

Einsatz der UV-C-Technologie zur Stabilisierung von Wein (Anschluss zu 18688 N)



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle(n):	Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) Rheinpfalz Institut für Weinbau und Oenologie, Neustadt/Weinstraße Prof. Dr. Ulrich Fischer/Prof. Dr. Dominik Durner/ Prof. Dr. Maren Scharfenberger-Schmeer
	Max-Rubner-Institut (MRI) Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel Institut für Lebensmittel- und Bioverfahrenstechnik (Karlsruhe) Prof. Ralf Greiner/Dr. Mario Stahl
Industriegruppe(n):	Deutscher Weinbauverband e.V. (dwv), Bonn Verband Deutscher Sektkellereien e.V., Wiesbaden
Projektkoordinator:	Dr. Johann Kreutzinger VINOflux SWISS-WINERY-TECHNOLOGY, Rehetobel
Laufzeit:	2019 – 2024
Zuwendungssumme:	€ 586.850,--

Ausgangssituation

Auf Grund des Klimawandels und den dadurch gestiegenen Temperaturen und erhöhten pH-Werten in Most und Wein ist verstärkt mit unerwünschten mikrobiologischen Aktivitäten während der Weinbereitung zu rechnen. Insbesondere das Risiko einer Kontamination mit *Brettanomyces*-Hefen, die bisher verstärkt in wärmeren Regionen anzutreffen waren, ist in deutschen Weinanbaugebieten während der Holzfasslagerung gestiegen.

Somit rückt das Thema der mikrobiologischen Weinstabilisierung verstärkt in den Fokus. Derzeit ist in der Weinindustrie die am weitesten verbreitete Methode die chemische Stabilisierung mittels SO₂. Allerdings wird diese Methode in der Öffentlichkeit kritisiert. Damit rücken physikalische Stabilisierungsverfahren ohne chemische Zusätze in den Fokus. Eine alternative Methode könnte der Einsatz der UV-C-Technologie sein. In Deutschland wurde der Einsatz der UV-C-Technologie im Trinkwasserbereich sowie auf Oberflächen von Obst- und Gemüseprodukten erfolgreich getestet und zugelassen.

Hauptziel des Projektes ist die experimentelle Erprobung des Ansatzes der UV-C-Technologie zur mikrobiologischen Stabilisierung von Wein auf mikrobiologischer, chemischer, sensorischer und technologischer Ebene. Dabei soll die Inaktivierungswirkung der UV-C-Technologie anhand der verschiedenen Schadorganismen einzeln und als Mischkultur analysiert werden. Weiterhin sollen Effekte wie pH-Werte, Absorption, Partikelgröße und unterschiedliche Strömungsformen getestet werden, um den spezifischen Energieeintrag der erforderlichen UV-C-Dosis genau zu bestimmen. Anhand der Untersuchungen sollen die möglichen Behandlungseffekte

unterschiedlicher UV-C-Dosen auf chemischer und sensorischer Ebene des Weines nach der Behandlung und anschließend während der Lagerung analysiert werden. Schließlich sollen önologische Faktoren auf die Wirkung der UV-C Anwendung untersucht und önologische Strategien wie die Anpassung der Fermentationsparameter oder die Zugabe von Antioxidantien zur Reduzierung des oxidativen Effekts der UV-C-Behandlung etabliert werden.

Forschungsergebnisse

Das Projekt gliedert sich in zwei Hauptbereiche. Eine Untersuchung der verfahrenstechnischen Einflussparameter auf die UV-C-Behandlung von Wein und Untersuchungen im Bereich der mikrobiologischen Inaktivierung sowie der möglichen chemischen und sensorischen Veränderungen bei steigender UV-C-Dosis unter Einbeziehung verschiedener önologischer Verfahren.

Die Wirksamkeit der UV-C-Technologie gegen Schadorganismen wurde in mikrobiologischen Versuchen nachgewiesen. Es konnten folgende Einflussfaktoren auf die Effizienz der UV-C-Inaktivierung ermittelt werden: Absorption des Weines, Gattung der Schadorganismen sowie Anzahl der Mikroorganismen. Weiterhin haben die chemischen und sensorischen Untersuchungen gezeigt, dass es mit steigender Dosis zu signifikanten chemischen und sensorischen Veränderungen kommt. Durch verschiedene önologische Verfahren wie den Zusatz von Antioxidantien (z.B. hydrolysierbare Tannine), die Reduktion von Sauerstoff oder die gezielte Steuerung von Gärparametern konnte der oxidative Effekt der UV-C-Technologie deutlich reduziert werden. Die verfahrenstechnischen Untersuchungen haben gezeigt, dass die effizienteste UV-C-Behandlung der Weine bei turbulenter Strömung stattfand, insbesondere bei hohen optischen Dichten der Weine. Eine Behandlung im Dünnfilmreaktor mit einer Schichtdicke von 0,3 mm zeigte im oberen Bereich der optischen Dichte ebenfalls eine effiziente Inaktivierung. Laminare Strömungsformen, bei denen die Reaktordimensionen deutlich größer sind als die Eindringtiefe, wiesen eine ineffiziente Inaktivierung auf.

Unter Berücksichtigung aller erzielten Ergebnisse erweist sich der Einsatz der UV-C-Technologie als eine effiziente physikalische Alternativmethode ohne chemische Zusätze zur mikrobiologischen Stabilisierung von Weinen. Allerdings muss die UV-C-Dosis sorgfältig gewählt werden, da eine Überdosierung zu signifikanten sensorischen Veränderungen im Wein führen kann. Dazu gehören Farbveränderungen und die Bildung von Fehl- aromen. Durch eine sorgfältige Auswahl der Dosis in Abhängigkeit der Absorption und der Keimzahl des Weins oder durch die Reduktion von Sauerstoff, Schwefeldioxid oder den Zusatz von Antioxidantien wie hydrolysierbaren Tanninen im Wein können die negativen Effekte der UV-C-Behandlung reduziert werden.

Wirtschaftliche Bedeutung

Die Weinproduktion, der Weinbau und der Weinhandel sind bedeutende Wirtschaftszweige der Europäischen Union und Deutschlands. Die Branche Deutscher Weinerzeuger, zu der im Jahr 2020 laut statistischem Bundesamt 16'400 Weinbaubetriebe und eine bewirtschaftete Fläche von 103'180 ha zählten, beschäftigen rund 80'000 Personen. Die Nachfrage nach Weinen im unteren und mittleren Preissegment steigt weltweit seit einigen Jahren kontinuierlich an. Die internationale Konkurrenz in diesem Segment ist groß, Länder mit einer starken Konzentration von Weinwirtschaftsunternehmen sind hier im Vorteil, da sie produktions- und handelsseitig von den Vorzügen der Economy-of-Scales profitieren. Vor allem Reifeverfahren wie die Holzfasslagerung oder das klassische Feinhefelager erfahren eine große Renaissance auf dem Markt.

Höchst problematisch im Zusammenhang mit allen Reifeverfahren, die in einem Temperaturbereich zwischen 12 und 20°C stattfinden, ist das Risiko des Befalls von Wein durch Schadorganismen. Gerade die Holzfassreifung ist mit enormen Risiken verbunden. Die Kontamination mit *Brettanomyces*-Hefen stellt einen großen wirtschaftlichen Schaden dar.

Im Bereich innovativer Stabilisierungs- und Reifeverfahren liegen große Steigerungspotentiale für die Wirtschaftlichkeit deutscher Weinproduzenten. Analog zur Lebensmittelbranche kann die Weinindustrie vom Einsatz physikalischer Stabilisierungsverfahren profitieren, da hier Kosten- und Produktionsvorteile liegen, Nachhaltigkeitsziele und Produktauthentizität erreicht und gewahrt werden können.

Das Augenmerk rückt daher verstärkt in den Bereich der physikalischen Stabilisierungsverfahren. Mit einer kostengünstigen, chemiefreien, skalierbaren und sicheren Methode zur mikrobiologischen Stabilisierung in Form der UV-C-Technologie wird eine Möglichkeit geschaffen, Stabilisierungs- und Reifeprozesse ohne chemischen Additive durchzuführen. Weinproduzenten können durch minimalen technischen und kostenseitigen Aufwand unmittelbar wirtschaftliche Gewinne erzielen, weil weniger Chargen durch die unkontrollierte Besiedelung von Mikroorganismen nicht mehr verkaufsfähig sind. Die höhere Trinkreife minimiert die Lagerhaltungskosten und generiert neue Möglichkeiten in den Wettbewerb mit ausländischen Produzenten zu treten. Weinproduzenten können durch die Etablierung des Einsatzes der UV-C-Technologie die Aufwandsmengen chemischer Stabilisatoren verringern oder sogar gänzlich substituieren, wodurch die Weine einerseits sensorisch profitieren und andererseits an Authentizität gewinnen.

Publikationen (Auswahl)

1. FEI-Schlussbericht 2024.
2. Hirt, B., Hansjosten, E., Hensel, A., Gräf, V., & Stahl, M.: Improvement of an annular thin film UV-C reactor by fluid guiding elements. *Innovative Food Science and Emerging Technologies/Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 77, 102988, <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.102988> (2022).
3. Hirt, B., Fiege, J., Cvetkova, S., Gräf, V., Scharfenberger-Schmeer, M., Durner, D., & Stahl, M.: Comparison and prediction of UV-C inactivation kinetics of *S. cerevisiae* in model wine systems dependent on flow type and absorbance. *Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie/Food Science & Technology*, 169, 114062, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114062> (2022).
4. Fiege, J. L., Hirt, B., Gräf, V., Nöbel, S., Martin, D., Fritsche, J., Schrader, K., & Stahl, M.: Uridine as a non-toxic actinometer for UV-C treatment: influence of temperature and concentration. *Heliyon*, 8(11), e11437, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11437> (2022).
5. Woll, B., Cvetkova, S., Gräf, V., Scharfenberger-Schmeer, M., Durner, D., & Stahl, M.: Systematic investigation of the influence of suspended particles on UV-C inactivation of *Saccharomyces cerevisiae* in liquid food systems. *Journal of Food Process Engineering*, 47(1), <https://doi.org/10.1111/jfpe.14520> (2024).
6. Cvetkova, S., Wacker, M., Keiser, J., Hirt, B., Stahl, M., Scharfenberger-Schmeer, M., Durner, D.: UV-C induced changes in a white wine: Evaluating the protective power of hydrolysable tannins and SO₂. *OENO One*, 58(1), <https://doi.org/10.20870/oenone.2024.58.1.7697> (2024).
7. Cvetkova, S., Edinger, S., Zimmermann, D., Woll, B., Stahl, M., Scharfenberger-Schmeer, M., Richling, E., & Durner, D.: 2-Aminoacetophenone formation through UV-C induced degradation of tryptophan in the presence of riboflavin in model wine: Role of oxygen and transition metals. *Food Chemistry*, 140259, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.140259> (2024).
8. Cvetkova, S., Hermann, E., Keiser, J., Woll, B., Stahl, M., Scharfenberger-Schmeer, M. & Durner, D.: Comparing the impact of UV treatment at wavelengths 254 and 280 nm: prediction of microbiological preservation and effect on wine matrix. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* (pre-submission) (2024).

Weiteres Informationsmaterial

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinland (DLR),
Institut für Weinbau und Oenologie
Breitenweg 71, 67435 Neustadt/Weinstraße
Tel.: +49 6321 671-227
E-Mail: dominik.durner@dlr.rlp.de

Max Rubner-Institut (MRI),
Institut für Lebensmittel- und Bioverfahrenstechnik
Fachgebiet Neue und Moderne Verfahren und Physiologie und Biochemie der Ernährung
Haid-und-Neu-Str. 9, 76131 Karlsruhe
Tel.: +49 721 6625-336
E-Mail: mario.stahl@mri.bund.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)
Godesberger Allee 125, 53175 Bonn
Tel.: +49 228 3079699-0
Fax: +49 228 3079699-9
E-Mail: fei@fei-bonn.de

Förderhinweis

... ein Projekt der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)

Gefördert durch:



Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 125, 53175 Bonn, wird/wurde im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Bildnachweis - Seite 1: © Durner, DLR Rheinland, Institut für Weinbau und Oenologie, Neustadt/Weinstraße

Stand: 04.10.2024