

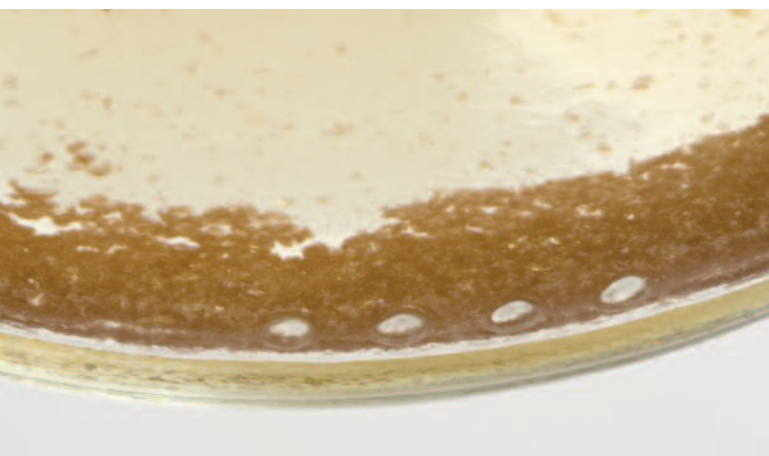
## Verbesserung der Ökoeffizienz mit einer natürlichen Lösung zur Kaliumhydrogentartrat-Stabilisierung in Weiß- und Roséweinen

Willem Jan BOSMA,  
Willem RUSTER,  
Erik VAN DAM,  
Triple Value Strategy  
Consulting  
Lange Voorhout 41  
2514 EC DEN HAAG  
The Netherlands

Céline FAUVEAU,  
Blandine LEFOL,  
Phil LATHAM,  
DSM Food Specialties  
Alexander Fleminglaan 1  
2613 AX Delft  
The Netherlands

*Die in Sachen Umweltverträglichkeit als Branchenprimus geltende Unternehmensgruppe DSM Food Specialties hat mit Claristar™ ein Produkt entwickelt, das die Kaliumhydrogentartrat-Kristallisation in Weiß- und Roséweinen verhindert. Die aus der Hefe (*Saccharomyces cerevisiae*) gewonnene Manno-proteinlösung Claristar stellt im Vergleich zu herkömmlichen Stabilisierungsmethoden eine natürliche Lösung zur Kaliumhydrogentartrat-Stabilisierung in Weiß- und Roséweinen dar. Claristar überzeugt jedoch nicht allein durch seine technischen Eigenschaften, sondern auch durch seine hervorragende Ökoeffizienz, die der Kälttestabilisierung, der Elektrodialyse sowie anderen Stabilisierungsverfahren weit überlegen ist. Bei der Anwendung von Claristar wird im Weinkeller kein Wasser benötigt, der Energieverbrauch wird verringert und der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck des Weingutes verbessert. Claristar trägt somit wesentlich dazu bei, dass sich die Umweltbilanz des hergestellten Weines entlang der kompletten Wertschöpfungskette verbessert. Für jedes in der Praxis verwendete Stabilisierungsverfahren wurde sowohl eine Analyse der Umweltwirkungen beim Hersteller (z.B. Claristar Produktion und*

*Logistik etc.) als auch eine Berechnung der Umweltwirkung im jeweiligen Weinkeller vorgenommen. In diesem Bericht werden die Ergebnisse beider Analysen vorgestellt. Im Fall von Claristar sind die Umweltwirkungen vor allem auf Herstellung und Vertrieb des Produktes zurückzuführen, während bei den herkömmlichen Verfahren (Kälttestabilisierung und Elektrodialyse) die wesentlichen Umweltbelastungen im Weinkeller selbst anfallen. Die Verwendung von Mannoproteinen zur Kaliumhydrogentartrat-Stabilisierung trägt dem wachsenden Umweltbewusstsein der Weinindustrie Rechnung.*



### Umweltbewusstsein in der Weinindustrie

Obwohl das Interesse an Öko-Weinen in den letzten Jahren immer mehr zugenommen hat, richtete sich dabei das Augenmerk lange Zeit vor allem auf die Bewirtschaftung des Weinbergs und die umweltverträgliche Traubenproduktion. Erst seit kurzem wird auch der Umweltverträglichkeit im Weinherstellungsprozess mehr Aufmerksamkeit gewidmet. Dieser Sichtwechsel ist auf Marketinginitiativen einzelner Weinkellereien, zusätzlichen Druck der Regierungen, sowie wirtschaftliche Gründe und zunehmende Rohstoffknappheit (vor allem bei Wasser) zurückzuführen.

Je nach Region lassen sich große Unterschiede hinsichtlich der Umweltverträglichkeit feststellen. Diese Analyse kon-

zentriert sich vor allem auf vier Regionen: Frankreich, Italien, Australien und USA (Kalifornien). Das Umweltbewusstsein der jeweiligen Länder wurde festgelegt durch Analysen von Industrieinitiativen, sowie durch den Druck der in der Öffentlichkeit und durch Nichtregierungsorganisationen aufgebaut wird. In den vier Gebieten konnte Folgendes beobachtet werden:

#### • Sehr starkes Interesse in Australien und den USA; starkes Interesse in Südafrika

Der Hauptkatalysator in Australien ist der Australian Wine Industry Stewardship (AWIS), der kürzlich seine Umweltpolitik vom Weinberg zum Weinkeller ausweitete.

In Australien und den USA haben sich mehrere große Wein-

kellereien niedergelassen, die führend in Sachen Umweltverträglichkeit sind.

In Kalifornien sind einige Pilotprogramme effizienter Energie- und Wassernutzung von der California Public Utilities Commission und Pacific Gas & Electric Co. ins Leben gerufen worden, einschließlich einer CO<sub>2</sub>-Fußabdruck-Berechnung. Es wurden dort strenge Vorschriften zur Verminderung der Treibhausgase eingeführt.

Innovative Projekte wurden mit der Unterstützung von Weinwirtschaftsverbänden aus Kalifornien, Neuseeland und Südafrika ins Leben gerufen, um den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck der Weinindustrie zu berechnen.

• **Wachsendes Interesse in Frankreich und Spanien**

Schlüsselinitiativen sind von der Regierung und vom Privatsektor ins Leben gerufen worden. Einige Hauptakteure verfolgen eine proaktive Umweltpolitik. Auf verschiedenen regionalen Ebenen nimmt die Bedeutung der Umweltverträglichkeit zu. Champagne und Bordeaux sind Beispiele für Regionen, in denen das Interesse am CO<sub>2</sub>-Fußabdruck in der Weinindustrie wächst.

• **Entstehendes Interesse in Italien**

In Italien gehen die Initiativen in erster Linie von der EU und der nationalen Regierung aus..

**Verfahren zur Kaliumhydrogentartrat-Stabilisierung in Weinen**

Herkömmliche Verfahren, die darauf abzielen die Anwesenheit von Kristallen im Wein zu verhindern, entfernen entweder die bereits entstandenen Kaliumhydrogentartratkristalle aus dem Wein oder verhindern deren Ausfall im Wein (s. Abbildung 1). Derzeit wenden die meisten Weinkellereien die Kältestabilisierung an. Bei diesem Verfahren wird der Wein bei niedrigen Temperaturen gelagert (bis zu einer Woche bei -4° C). Dieses Verfahren kann durch den Zusatz von Kontaktkristall beschleunigt werden. Entstandene Kristalle werden anschließend aus dem Wein herausgefiltert.

Alternative	Beschreibung
Kaltstabilisierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorherrschende Technologie.</li> <li>• Wein wird auf -4° C abgekühlt (bis zu einer Woche), um die Bildung von Kaliumhydrogentartratkristallen zu unterstützen. Entstandene Kristalle werden anschließend aus dem Wein herausgefiltert.</li> <li>• Die Kühlzeit kann durch den Zusatz von Kontaktkristall verkürzt werden.</li> <li>• Kühl tanks werden benötigt.</li> <li>• Aufgrund der Oxidierung wird das organoleptische Potenzial des Weines beeinträchtigt.</li> </ul>
Elektrodialyse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrodialyse ist ein Trennprozess, bei dem Ionen unter dem Einfluss eines elektrischen Potentials durch eine Membran transportiert werden. Die verwendeten Membranen sind nur für positiv oder negativ geladene Ionen durchlässig.</li> <li>• Elektrodialyse muss installiert werden (Materialkosten).</li> </ul>
Mannoproteine	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verhindern die Kaliumhydrogentartrat-Nukleation.</li> <li>• Zusatzstoff, der vor der Flaschenabfüllung dem Wein direkt zugegeben wird.</li> </ul>
Meta-Weinsäure	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verhindert Bildung und Wachstum von Tartrat-Kristallen.</li> <li>• Wird vor der Flaschenabfüllung dem Wein direkt zugegeben.</li> <li>• Zeitlich begrenzte Effektivität.</li> </ul>

Abbildung 1: In der Ökoeffizienz-Analyse aufgeführte Alternativen.

**DSM Food Specialties**  
P.O. Box 1, 2600 MA Delft -The Netherlands  
TRN 27235314  
www.dsm-oenology.com / www.dsm-foodspecialties.com



**Analyse des ökologischen Fußabdrucks entlang der Wertschöpfungskette**

• **Methodik**

Die Umweltwirkungen von Claristar sind vor allem auf Herstellung und Vertrieb des Produktes zurückzuführen. Diese Vorgänge spielen sich außerhalb der Weinkellerei ab. Bei den herkömmlichen Verfahren (Kältestabilisierung und Elektrodialyse) fallen die wesentlichen Umweltbelastungen jedoch in der Weinkellerei selbst an. Beide Technologien machen Wasser- und Energieverbrauch in der Weinkellerei erforderlich, während dies bei Claristar nicht der Fall ist. Deshalb wurde eine Analyse des ökologischen Fußabdrucks für den gesamten Lebenszyklus des Produktes durchgeführt.

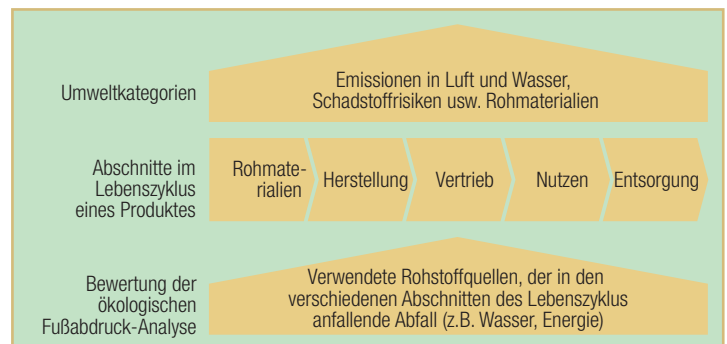


Abbildung 2: Ökologischer Fußabdruck entlang der Wertschöpfungskette

Berechnungen wurden mit der Methode Ökoindikator '99 erstellt. Es handelt sich dabei um eine Ökoeffizienzanalyse (Life Cycle Impact Assessment; Goedkoop, M.; Spriensma, R). Diese Analyse identifiziert diejenigen Stufen im Lebenszyklus eines Produktes, die am stärksten zur Umweltbelastung beitragen.

Die Umweltwirkungen der verschiedenen Verfahren zur Kaliumhydrogentartrat-Stabilisierung wurden auf der Grundlage folgender funktionaler Einheit gemessen: Die Stabilisierung von einem Hektoliter Wein. Entsprechende Systemgrenzen wurden festgelegt und die Umweltwirkun-

gen folgender Verfahren entlang der Wertschöpfungskette erfasst: Kältestabilisierung, Elektrodialyse und Claristar (bei einer Dosierung von 100 ml/hl Wein). Meta-Weinsäure wurde in dieser Studie nicht berücksichtigt, da es nur eine vorübergehende Stabilisierung ermöglicht und deshalb nicht in mit einer Technik verglichen werden kann, die eine langfristige Stabilisierung gewährleistet.

Die Umweltwirkungen wurden für sechs Kategorien festgelegt, die zu mehr als 99 % zum ökologischen Fußabdruck beitragen: Energieverbrauch, Wasserverbrauch, CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, Bodennutzung, Feinstaubpartikel und Schadstoffpotenzial.

Der durchschnittliche Elektrizitätsmix wurde berücksichtigt, um die verschiedenen Kategorien der Umweltbelastung zu bestimmen (z.B. CO<sub>2</sub>-Emissionen). Außerdem wurden die Einsparungen bezüglich Wasserverbrauch, Energieverbrauch und Abwasser (chemischer Sauerstoffbedarf) durch die Anwendung von Claristar in der Weinkellerei berechnet.

#### Wasserverbrauch

Der Wasserverbrauch bezieht sich auf den gesamten Produktlebenszyklus. Die Hauptauswirkungen werden durch direkten Wasserverbrauch in der Produktionsstätte und der Weinkellerei, Wasserverlust während des Wassertransports entlang der gesamten Wasser-Wertschöpfungskette und Wasserverbrauch in der Elektrizitäts-Wertschöpfungskette verursacht.

#### Energieverbrauch

Der Energiekonsum bezieht sich auf sämtliche Stufen der Wertschöpfungskette. Die Hauptbelastungen entstehen durch direkten Energieverbrauch in der DSM Food Specialties Produktionsstätte oder in der Weinkellerei, sowie bei der Produktion des Rohmaterials, dem Transport zum Weingut und der Elektrizitäts-Wertschöpfungskette im Allgemeinen.

#### Emissionen (CO<sub>2</sub>-Equivalent)

Emissionen, die zum CO<sub>2</sub> Fußabdruck beitragen, entstehen hauptsächlich durch den direkten Energieverbrauch in der Weinkellerei oder an der DSM Food Specialties Produktionsstätte, sowie bei der Produktion von Rohmaterial, dem Transport zum Weingut und der Elektrizitäts-Wertschöpfungskette im Allgemeinen.

#### Schadstoffpotenzial

Das Schadstoffpotenzial oder die Humantoxizität wird gemäß EU-Vorschriften für Gefahrstoffe berechnet. Die entsprechenden Werte sind jederzeit abrufbar und die Klassifizierungsmethode ist allgemein anerkannt und weit verbreitet. Beim Schadstoffpotenzial entsteht die Hauptbelastung in der Elektrizitäts-Wertschöpfungskette.

#### Feinstaubpartikel

Feinstaubpartikel sind in fester oder flüssiger Form in Gasen oder Flüssigkeiten zu finden. Die Hauptbelastungen für die Umwelt entstehen in der Elektrizitäts-Wertschöpfungskette.

#### Bodennutzung

Diese Kategorie umfasst die Bodennutzung während des gesamten Produktlebenszyklus. Die Hauptbelastung ist auf landwirtschaftliche Produkte zurückzuführen, z.B. Melasse, die zur Hefeherstellung bei der Produktion von Claristar verwendet wird.

#### • Untersuchungsergebnisse

Die sechs ökologischen Parameter wurden entlang der Wertschöpfungskette für jedes einzelne Verfahren verglichen. Die unten angegebenen Ergebnisse wurden aufgrund von Datenangaben aus mehreren Forschungsberichten und Claristar Produktionsdaten von DSM Food Specialties berechnet. Die hier angegebenen Ergebnisse für die Kaliumhydrogentartrat-Stabilisierung mit Mannoproteinen sind produktspezifisch und beziehen sich ausschließlich auf Claristar, da sie den einzigartigen Herstellungsprozess von DSM Food Specialties berücksichtigen. Weitere Angaben stammen aus Lifecycle Analysis Software, SimaPro, und der etablierten Datenbank Ecolvent.

Europa (pro stabilisierter hl)	Wasser l	Energie MJ	CO <sub>2</sub> -Fußabdruck kg CO <sub>2</sub> -eq	Giftstoffpotenzial kg 14DCB	Partikel g PM10	Bodennutzung m <sup>2</sup>
Kältestabilisierung Durchschnittliche Weinkellerei	14,33	21,23	0,99	3,07	1,28	0,016
Kältestabilisierung Große, ökoeffiziente Weinkellerei	9,17	11,73	0,55	1,70	0,71	0,009
Elektrodialyse (*)	30,54	11,06	0,58	1,69	0,75	0,011
Elektrodialyse (*)	14,99	6,05	0,32	0,86	0,40	0,006
Claristar™ Mannoproteine	6,80	6,17	0,28	0,43	0,30	0,05

**Anmerkung:** \* einschließlich Energieverbrauch für Vorklärung und Bentonit-Schönung bei Weißweinen, die bei der Anwendung von Elektrodialyse getrennt vorgenommen werden muss.

**Abbildung 3:** Umweltbelastungen diverser Verfahren zur Kaliumhydrogentartrat-Stabilisierung entlang der Wertschöpfungskette.

#### Wasserverbrauch

Der höhere Wasserverbrauch bei der Anwendung von Elektrodialyse oder Kältestabilisierung ist auf den direkten Wasserverbrauch in der Weinkellerei und den Wasserverbrauch während der Elektrizitätserzeugung zurückzuführen. Der für Claristar anfallende Wasserkonsum entsteht an der Produktionsstätte und bei der Herstellung von Rohmaterialien.

#### Energieverbrauch

Der höhere Energieaufwand bei der Anwendung von Elektrodialyse oder Kältestabilisierung ist auf den direkten Stromverbrauch in der Weinkellerei zurückzuführen. Der für Claristar berechnete Energieaufwand beinhaltet den gesamten Energieverbrauch zur Herstellung der Rohmaterialien und zur Herstellung von Claristar, sowie den Transport von Claristar zur Weinkellerei.

#### Energieverbrauch umgewandelt in CO<sub>2</sub>-equivalente Emissionen

Claristar weist einen wesentlich niedrigeren CO<sub>2</sub>-Fußab-

druck auf als herkömmliche Verfahren. Die Größe der Weinkellerei und deren Ökoeffizienz spielt dabei keine Rolle. Die größere Umweltbelastung der anderen Technologien hängt unmittelbar mit dem höheren Energieverbrauch zusammen.

**Schadstoffpotenzial**

Claristar weist aufgrund des niedrigeren Energieaufwandes auch ein niedrigeres Schadstoffpotenzial auf. Elektrizitätserzeugung erfordert u.a. den Einsatz von Gefahrstoffen, die das Schadstoffpotenzial erhöhen.

**Feinstaubpartikel**

Bei der Elektrizitätserzeugung entstehen Feinstaubpartikel. Aufgrund des niedrigeren Energieaufwandes werden bei der Anwendung von Claristar auch weniger Feinstaubpartikel erzeugt als bei herkömmlichen Verfahren.

**Bodennutzung**

Die Bodennutzung spielt bei der Herstellung von Claristar aufgrund der Anwendung von Melasse eine größere Rolle als bei der Kälttestabilisierung und der Elektrodialyse. Melasse ist ein Reststoff aus der Zuckerherstellung und dient als Kohlenhydratquelle für die bei der Herstellung von Claristar verwendete Hefe. Der Fußabdruck liegt jedoch lediglich bei 0.05 m<sup>2</sup> Fläche pro Hektoliter stabilisiertem Wein.

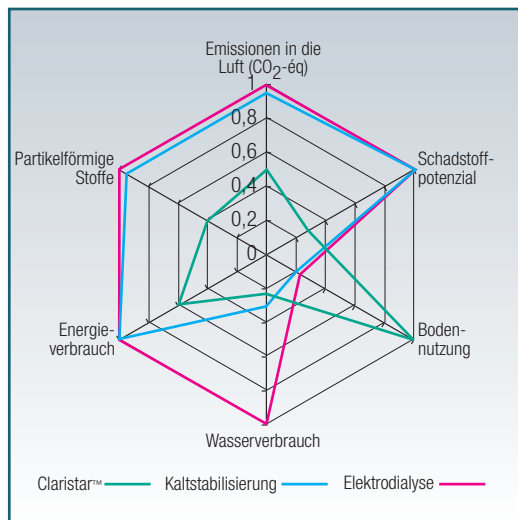


Abbildung 4: Das ökologische Profil für verschiedene Alternativen der Kaliumhydrogentartrat-Stabilisierung.

**Ökoeffizienz der Weingüter**

Zahlreiche Berichte (z.B. L.L. Low et al, 2008; Escudier 2002) vergleichen die Ökoeffizienz von Methoden zur Kaliumhydrogentartrat-Stabilisierung in der Weinkellerei. Die Einsparungen in Bezug auf Wasser- und Energieverbrauch werden in der unten abgebildeten Tabelle aufgeführt. Es wird angenommen, dass sich der niedrigere Wert in der Tabelle auf größere Weingüter bezieht, wie etwa die großen Weingüter der südlichen Hemisphäre (jährliche Erzeugung

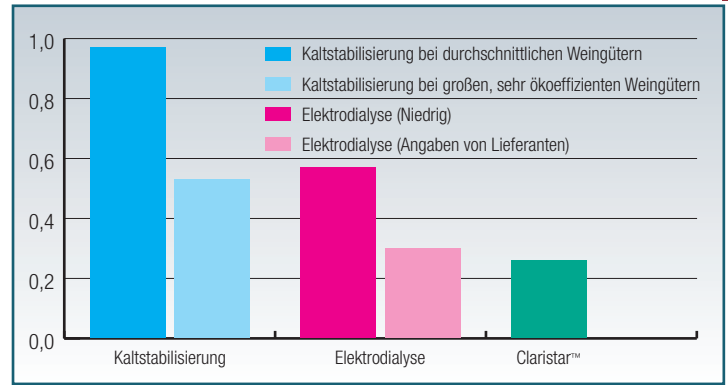


Abbildung 5: CO2-Emissionen für Technologien zur Kaliumhydrogentartrat-Stabilisierung bezüglich der Wertschöpfungskette (Europa.)

	Kältstabilisierung	Elektrodialyse	Claristar™
Energieverbrauch	3,7 -6,7 MJ/hl	2,9 MJ/hl	Unwesentlich
Wasserverbrauch	3,8 - 5 liter/hl	20,7 liter/hl	Unwesentlich

Abbildung 6: Umweltwirkungen verschiedener Verfahren zur Kaliumhydrogentartrat-Stabilisierung.

von 1 Million Hektoliter), auf die in der Forschungsliteratur Bezug genommen wird. Die niedrigeren Werte für die Kälttestabilisierung lassen sich beispielsweise aufgrund der Anwendung von Systemen zur Energierückgewinnung (Anwendung von gekühlten stabilisierten Weinen zur Kälttestabilisierung von Weinen), Dämmung oder anderen energieeffizienten Systemen bei der Weinherstellung erklären. Der höhere Wert in der Tabelle ist von Materiallieferanten angegeben worden. Es wird davon ausgegangen, dass sich dieser höhere Wert auf mittelgroße Weingüter mit einer Jahresproduktion von ca. 20.000 hl bezieht.

**Verringerung des Wasserverbrauchs**

Bei der Anwendung von Mannoproteinen zur Kaliumhydrogentartrat-Stabilisierung wird kein Wasser verbraucht und es fällt kein Abwasser (chemischer Sauerstoffbedarf CSB) an.

**Verringerung des Energieverbrauchs**

Die Anwendung von Mannoproteinen für die Kaliumhydrogentartrat-Stabilisierung vermeidet Energieaufwand und verbessert den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck.

**Schlussbemerkung und Zukunftsaussichten**

*Claristar Mannoproteine sind ein natürliches Produkt, das sich hervorragend zur Kaliumhydrogentartrat-Stabilisierung eignet, und darüber hinaus die Ökoeffizienz der Weinkellerei verbessert. Verglichen mit herkömmlichen Methoden kann durch die Anwendung von Claristar in der Weinkellerei der Energieaufwand entlang der Wertschöpfungskette reduziert, der CO<sub>2</sub>-Fu-*

*Babdruck verbessert und der Wasserverbrauch gering gehalten werden. Je nach Größe und Effizienz der Weinkellerei konnte der Wasser- und Energieverbrauch zwischen 25 bis 50 % und der CO<sub>2</sub> –Fußabdruck zwischen 45 % bis 70 % verringert werden.*

*DSM Food Specialties setzt sich zum Ziel, der Weinindustrie optimale, natürliche und umweltverträgliche Lösungen zu liefern. DSM Food Specialties strebt ebenfalls die Zusammenarbeit mit Kunden an, um eine gemeinsam umweltverträgliche Produkte zu entwickeln und somit die Wünsche und Anforderung der Kunden zur vollsten Zufriedenheit zu erfüllen.*

• **Über die Autoren**

Triple Value Strategy Consulting ist ein unabhängiger Strategieberater, der auf Umweltverträglichkeit, -strategien und -innovationen spezialisiert ist. Das Beratungsbüro kann auf eine langjährige Erfahrung im Bereich Ökoeffizienz-Analysen in verschiedenen Industriezweigen zurückblicken. Die in diesem Bericht angeführten Ergebnisse basieren auf einer eingehenden Prüfung der Umweltverträglichkeitsparameter, um einen Vergleich zwischen den einzelnen Methoden der Weinherstellung zu ermöglichen ([www.triple-value.com](http://www.triple-value.com)).

DSM Food Specialties hat Claristar® entwickelt und ist weltweiter Zulieferer von Produkten für die Lebensmittel- und Getränkeindustrie. DSM hat erkannt, dass der Umweltverträglichkeit seiner Produkte in allen Industriezweigen einschließlich der Weinbranche wachsende Bedeutung beigemessen wird. DSM Food Specialties hat sich zum Ziel gesetzt, seinen Kunden ökoeffiziente Lösungen anbieten zu können, d.h. wettbewerbsfähige Produkte, die die Umweltbelastung der Erde so gering wie möglich halten.

**Quellen**

- Bouissou, D et al. *VigneVini* 11, 2007 pp123-127. *Un Nuovo ingrediente per la stabilizzazione tartarica*
- Escudier, J. L., (2002). *New physical techniques for the treatment of wine: electrodialysis*. Unter [www.vinidea.net/files/1/escudier4engoct02.pdf](http://www.vinidea.net/files/1/escudier4engoct02.pdf) (seit 26. Mai 2009)
- DSM: Die Datenangaben wurden von den Abteilungen für Marketing, Forschung und Entwicklung, Produktion und Versorgung zur Verfügung gestellt. Für Informationen über Claristar®, siehe [www.Claristar.com](http://www.Claristar.com)
- Ecoinvent v2 database (von Swiss Centre for Life Cycle Inventories). Diese Datenbank umfasst aktuelle Informationen über nahezu 4000 industrielle Verfahren.

- [www.etcc-ca.com](http://www.etcc-ca.com)
- <http://www.ameridia.com>.
- Datenangaben von Lieferanten, vertrauliche Mitteilungen und Veröffentlichungen; diese Angaben beziehen sich auf mittelgroße Weinkellereien mit durchschnittlicher Effizienz
- Lin Lin Low, et al. *International Journal of Food Science and Technology*. 2008. 43. 1202-1216. *Economic evaluation of alternative technologies for tartrate stabilization of wines*.
- *California's Energy-Water Nexus: Water Use in Electricity Generation*, D. Larson et al, 2007. *Generation*, D. Larson.

**Fallstudie und Bewertung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks, Thema 1**

Zusätzlich zu den in diesem Artikel vorgestellten Ergebnissen hat DSM 2008 an dem deutschen Pilotprojekt „Product Carbon Footprint“ teilgenommen. Dieses Projekt wurde unter der Trägerschaft des Öko-Instituts (Institut für angewandte Ökologie), dem Potsdamer Institut für Klimaforschung, Thema1 und WWF ins Leben gerufen. Unter den beteiligten Unternehmen befinden sich BASF, Henkel, Tetra Pak und Deutsche Telecom.

DSM entschloss sich, den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck von Claristar bewerten zu lassen. Die in der Öko-Effizienz-Analyse ermittelten CO<sub>2</sub>-Werte wurden weiterhin in Bezug auf Systemgrenzen geprüft. Ermittelt wurde der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck jeder einzelnen Wertschöpfungsstufe. In einer Sensitivitätsanalyse wurde evaluiert wie sich einzelne Parameter bei Veränderungen der Annahmen verhalten.

Die Ergebnisse dieser Fallstudien wurden am 26. Januar 2009 in Berlin auf einem gemeinsamen Symposium in Anwesenheit der Medien vorgestellt. Weitere Information über dieses Pilotprojekt und über die Bewertung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks von Claristar erhalten Sie unter [www.pcf-projekt.de](http://www.pcf-projekt.de).