

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ (KI) IM WEINBAU

Künstliche Intelligenz, KI oder aus dem Englischen Artificial Intelligence – AI, ist ein aktuelles Thema, das uns auf Schritt und Tritt immer wieder begegnet. Auch vor der Landwirtschaft und im Weinbau macht dieses Thema nicht halt. Doch bevor wird uns damit befassen, wie dieses Thema den Weinbau zukünftig beeinflussen könnte und auch bereits schon beeinflusst, unternehmen wir zunächst einen kleinen Exkurs und versuchen zu verstehen was KI überhaupt ist und wie sie funktioniert.

Was ist KI?

Künstliche Intelligenz bezeichnet die Fähigkeit von Maschinen, menschliche kognitive Fähigkeiten wie Lernen, logisches Denken, Problemlösungen und Musterkennungen eigenständig nachzuahmen. Technologisches Herzstück einer KI sind neuronale Netze, die vom menschlichen Gehirn inspiriert sind. Man kann sich ein neuronales Netz als sehr viele kleine Recheneinheiten vorstellen, die auf unterschiedlichen Ebenen miteinander verbunden sind. Von diesen Recheneinheiten existieren Milliarden in einem Netz wie z. B. ChatGPT. In einem LLM (Large Language Model) wird dieses Netz zunächst mit riesigen Textmengen trainiert; hunderte Millionen Texte inklusive der kompletten Wikipedia. Dabei versteht das LLM diese Texte nicht wie ein Mensch, sondern erkennt Muster, Strukturen und Abhängigkeiten. Auf Basis dieser Muster werden Wahrscheinlichkeiten berechnet welches Wort (oder Wortteil) mit der besten Wahrscheinlichkeit als nächstes in eine Satzstruktur passt. Die Grundlagen dieser Methodik sind schon seit mehr als 50 Jahren bekannt. Doch erst durch die heute möglichen hohen Rechenleistungen kann man diese Methode mit Milliarden von Neuronen nutzen und damit funktioniert es plötzlich erstaunlich gut.

Jetzt können wir auch den Wortsinn von ChatGPT erkennen: Das GPT steht für „Generated Pre-trained Transformer“. Generativ bedeutet selbstständig Texte erzeugen zu können. Pre-trained bedeutet mit riesigen Mengen von Textdaten trainiert. Transformer ist die Technologie, die Sätze in ihrem logischen Zusammenhang analysiert. Chat bedeutet, dass das Modell für kommunikative Aufgaben optimiert ist.

Konkret: Der KI wird eine Frage gestellt (ein sogenanntes Prompt). Die Eingabe wird in Tokens, das können Wörter, Wortteile oder auch Satzzeichen sein, zerlegt. Durch die in den letzten Jahren (seit 2017) entwickelte Transformer-Architektur werden die Wörter bzw. Tokens nicht mehr einzeln betrachtet, sondern der gesamte Kontext des Satzes wird analysiert. Jedes Token enthält dabei zusätzliche Informationen über seine Position innerhalb des Satzes. Der Self-Attention-Mechanismus erlaubt es dem Modell, alle Beziehungen zwischen allen Wörtern gleichzeitig zu berechnen. Dieser Mechanismus kann auch mehrfach unter verschiedenen Blickwinkeln ablaufen (Grammatik, zeitliche Zusammenhänge, Textstimmung usw.) Dadurch kann das LLM Sätze richtig deuten (z. B. die Bedeutung des Wortes Bank in einem Kontext mit Geld oder Garten). Das Modell berechnet nun welches Wort der Eingabe am wahrscheinlichsten folgen könnte. Dieser Vorgang wird nun Wort für Wort wiederholt.

Seit dem ersten Erscheinen von ChatGPT haben sich die Fähigkeiten dieser Technologie dramatisch verbessert. Konnte ChatGPT am Anfang nur mit dem antrainierten Wissen arbeiten, so sind die Systeme heute in der Lage selbstständig im Internet zu recherchieren und damit auch aktuelle Informationen anzuwenden. Auch die sog. Halluzinationen wurden vermindert. Das System kann unter bestimmten Bedingungen halluzinieren, weil die Fortsetzung eines Textes immer über Wahrscheinlichkeiten berechnet wird. Wenn das Ergebnis dann plausibel klingt, wird es ausgegeben, auch wenn es falsch ist. Dem wird inzwischen über RAG (Retrieval Augmented Generation) begegnet. Hierbei kann sich das System selbstständig korrigieren, indem es seine Antworten nochmals gegen Datenbanken oder Webseiten prüft.

Ein weiterer Fortschritt ist seit 2024 das Reasoning. Die KI „denkt“ zunächst nach, bevor sie mit der eigentlichen Recherche beginnt. Sie stellt einen Rechercheplan auf, Zwischenschritte werden eingebaut, und dieser Rechercheplan wird dem Benutzer zur Verfügung gestellt, mit der Frage „Soll ich das wirklich so machen?“

Wer die Entwicklungen beobachtet, wird erkennen, dass sich in diesen Technologien zur Zeit sehr viel bewegt.

Auch bei der Bilderkennung, der Analyse von Bildern wird ähnlich vorgegangen. Hier wird das neuronale Netz mit einer Vielzahl von Bildern trainiert. Diese Bilder werden dabei auch auf verschiedenen neuronalen Ebenen untersucht: vom Erkennen von groben Rastern bis hin zum Erkennen von kleinen Details (z. B. dreieckige Katzenohren). Dabei lernt das System auch hier Zusammenhänge, Muster, Abhängigkeiten usw. Nach dem Training mit riesigen Bilder-mengen ist es dann in der Lage – ähnlich wie in einem LLM – eine Vorhersage zu treffen, was auf dem Bild mit größter Wahrscheinlichkeit erkannt wurde.

Nach diesem kleinen Exkurs zum Thema Künstliche Intelligenz wenden wir uns nun der Betrachtung zu, wie diese Technologien ein Arbeitsgebiet wie den Weinbau unterstützen können.

KI im Weinbau

Innerhalb der Wertschöpfungskette eines klassischen Weinguts können wir drei Bereiche erkennen:

- Weinberg,
- Kellerwirtschaft,
- Marketing & Vertrieb,

die die wesentlichen Arbeitsbereiche eines Weingutes darstellen. Während Weinberg und Kellerwirtschaft zu den qualitätskritischen und kostenintensiven Produktionsschritten im Weingut gehören, die überwiegend noch handwerklich manuell durchgeführt werden, kann man in den Bereichen Marketing und Vertrieb durchaus bereits Ansätze einer KI gestützten Automatisierung erkennen.

Wir wollen heute einen Überblick darüber bekommen, welche Unterstützung KI in diesen Bereichen liefern kann und werden uns dazu einige Projekte anschauen, die in der jüngeren Vergangenheit durchgeführt wurden. Zum Schluss dieses Artikels diskutieren wir noch einen Ausblick in die Zukunft und die Hindernisse bei der Akzeptanz dieser neuen Möglichkeiten. Fast alle der betrachteten Projekte wurden bzw. werden mit Unterstützung von Hochschulen durchgeführt und sind vielfach durch die EU und/oder den Bundes- und Landesministerien gefördert. Gerade durch die Aktivitäten der Hochschulen kommen natürlich immer wieder neue Projekte zu diesem Thema an den Start, so dass man hier auch schnell die Übersicht verlieren kann. Wir wollen uns aus der Vielfalt der Projekte einige exemplarische Projekte anschauen.

KI im Weinberg

Die Arbeiten im Weinberg stellen mit durchschnittlich 37 % der Gesamtkosten den größten finanziellen Aufwand eines typischen mittelständischen Weinbaubetriebs dar. Die größten Herausforderungen dabei sind der Klimawandel, charakterisiert durch extreme Trockenperioden, Spätfröste und verfrühte Reifephasen; ein akuter Mangel an qualifizierten Fachkräften und je nach Region Weinberge in schwer zugänglichen Steillagen.



KI-Rebschnitt

Der alljährliche Rebschnitt ist entscheidend für den Ertrag und die Vitalität der Rebstöcke, erfordert jedoch ein hohes Maß an fachlicher Expertise und enormen Zeitaufwand. Hier soll

das Projekt KI-Rebschnitt, kurz „KIR“, helfen, eine Kostensenkung und Effizienzsteigerung bei der Bewirtschaftung von Weinbergen durch die Nutzung Künstlicher Intelligenz herbeizuführen.

Das EIP-Agri-Projekt KI-Rebschnitt, gefördert durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER), des Ministeriums für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft, und Weinbau Rheinland-Pfalz (Laufzeit 2020–2023) bewies die Praxistauglichkeit einer computergestützten Schnittführung nach den Regeln des „Sanften Rebschnitts“.

Das System des „Sanften Rebschnitts“ wurde von Marco Simonit und Pierluigi Sirch, einer privaten Beratungsgesellschaft aus dem italienischen Friaul entwickelt. Im Vergleich zu der bisher üblichen Kopferziehung verursacht der „Sanfte Rebschnitt“ deutlich kleinere Wunden am Rebstock. 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 resultierten eine gesteigerte Langlebigkeit und Vitalität der Reben, was ökologische und ökonomische Vorteile mit sich bringt. Eine sehr anspruchsvolle Arbeit für geschulte Fachkräfte, die durch die KI-Unterstützung eine erhebliche Erleichterung erfahren soll.

Mitarbeiter werden dabei mit einer Augmented-Reality-Datenbrille (Smart Glasses) ausgestattet. Die KI erfasst auf Basis eines Handy-Fotos den Rebstock dreidimensional aus der Perspektive des Anwenders, analysiert die Triebstruktur und projiziert die optimalen Schnittpunkte für einen wundarmen, die Saftbahnen schonenden Rebschnitt in Echtzeit in das Sichtfeld. Dadurch können auch ungelernte Saisonarbeitskräfte diese anspruchsvolle Arbeit fehlerfrei ausführen, was die Bewirtschaftungskosten drastisch senkt.

Im darauf aufbauenden internationalen Nachfolgeprojekt LaVi (Laser:viticulture) soll dieser Prozess vollständig mechanisiert werden: Ein autonomer Roboter führt den präzisen Rebschnitt und die Ausdünnung mittels hochenergetischer Laserstrahlen vollautomatisch durch, um die Pflanzenresilienz zu maximieren.

Weitere Informationen unter:

<https://ki-rebschnitt.de/index.html#start>

https://www.meininger.de/sites/meininger.de/files/fields/field_a_dateiupload/2021_ddw08_28-33_Rebschnitt_ipad.pdf

https://eu-cap-network.ec.europa.eu/projects/lavi_en#tab_id=overview

Smarter Weinberg

Für extrem steile Lagen, in denen herkömmliche Traktoren nicht eingesetzt werden können und die Arbeit im Hang mit erheblichen Unfallrisiken verbunden ist, wurde das Projekt Smarter Weinberg initiiert.

Das Moseltal mit seiner fast 2000-jährigen Weinbautradition bietet sich ideal für ein derartiges Projekt an. Durch seine bewirtschafteten Steil-/Steilstlagen zeichnet es sich als idealer Projektpartner aus. Um dem stetigen Rückgang der Rebanbauflächen im Anbaugebiet Burg Cochem entgegenzuwirken und die einzigartige Kulturlandschaft zu erhalten, soll das Projekt Smarter Weinberg mithilfe von 5G die Arbeit in den Steillagen durch zukunftsfähige Digitalisierung und Automatisierung erleichtern.

Der technische Aufbau besteht aus einem lokal aufgebauten 5G-Netz und am Boden und an den Rebstöcken angebrachten Sensoren. Die hier gesammelten Informationen steuern über das 5G-Netz dann in Echtzeit einen smarten Agrar-Roboter durch den Weinberg. Die notwendigen Arbeiten, wie z. B. Entlauben, Bodenbearbeitung und Spritzen, werden dann autonom durch den Roboter durchgeführt. In weiteren Ausbaustufen sind Spritz- und Inspektionsdrohnen sowie Geräteträger mit alternativer Fortbewegung für extreme Steillagen vorgesehen.

Partner in diesem Projekt waren unter anderem die Weingüter F. J. Weis in Zell und Kilian Franzen in Bremm.

Weitere Informationen unter:

<https://www.uni-koblenz.de/de/informatik/iwvi/wimmer/projekte/smarter-weinberg>

Weinbau 4.0

Das Leuchtturmprojekt "Weinbau 4.0" hat das Ziel, durch neue Technologien die Innovationskraft im Weinbau zu erhöhen. Das Projekt wurde als Leuchtturmprojekt des RegioWIN 2030-Wettbewerbs ausgezeichnet und erhält finanzielle Unterstützung vom Land Baden-Württemberg und dem Europäischen Fond für regionale Entwicklung (EFRE). Die Gesamtkosten des Projektes betragen rund 5 Mio. Euro.

Bestandteil des Projektes ist das Kompetenzzentrum Weinbau 4.0, das als Teil der Wirtschaftsfördergesellschaft im Landkreis Emmendingen die Förderung und Weiterentwicklung des Weinbaus in dieser Region vorantreibt. Ziel ist es, den Weinbau fit für die Zukunft zu machen und dabei die traditionellen Werte und Qualitätsstandards des Winzerhandwerks zu bewahren.

Die Aufgaben des Kompetenzzentrums Weinbau 4.0 sind:

- Regionale Zusammenarbeit fördern
- Wissenstransfer und Forschung fördern
- Unterstützung bei technologischer Innovation
- Regionaler Ansprechpartner und Unterstützung für Winzer

Zahlreiche Winzer und Winzergenossenschaften aus der Region sind an den verschiedenen Projekten beteiligt:

Drohnen im Weinberg

Der Pflanzenschutz mit Drohnen im Weinberg ist eine innovative Methode, um den Rebenbestand vor Schädlingen und Krankheiten zu schützen. Diese Technologie ermöglicht eine gezielte, zeitsparende und effiziente Behandlung der Rebstöcke im Bereich der Steillagen.

Automation

Autonome Traktoren und Maschinen im Weinberg haben das Potenzial, die Effizienz und Produktivität in der Weinbaubranche zu verbessern. Durch den Einsatz von fortschrittlicher Sensorik, künstlicher Intelligenz und selbststeuernden Systemen können diese Technologien eine Vielzahl von Aufgaben im Weinberg übernehmen.

Viti-PV (Agri-Photovoltaik)

Agri-PV steht für Agri-Photovoltaik und bezeichnet die Kombination von solaren Photovoltaikanlagen und landwirtschaftlicher Nutzung auf landwirtschaftlichen Flächen. Viti-PV bezeichnet die Verwendung dieser Technologie im Weinberg.

Photovoltaikanlagen über Weinbergen bieten eine Vielzahl von Chancen.

Schutz vor Witterungseinflüssen: Die PV-Module können als Schutzschild dienen und die Weinreben vor intensiver Sonneneinstrahlung, Hagel, starkem Wind und Temperaturschwankungen schützen.

Optimierung des Mikroklimas: Durch die PV-Anlage entstehen Mikroklimazonen unter den Modulen, die das Wachstum der Weinreben begünstigen können, weil sie oft eine kühlere und feuchtere Umgebung bieten.

Wasserressourceneinsparung: Die PV-Module können als Überdachung für Bewässerungssysteme dienen und das Verdunsten von Wasser reduzieren. Dadurch wird weniger Wasser benötigt, um die Weinreben zu bewässern.

Effiziente Flächennutzung: Eine Viti-PV-Anlage kann die landwirtschaftliche Fläche optimal nutzen, indem sie die Installation von PV-Modulen und den Anbau von Weinreben

kombiniert.

Zusätzliche Einkommensquelle: Eine Viti-PV-Anlage kann zusätzliches Einkommen für Weinbauern generieren, indem sie Solarstrom produziert und diesen ins Stromnetz einspeist.

Eine dieser Anlagen steht auf dem Blankenhornsberg in Ihringen am Kaiserstuhl. Sie besteht sowohl aus opaken Modulen als auch aus getrackten Modulen. Die opaken Module sind statisch, die getrackten Module haben einen variablen Neigungswinkel.

Weitere Informationen unter: <https://www.wfg-landkreis-emmendingen.de/projekte/weinbau-40/weinbau-40>

KI im Weinkeller

In der Kellerwirtschaft liegt der Fokus des KI-Einsatzes auf der kompromisslosen Qualitätssicherung, der Prozessstabilität während der Gärung und der exakten sensorischen Charakterisierung der Weine. Dieser Bereich beansprucht im Mittel 30 % der gesamten Betriebskosten eines Weinguts.

SmartGrape

Das SmartGrape Projekt, an dem u. a. der Weincampus Neustadt und das Fraunhofer IVV beteiligt sind, beschäftigt sich mit der Anwendung KI-basierter Messsysteme zur Charakterisierung der Rohstoffe im Weinbau.

Die Qualität von Weintrauben unterliegt einer großen Schwankungsbreite. Viele äußere Faktoren wie (Mikro-)Klima, Bodenbeschaffenheit oder auch der Erntezeitpunkt haben einen bedeutenden Einfluss auf die chemische Zusammensetzung von Weintrauben und damit auch auf den daraus gewonnenen Wein. Eben diese Vielfalt ist im Weinbau äußerst erwünscht, um so auch Weine mit vielfältigem Charakter kreieren zu können.

Um diese Rohstoffqualität zu gewährleisten, hat das Projekt SmartGrape zum Ziel, ein Messsystem zu entwickeln, das die schnelle und zerstörungsfreie Qualitätsbewertung von Weintrauben und Traubenmaische mittels Infrarotspektroskopie im mittleren Infrarotbereich (MIR) ermöglicht.

Die Entwicklung erfolgt unter Einsatz maschineller Lern- und Datenverarbeitungsmethoden. Viele tausend Signale qualitätsbestimmender Traubeninhaltsstoffe werden mittels KI in den Qualitätskontext des Produkts Wein gesetzt. Diese Typisierung der Rohstoffe sollte in ihrer Anwendung einfach zu bedienen und zerstörungsfrei sein, während sie gleichzeitig einen umfassenden Informationsgehalt liefert. Diese methodischen Kriterien werden von der Infrarotspektroskopie im besonderen Maße erfüllt.

Das Messsystem wird als kompaktes, robustes und kostengünstiges Verfahren für die Anwender im Weinberg und Kelterhaus konzipiert.

SmartGrape wird mit 1,2 Millionen Euro durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft gefördert. Der Startschuss erfolgte im Mai 2021 auf dem Umwelt-Campus Birkenfeld der Hochschule Trier.

Weitere Informationen unter:

https://www.hochschule-trier.de/hochschule/aktuelles/news-und-pressemitteilungen/news-detail/kuenstliche-intelligenz-im-weinbau?utm_source=chatgpt.com

<https://www.ivv.fraunhofer.de/de/lebensmittel/qualitaet/smartgrape.html>

GrapeSort

Um Spitzenweine im Premium- und Ultra-Premium-Segment zu erzeugen, ist ein absolut homogenes und fehlerfreies Traubenmaterial unerlässlich. Das im ZIM-Projekt entwickelte System GrapeSort (Fraunhofer IOSB, Karlsruhe) ersetzt die zeitintensive und fehleranfällige manuelle Selektion am Sortiertisch.

Bei diesem System passieren die gelesenen Trauben auf diesem Förderband das Sortiermodul des Fraunhofer-Instituts für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB. Der Materialstrom wird mit einer Kamera erfasst und das Bild in Millisekunden von einem Rechner ausgewertet wird. Die angeschlossene Steuerung für eine Batterie hydraulischer Düsen veranlasst das Ausblasen des erkannten Fremdmaterials durch einen gezielten Luftstoß. Was das System mit »schlecht« bewerten soll, wird vorher eingelernt: Essigbeeren, Schimmel, Stängel, Gerüstteile, Kämme, Blättchen, Insekten und falscher Reifegrad sind übliche Auswurfkriterien.

Entwickelt wurden diese Methoden bereits vor mehr als 10 Jahren. Hier – denke ich – wird mit der Weiterentwicklung der KI-Methoden auch eine weitere qualitative Optimierung dieser Verfahren geschehen. Ein Internet Artikel von 2022 (<https://magazin.wein.plus/news/neues-ki-system-erkennt-traubenqualitaet-und-automatisiert-selektion-italienisches-start-up-orobix-life-entwickelt-deep-learning-technik-fuer-weingueter>) aus Wein-Plus stellt eine italienische Entwicklung dieser Technologie vor.

Weitere Informationen:

<https://www.iosb.fraunhofer.de/de/projekte-produkte/grapesort-traubensortierung.html>

https://oiv.edpsciences.org/articles/oiv/pdf/2015/01/oiv2015_06003.pdf

Pinot AI

Das Projekt PINOT (gefördert durch das BMEL, unter Beteiligung des Weincampus Neustadt, des Umwelt-Campus Birkenfeld der Hochschule Trier und des Fraunhofer IIS widmet sich der Digitalisierung des menschlichen Geschmack- und Geruchsinnes. Durch die Kombination eines Multisensorsystems (Gas-Sensor-Arrays bzw. „künstliche Nase“) und künstlicher Intelligenz wird die flüchtige Aromatik von Trauben, Most und Wein kontinuierlich erfasst. Die gewonnenen Daten werden über maschinelles Lernen in objektive sensorische Metriken übersetzt.

Dies unterstützt Kellermeister bei der frühzeitigen Erkennung von Gärstörungen oder Weinfehlern, wie z. B. flüchtiger Säure oder dem berüchtigten Bockser. Darüber hinaus erlaubt die Technologie dem Handel und den Sommeliers, Weine im Rahmen einer objektiven Vorkontrolle auf Authentizität und Herkunft zu überprüfen, was einen wirksamen Schutz vor Weinfälschungen (Fraud Detection) darstellt.

PINOT wird mit 2,9 Millionen Euro durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft gefördert. Der Startschuss erfolgte im Mai 2021 auf dem Umwelt-Campus Birkenfeld der Hochschule Trier.

Für weitere Informationen:

https://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/sse/sensor-solutions/gassensor-solutions/projekt-pinot.html?utm_source=chatgpt.com

https://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/sse/sensor-solutions/gassensor-solutions/projekt-pinot.html?utm_source=chatgpt.com

KI in Marketing und Vertrieb

Im Bereich Marketing und Vertrieb gibt es für viele kleine und mittlere Betriebe bereits eine Fülle von KI-gestützten Anwendungen. Das ist bei Weingütern im Prinzip nichts anderes als bei anderen Betrieben. Auf diese Anwendungen gehe ich in diesem Artikel nicht ein. Vielmehr möchte ich noch auf einige spezielle Themen eingehen, die für Weingüter und Handel/Gastronomie interessant sind.

Design von Etiketten

Was den Web-Auftritt oder das Corporate Design eines Weingutes angeht so kann hier KI mit den verschiedensten Anwendungen unterstützen. Zum Etikettendesign reicht eigentlich jeder

KI-gestützte Bildgenerator wie z. B. ChatGPT (GPT Image 2), Google Gemini (Modell: Nano Banana 2), Midjourney (v8.1) und noch viele andere mehr. Speziell für diese Aufgabe eignen sich Looka oder Designs.ai und für kleine Produktionen kann auch Canva genutzt werden.

Ein Beispiel für ein KI gestütztes Etikettendesign ist das Weingut Dr. Heigel in Zeil/Main. Es hat mit einer Sonderserie seines Weißburgunders Mainstockheimer Hofstück die Serie „Pinotchio – In Vino Veritas“ aufgelegt.

<https://vinocomwines.com/blogs/news/pinotchio?srltid=AfmBOooJCvHPp8qB4Sqj1J8WDX0v004eNeM2qnS5fQ7XYr9GZEE46Lm4>

Das Weingut hat für den Bereich „Vertrieb, neue Märkte“ einen Mitarbeiter eingestellt, der sich um genau diese Themen kümmert.

KI Sommelier

KI-Sommeliers sind Apps oder Webseiten, die dem Benutzer Weine nach seinen Kriterien empfehlen. Teilweise besitzen diese Apps Schnittstellen über die ein KI-Sommelier in die Webseiten eines Shops oder Restaurants direkt eingebunden werden kann. Der Anwender formuliert dann im Online-Shop seine Vorstellung vom Wein, den er trinken möchte oder er beschreibt – interessant für Restaurants – das Menu und die KI liefert ihm einen oder auch mehrere Weinvorschläge.

Gerade bei den in Shops oder Restaurants eingebundenen KI-Sommeliers ist allerdings zu bedenken, dass die KI hier nicht aus dem Vollen schöpfen kann, sondern natürlich durch das Angebot des Shops eine Beschränkung erfährt.

Beispiele für solche Seiten sind:

<https://vinolin.de>

<https://weine.ai/>

<https://winebutler.info/de/>

Allerdings liefern auch klassische Chatbots wie ChatGPT oder Google Gemini durchaus brauchbare Ergebnisse, die – je nach Qualität des eingegebenen Prompts – auch ausführliche Begründungen für ihre Weinempfehlungen geben.

Eine Auflistung weiterer KI Projekte im Weinbau:

KI-iREPro

Künstliche Intelligenz für die innovative Ertragsprognose bei Reben

https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/Projektfoerderung/Kuenstliche_Intelligenz/KI_Steckbriefe/KI-iREPro.html

wAlnbau 4.0

Erstellung einer Potenzial- und Anforderungsanalyse die aufzeigt, wo und wie Künstliche Intelligenz als Software-as-a-Service (SaaS) den Weinbau als landwirtschaftliche Dauerkultur sinnvoll unterstützen kann.

<https://www.heilbronn.dhbw.de/forschung-transfer/studiengangspezifische-forschung/potenzialanalyse-ki-im-weinbau>

PHENObot

Der „PHENObot“ ist ein Phänotypisierungsroboter. Hinter dem komplizierten Namen verbirgt sich ein Freilandroboter, der automatisiert die äußerlichen Merkmale (Phänotyp) von Weinreben direkt an den Rebstöcken im Weinberg erfassen kann.

<https://www.pflanzenforschung.de/de/pflanzenwissen/journal/der-phenobot-ein-technischer->

[helfer-der-rebenzuechtung-10461](#)

PhenoTruck

PhenoTruck ist ein mobiles Labor zur schnellen und sicheren Identifizierung von Quarantäneschaderregern in der Landwirtschaft.

<https://www.iff.fraunhofer.de/de/geschaeftsbereiche/menschzentrierte-arbeits-systeme/phenotruck.html>

iSoBeD

Beschäftigt sich mit der Optimierung der Bewässerung für ökologische und integrierte Anbausysteme von Sonderkulturen durch digitale Werkzeuge und künstliche Intelligenz.

https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/Projektfoerderung/Digitalisierung/Steckbrief_iSoBeD.pdf?__blob=publicationFile&v=3

VitiCULT-PVmobil

Eine integrierte Lösung für Klimaresilienz, Energiewende und Pflanzenschutz für nachhaltige Weinbau-Kulturlandschaften.

<https://www.ise.fraunhofer.de/de/forschungsprojekte/viticult-pvmobil.html>

BACCHUS

Ein EU Projekt, das sich mit dem Thema „Intelligentes Robotersystem für die automatisierte Ernte in der Landwirtschaft“ beschäftigt.

<https://cordis.europa.eu/project/id/871704/de>

<https://bacchus-project.eu/>

Geisenheimer KI-Aktivitäten im Weinbau

Neben einzelnen Projekten baut die Hochschule Geisenheim University ihre Forschung zu KI, Robotik und datengetriebenem Weinbau kontinuierlich aus. Schwerpunkte sind:

- KI-gestützte Bewässerungssteuerung
- autonome Systeme und Robotik
- Sensorik und Bildanalyse
- Precision Viticulture
- Klimaanpassung im Weinbau
- Entscheidungsunterstützungssysteme für Winzer

<https://www.hs-geisenheim.de/forschung/bundeslandwirtschaftsministerium-foerdert-ki-bewaesserungsprojekt-der-hochschule-geisenheim-mit-rund-093-mio-euro>

Akzeptanz von KI

Weinbaubetriebe sind i. d. R. alteingesessene und konservative kleine bis mittlere Unternehmen, häufig sehr traditionell und manchmal auch schwerfällig gegenüber Neuerungen.

Im aktuellen Working Paper des WiFin der Rhein Main Hochschule Wiesbaden hat Prof. Dr. Karin Gräslund et al. u. a. genau diese Sachverhalte untersucht.

Sie hat die Hemmnisse, auf die Weingüter stoßen, die über die Einführung von KI-unterstützten Methoden für ihren Betrieb nachdenken, dokumentiert:

Finanzielle Grenzen: Mangelnde finanzielle Mittel für die Investition in teure Sensorik, Hardware und Integrationsprojekte.

Zu geringe Digitalisierung und Datenqualität: Fragmentierte Aufzeichnungen und

unzureichende Sensorabdeckungen im Betrieb verhindern verlässliches Modelltraining und eine verlässliche KI-Betriebsführung.

Wettbewerbsdruck und Mangel an Fachpersonal

Kulturelle Hürden & Reputationsangst: Sorge vor Qualitätsverlust oder Markenbeschädigung, wenn Kernprozesse an kooperative Dritte ausgelagert werden.

Komplexität der Systemintegration: Die Technische Interoperabilität zwischen heterogenen internen Prozessen und externen Partnern (Behörden, Logistikern) ist hochgradig anspruchsvoll.

Quelle:

https://www.hs-rm.de/fileadmin/HSRM/EXTERN/Fachbereich/Wiesbaden_Business_School/Forschung/Institute_und_Forschungszentren/wifin/WP/wifin_WP19_Graeslund_20251020_final.pdf

Fazit

Langfristig werden Weingüter nicht um die Frage nach dem Einsatz von KI in ihren Betrieben herumkommen. Nicht die Frage „Will ich oder will ich nicht?“ stellt sich, sondern nur die Frage „Wie gehe ich damit um?“. Weingüter sollten KI auch nicht als Gefahr oder Konkurrenz sehen. KI kann im Weinberg und im Weinkeller unterstützen und dazu beitragen qualitativ bessere Produkte zu kreieren. Auch der Fachkräfte- und Helfermangel im Weinberg und im Keller kann durch KI aufgefangen werden. In Marketing und Vertrieb ermöglicht KI weitere Erleichterung.

Um gute Produkte zu vertretbaren Kosten herzustellen, die der Endverbraucher auch annimmt, werden Weinbaubetriebe nicht um das Thema KI herumkommen, wenn sie weiterhin kostengünstig arbeiten und erfolgreich verkaufen wollen.

Jedoch wird KI das Wissen und die Qualifikation eines gut ausgebildeten Winzers oder Kellermeisters nie ersetzen können. Geschmack ist ein subjektives Empfinden im Zusammenspiel von Augen, Nase, Gaumen und Zunge. Dieses Empfinden und die damit verbundene Emotionalität, die einen Großteil des Weingenusses ausmacht, kann eine KI nicht leisten.

Michael Düssel

Die Weingüter des Abends

Becksteiner Winzer

Die Becksteiner Winzer eG ist die drittälteste Winzergenossenschaft Badens. Sie wurde 1894 von Pfarrer Dr. Heinrich Hansjakob und 18 Becksteiner Winzern gegründet und vereint heute 354 Mitglieder aus 21 umliegenden Weinorten im Herzen des Taubertals; die Rebfläche beträgt 276 Hektar.

Das Einzugsgebiet zählt zum nördlichsten Weinbaubereich im Weingebiet Baden mit Namen Tauberfranken. Das „Cool Climate“ und der Muschelkalk prägen die Stilistik der Wein- und Sektspezialitäten auf eigenständige Art – filigran, elegant und unkompliziert. Zahlreiche Prämierungen, wie z. B. Winzergenossenschaft des Jahres 2024 im Gault&Millau, bestätigen die durchgängige hohe Qualität der produzierten Weine. Die Böden sind überwiegend Muschelkalk.

Die Qualitätspyramide der Becksteiner Winzer entspricht der VDP Klassifizierung: Gutsweine – Ortsweine – Lagenweine – Reserve & Alte Reben.

Van Volxem Weinmanufaktur

Das im historischen Zentrum von Wiltingen, an der Saar gelegene Weingut Van Volxem geht

auf eine römische Villenanlage zurück. Die Weinberge des Guts – bereits von den Römern in den besten Schieferlagen der Saar im 3. Jh. angelegt – zählen zu den ältesten Steillagen überhaupt.

Nach der Französischen Revolution gelangte der Besitz schließlich in das Eigentum des aus Brüssel immigrierten Brauers Gustav van Volxem. Der visionäre van Volxem erkannte das Potential der privilegierten Grossen Lagen des Guts und entwickelte es in den Folgejahren zu einem der renommiertesten Weingüter im Kaiserreich. Mit dem Aufstieg des Moselweins – und im Besonderen der Weine von der Saar – als weltweit begehrtes Luxusgut begann auch die Blütezeit von van Volxem.

Nach vier Generationen in der Familie van Volxem übernahm im Jahr 2000 Roman Niewodniczanski die Hofanlage, restaurierte sie denkmalgerecht und erweiterte sie seitdem um zahlreiche Spitzenlagen. Christoph Friedrich als Kellermeister und Lukas Becker als Verwalter verstärken das Team seit 2022.

Als VDP.Spitzenweingut verpflichtet sich van Volxem einer umweltschonenden Bewirtschaftung seiner Lagen, dem Anbau vorwiegend gebietstypischer Rebsorten und der Reduzierung der Erträge.

Staatsweingut mit Johannitergut in Neustadt

Das Staatsweingut mit Johannitergut in Neustadt an der Weinstraße ist das älteste Weingut der Pfalz und blickt auf eine Historie zurück, die bis ins 8. Jahrhundert reicht. Heute fungiert der 23 Hektar große Betrieb als Lehr- und Versuchsbetrieb der Lehr- und Forschungsanstalt am DLR Rheinpfalz (gegründet 1899) sowie des Weincampus Neustadt.

Das Weingut kombiniert altbewährte Traditionen mit modernen Innovationen. Erkenntnisse aus der Forschung fließen direkt in den Weinbau, die Lehre und die Beratung ein.

Durch die weitflächige Verteilung der Weinberge rund um Neustadt kann das Weingut die charakteristischen Vorzüge verschiedenster Bodentypen nutzen. Die wichtigsten Lagen sind:

Mußbacher Johannitergarten (Monopollage): Umgeben von einer zwei Meter hohen Sandsteinmauer bietet die Lage ein besonderes Kleinklima, in dem exzellente Rieslinge auf Flusssand mit Buntsandstein reifen.

Haardter Herrenletten: Gilt als eine der besten Lagen im Großraum Neustadt. Bepflanzt ist die Hanglage mit Riesling, Rieslaner sowie Spät-, Weiß- und Grauburgunder.

Königsbacher Ölberg: Eine vor Kaltluft geschützte, nach Süd-Osten ausgerichtete Hanglage, die die Morgensonne optimal nutzt.

Deidesheimer Herrgottsacker: Eine ca. 121 Hektar große Lage zwischen Deidesheim und Forst. Charakteristisch ist die wechselnde Bodenstruktur von Lehm über lehmigen Sand und sandigen Ton bis hin zu Geröll und Kalksteinverwitterungsböden, geprägt durch Jahrmillionen alte Flussegmente.

Weingut Kilian Franzen

Im Herzen der Terrassenmosel, umgeben von steilen Hängen und schroffen Felsen, liegt das Weingut Kilian Franzen, ein Name, der für Mut, Hingabe und exzellenten Riesling steht. Schon seit Jahrhunderten ist Bremm die Heimat der Familie Franzen und die Geschichte des Weinguts ist tief verwoben mit dem einzigartigen Terroir der Region sowie den besonderen Herausforderungen, die es mit sich bringt.

Ausführlich beschrieben wurde das Weingut im WEINfaßliches 249, Juli 2016.

Staatsweingut Freiburg

Das Staatsweingut Freiburg, eingebettet in die sonnenreichste Region Deutschlands, repräsentiert eine einzigartige Symbiose aus jahrhundertelanger Weinbautradition, exzellenter Handwerkskunst und moderner Spitzenforschung.

Die Besonderheit des Staatsweinguts liegt in seiner Doppelfunktion: Als integraler Bestandteil des Staatlichen Weinbauinstitutes Freiburg ist es sowohl renommierter Produktionsbetrieb als auch lebendiges Labor. Neue wissenschaftliche Erkenntnisse aus der Rebforschung, dem nachhaltigen Pflanzenschutz und der Kellerwirtschaft werden hier unmittelbar in die weinbauliche Praxis überführt.

Das Staatsweingut ist seit über zwei Jahrzehnten Mitglied im Verband Deutscher Prädikatsweingüter (VDP) sowie im Ökoverband ECOVIN. Die Bewirtschaftung erfolgt streng qualitätsorientiert durch Ertragsreduktion, selektive Handlese und schonenden Ausbau. Das Sortiment gliedert sich in die klassischen VDP-Qualitätsstufen vom fruchtig-frischen Gutsweinen bis hin zu den langlebigen, charakterstarken Großen Gewächsen.

Neben den traditionellen Leitsorten wie Spätburgunder, Grauburgunder, Weißburgunder und Chardonnay setzt das Gut mit seinen prämierten PIWI-Weinen und flaschenvergorenen Sekten regelmäßig Maßstäbe für die Region Baden.

Weingut Lergenmüller

Das Weingut Lergenmüller mit Sitz in der südpfälzischen Gemeinde Hainfeld ist ein echtes Urgestein des deutschen Weinbaus. Seit fast 500 Jahren und mittlerweile in der 15. Generation widmet sich die Winzerfamilie mit unermüdlicher Leidenschaft, Herzblut und hohem Qualitätsbewusstsein der Vinifizierung von Spitzenweinen. Unter der Leitung von Jürgen Lergenmüller vereint der Betrieb pfälzische Bodenständigkeit mit einem urbanen, internationalen Weitblick.

Die Philosophie des Hauses basiert auf dem Zusammenspiel aus reicher Familientradition, modernster Kellertechnik und einem tiefen Respekt vor der Natur. Das Weingut bewirtschaftet rund 85 Hektar Rebfläche in erstklassigen Lagen der Pfalz. Die Böden – geprägt von Buntsandstein, Kalk, Schiefer und schwerem Lehm – verleihen den Trauben ein facettenreiches und unverwechselbares Terroirprofil.

Ein besonderes Augenmerk liegt auf der Nachhaltigkeit: Das Weingut ist FAIR'N GREEN zertifiziert, was den umweltschonenden und zukunftsorientierten Weinbau der Familie unterstreicht.

Zur Weinfamilie gehört seit 1998 auch das renommierte Weingut Sankt Annaberg in Burrweiler. Dieses wird von Jürgen Lergenmüllers jüngster Tochter, der ambitionierten Winzerin Victoria Lergenmüller, unabhängig geführt. Als höchstgelegenes Weingut der Pfalz ist es vor allem für seine kühlen, vom Schiefer geprägten Rieslinge weltbekannt.

Die Weine von Lergenmüller finden sich heute nicht nur in gehobenen Vinotheken, sondern begleiten Genießer weltweit – unter anderem als fester Bestandteil der First- & Businessclass renommierter Fluggesellschaften.

Weingut Dr. Heigel

Das traditionsreiche Weingut Dr. Heigel hat seinen Sitz in der historischen unterfränkischen Weinstadt Zeil am Main. Ursprünglich als kleiner Nebenerwerbsbetrieb und Hobby des Vaters geführt, wurde das Gut vom Agrarwissenschaftler Dr. Klaus-Peter Heigel zu einem renommierten Vorzeigebetrieb der Region ausgebaut. Durch eine konsequente Verringerung der Erträge bei gleichzeitiger Steigerung des Qualitätsanspruchs gelang der Aufstieg in die Riege der fränkischen Spitzenwinzer. Seit dem Jahr 2018 liegt die Führung des Gutes in neuen Händen, wobei die grundlegende Philosophie – die Erzeugung langlebiger, charakterstarker Weine mit großer Reifetiefe – unverändert und mit höchster Präzision fortgeführt wird.

Das Weingut bewirtschaftet eine Anbaufläche von rund 10 Hektar. Das Terroir ist geprägt von den vielschichtigen Böden aus Muschelkalk und Sandsteinkeuper, die den Weinen ihre feine Mineralität und Struktur verleihen.

Zu den herausragenden Lagen gehört das Mainstockheimer Hofstück sowie das historische Prunkstück des Betriebs: der Zeiler Mönchshang. Diese exklusive Monopollage (im Alleinbe-

sitz des Weinguts) gilt als der älteste urkundlich belegte Weinberg im östlichen Unterfranken. Die Bewirtschaftung erfolgt naturnah und umweltschonend: Eine dauerhafte Begrünung der Rebanlagen fördert die Artenvielfalt, während akribische Laubarbeit und selektive Handlese die perfekte Reife der Trauben garantieren.

Das homogene Sortiment deckt sowohl klassisch fränkische als auch internationale Rebsorten ab: Silvaner (Hauptrebsorte, trocken & präzise ausgebaut), Weißburgunder & Riesling (Elegant, feinschmelzig, mineralisch), Spätburgunder & Merlot (Kräftige, strukturierte Rotweine), Müller-Thurgau & Rieslaner (Fruchtbetont bis edelsüß).

Weingut Müller- Catoir

Das Weingut Müller-Catoir im pfälzischen Neustadt-Haardt zählt seit Jahrzehnten zu den renommiertesten Kultgütern des deutschen Weinbaus. Gegründet im Jahr 1744, verbindet der traditionsreiche Familienbetrieb in mittlerweile neunter Generation eine reiche Historie mit visionärer Pionierarbeit und kompromisslosem Qualitätsstreben.

Heute wird das VDP-Prädikatsweingut von Philipp David Catoir geführt. Die Philosophie des Hauses lässt sich am besten als „Aktivismus im Weinberg, Minimalismus im Weinkeller“ beschreiben. Auf einer Ertragsfläche von rund 25 Hektar profitiert das Weingut von einer außergewöhnlichen geologischen Vielfalt am Rande des Pfälzerwaldes. Dort investiert das Team viel Zeit in aufwändige, rein ökologische Handarbeit im Rhythmus der Jahreszeiten. Nach einer streng selektiven Lese von Hand folgt im Keller ein extrem schonender Ausbau: Eine langsame, kühle Vergärung und viel Geduld auf der Hefe münden in einer bewusst späten Abfüllung. So entstehen Weine von unverwechselbarem Charakter: finessenreich, mineralisch, elegant und tiefgründig.

Das Herzstück des Portfolios bildet der Riesling, der fast zwei Drittel der Rebflächen einnimmt. Weltberühmt ist Müller-Catoir zudem für seine hocharomatischen und extrem feingliedrigen Spezialitäten wie Scheurebe, Muskateller und den edelsüßen Rieslaner, die hier zu absoluter Weltklasse reifen.

Zu den herausragenden Ersten und Großen Lagen gehören der Haardter Bürgergarten (mit dem historischen, von einer Sandsteinmauer geschützten Monopol-Filetstück „Breumel in den Mauern“), der Haardter Herrenletten, der Haardter Herzog sowie der Gimmeldinger Mandelgarten. Die dort erzeugten Weine überzeugen Weinkritiker weltweit durch ihre kristallklare Präzision, Rasse und ihr exzellentes Reifepotenzial.



Michael Düssel

DIE WEINE DES ABENDS

**2021 Pinot Blanc Extra Brut
SELEKTION Dainbacher Alte Burg, Badischer Sekt b. A.
Becksteiner Winzer, Lauda-Königshofen, Tauberfranken**

**2024 KILIAN Riesling trocken
Gerlachsheimer, Baden - Tauberfranken, Deutscher Qualitätswein
Becksteiner Winzer, Lauda-Königshofen, Tauberfranken**

**2024 Saar Riesling, Fuder 13
VDP.Gutswein, Deutscher Qualitätswein, trocken
Van Volxem Weinmanufaktur, Wiltingen, Saar**

**2025 Arneis (aus Versuchsanbau)
Deutscher Qualitätswein, trocken
Staatsweingut mit Johannitergut in Neustadt**

**2021 Weißer Burgunder
Deutscher Qualitätswein
Weingut Kilian Franzen, Bremm/Mosel**

**2024 Sauvignier Gris
Deutscher Qualitätswein, trocken
Staatsweingut Freiburg**

**2025 Buntsandstein Grauer Burgunder
Deutscher Qualitätswein, trocken
Weingut Lergenmüller, Hainfeld**

**2023 Pfalz Rotwein Cuvée "Weitblick"
Deutscher Qualitätswein, trocken
Staatsweingut mit Johannitergut in Neustadt**

**2024 Mussbacher Kurfürst
Gänsfüsser, Deutscher Qualitätswein, trocken, im Barrique gereift
Staatsweingut mit Johannitergut in Neustadt**

Pinotchio – In Vino Veritas
2022 Mainstockheimer Hofstück
Weissburgunder, Deutscher Qualitätswein, trocken
Weingut Dr. Heigel, Zeil/Main

2023 Haardt Scheurebe
VDP.Ortswein, Deutscher Qualitätswein, trocken
Weingut Müller-Catoir, Haardt