 1: Identifikation einer Wertschöpfungskette für nachhaltig erzeugten Wein: Analyse der Weinerzeugungs- und Vermarktungsketten sowie relevanter Nachhaltigkeitskriterien unter aktiver Beteiligung von relevanten Stakeholdern in Workshops und Expertengesprächen. Entwurf eines digitalen Anbaupasses und eines Anwendungsfalls, sowie Identifikation notwendiger Datenquellen.

AP 2: Aufbau eines IoT Netzwerks und einer Datenplattform: Installation von notwendigen Sensoren zur Rückverfolgbarkeit an neuralgischen Punkten entlang des Anwendungsfalls unter Berücksichtigung von Interoperabilitätsmechanismen. Aufbau einer web-basierten Datenplattform zur Datenintegration, Integration von Modellen, Algorithmen und Schnittstellen zum Datenaustausch sowie zur Bereitstellung von Informationen z.B. über den digitalen Anbaupass.

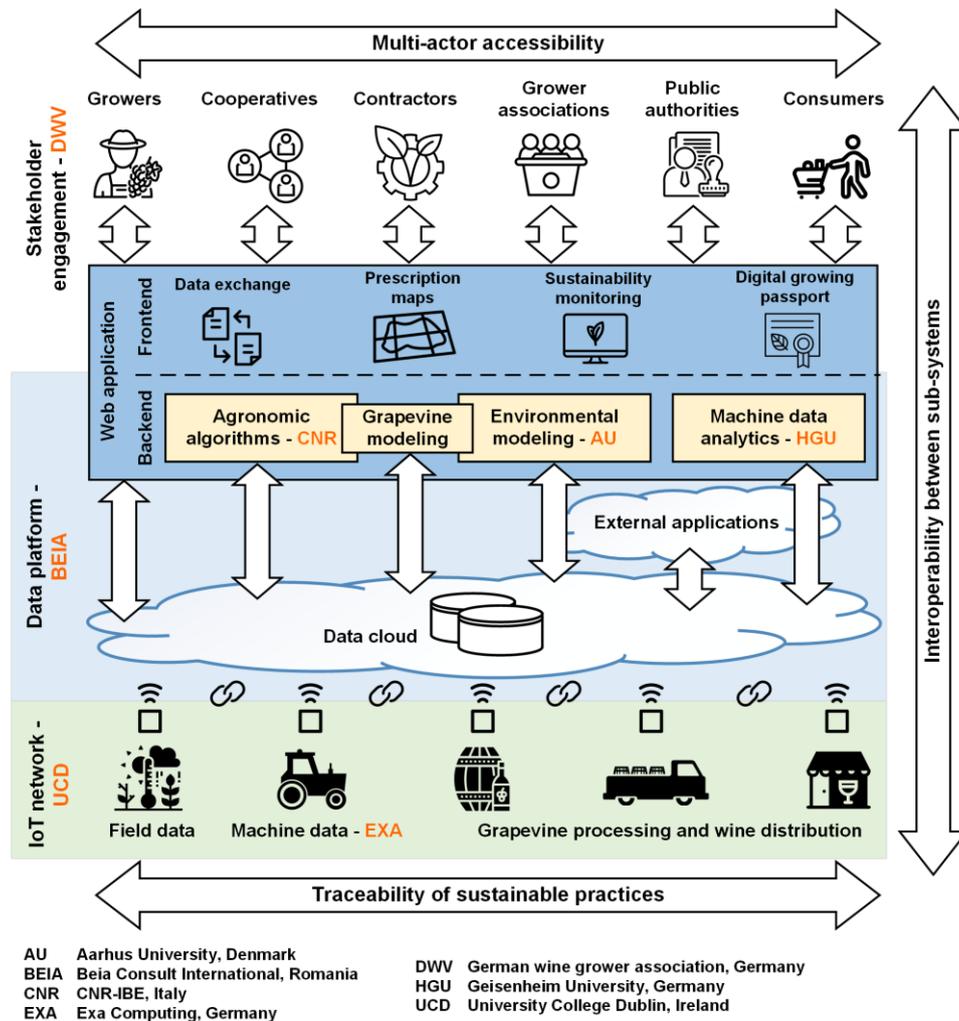


Abbildung 1: Konzeptionelle Struktur und Informationsfluss für das Oenotrace-Projekt.

AP 3: Datenerfassung aus multiplen Quellen: Erfassung relevanter Daten in Versuchsweinbergen, z.B. Umwelt-Daten und Nah-/ Fernerkundungsdaten für agronomische Algorithmen sowie Pflanzen -und Umweltmodelle, Maschinendaten für Maschinendaten-Analysen und schließlich relevante Daten in der Weiterverarbeitung und Weinvermarktung

AP 4: Agronomische Algorithmen und Modellierung: Entwicklung von Modellen zur Bestimmung physiologischer Prozesse und räumlicher Variabilität sowie zur

Ableitung der Umweltwirkung im Weinbau und agronomischer Algorithmen für Precision Viticulture Praktiken wie teilflächenspezifischen Pflanzenschutz.

AP 5: Systemintegration, Validierung und Evaluation: Technische Integration sowie systematische Evaluierung und Verbesserung aller Teilsysteme für den definierten Anwendungsfall. Validierung der Pflanzen- und Umweltmodelle sowie agronomischen Algorithmen für Precision Viticulture im Rahmen von Feldversuchen in Italien und Deutschland.

AP 6: Koordination sowie Disseminations- und Transferaktivitäten: Organisatorisches, finanzielles und wissenschaftliches Management sowie Veröffentlichung und Kommunikation der Ergebnisse über verschiedene Kanäle und an unterschiedliche relevante Stakeholder aus Politik, Beratung und weinbaulicher Praxis.

### 3 Erwartete Ergebnisse und Auswirkungen

Oenotrace wird vernetzte digitale Lösungen entwickeln, mit denen Weinerzeuger ihre betriebliche und ökologische Leistung verbessern und gleichzeitig die Nachfrage der Konsumentinnen und Konsumenten nach einer besser rückverfolgbaren und transparenteren Weinwertschöpfungskette befriedigen können. Dies wird auch den Wissenstransfer und somit die Sensibilisierung für die Umweltleistung der Primärerzeugung von Lebensmitteln und ein nachhaltigeres Einkaufsverhalten ermöglichen. Langfristig könnten die Ergebnisse auf andere Kulturen übertragen werden und zur Entwicklung neuer, datengesteuerter Anreiz- und Belohnungssysteme oder gezielterer Subventionsprogramme führen.

Das Vorhaben wird gefördert über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Förderkennzeichen 2823ERA23H. Projektdauer vom 01.06.2023 bis 31.05.2026. Beteiligte Projektpartner: Hochschule Geisenheim (Gesamtkoordination), Aarhus University (Dänemark), University College Dublin (Irland), BEIA Consult International (Rumänien), National Research Council of Italy, Institute of Bioeconomy (CNR-IBE, Italien), EXA Computing GmbH (Deutschland), Deutscher Weinbauverband e.V. (Deutschland).

#### Literaturverzeichnis

- [Ba21] Baiano, A.: An overview on sustainability in the wine production chain. *Beverages* 7, 15, 2021.
- [Na17] Navarro, A.; Puig, R.; Kılıç, E.; Penavayre, S.; Fullana-i-Palmer, P.: Eco-innovation and benchmarking of carbon footprint data for vineyards and wineries in Spain and France. *Journal of Cleaner Production* 142, pp. 1661–1671, 2017.
- [ZR19] Zhang, C.; Rosentrater, K.A.: Estimating Economic and Environmental Impacts of Red-Wine-Making Processes in the USA. *Fermentation* 5, 77, 2019.