

Techniken zur Stabilisierung des Weins

Zumeist unproblematische Zusatz- und Behandlungsstoffe

Zur Herstellung eines stabilen und fehlerfreien Weines werden unterschiedliche Zusatz- und Behandlungsstoffe eingesetzt. Unter den im fertigen Produkt verbleibenden Zusatzstoffen ist der in geringen Mengen verwendete Schwefel der wichtigste. Bei den weitgehend wieder ausgeschiedenen Behandlungsstoffen stehen organische und mineralische Schönungsmittel zur Klärung des Mostes im Vordergrund. Entgegen einer verbreiteten Ansicht ist Wein in der Regel mit sehr geringen Rückständen belastet.

psw. Für die Herstellung eines fehlerfreien, stabilen Weines sind häufig verschiedene Zusatz- und Behandlungsstoffe notwendig. Unter *Zusatzstoffen* versteht man Substanzen, die im Wein verbleiben (z. B. Schwefel), unter *Behandlungsstoffen* solche, die nach der Weinbereitung weitestgehend wieder ausgeschieden werden (z. B. Mittel zur Klärung des Weines). Glücklicherweise können im Wein auf Grund des Alkoholgehalts und der vergleichsweise hohen Säure nur einige wenige verderbende Mikroorganismen (z. B. Essigsäurebakterien) gedeihen. Deren Wachstum kann jedoch durch relativ einfache Massnahmen unterbunden werden.

Geringe Schwefelwerte

Der wichtigste Zusatzstoff in der Weinbereitung ist zweifellos der *Schwefel*, der seit der Antike in Form von Schwefeldioxid (SO₂) zum Desinfizieren von Behältern und gegen ein Braunwerden (Oxidation) des Weines eingesetzt wird. Das SO₂ bindet den Sauerstoff und verhindert so ein Oxidieren sowie die Entwicklung von Bakterien und wilden Hefen. Ungeschwefelte Weine altern schnell und weisen dadurch bald einmal Fehlgerüche auf. Völlig schwefelfreie Weine existieren nicht, da einerseits viele Substanzen des Traubenmostes bereits Schwefelkomponenten enthalten und andererseits die Hefen bei der Gärung selbst Schwefel produzieren können (teilweise bis zu 20 mg/l). In der Schweiz und der EU ist der *Höchstgehalt* an Gesamtschwefel bei trockenen Rotweinen auf 160 mg/l festgelegt, ein vergleichsweise tiefer Wert; trotzdem enthalten heute die meisten Rotweine lediglich etwa die Hälfte dieser Schwefelmenge.

Ein Ersatz des Schwefels ist nach wie vor nicht in Sicht, da die positiven Wirkungen die negativen überwiegen. So sind Personen, die auf Schwefel empfindlich reagieren, relativ selten. Sie sollten insbesondere den Konsum von süssen Des-

sertweinen meiden, da diese auf Grund des Restzucker- und Botrytisanteils höhere Mengen Schwefel enthalten dürfen (bis zu 400 mg/l). Ein anderer Nachteil des Schwefels ist, dass er schon in geringer Überdosis geruchlich unangenehm feststellbar ist. Die nach faulen Eiern riechende Schwefelwasserstoffverbindung (H₂S) beispielsweise kann sich unter reduktiven Bedingungen bei zu hohen Schwefeldosen bilden, etwa als Folge der Bekämpfung des Echten Mehltaues mit Schwefel im Rebberg oder eines Mangels an Stickstoff im Traubenmost. Um den Stickstoffgehalt im Most zu erhöhen, wird deshalb in heisseren Regionen häufig *Diammoniumphosphat* dazugegeben. Erwähnt sei zum Vergleich, dass Schwefel in vielen Bereichen der *Nahrungsmittelindustrie* eingesetzt wird. So dürfen z. B. gedörrten Aprikosen 2000 mg Schwefel pro kg zugesetzt werden. Auch *Ascorbinsäure* (Vitamin C) wird als Antioxidans eingesetzt (bis 150 mg/l) und ist degustativ nicht feststellbar. Die in der Lebensmitteltechnik zur Verhinderung von Schimmel vielfach benötigte *Sorbinsäure* unterdrückt das Wachstum von Hefen im Wein; man verwendet sie meistens bei nicht steril filtrierten Weinen mit Restsüsse, um eine Nachgärung in der Flasche zu verhindern. Sie kann allerdings durch Milchsäurebakterien angegriffen werden; das Resultat ist ein geschmacklich feststellbarer Gerantionton. Sorbinsäure wird ausserdem gerne in Kellereien mit geringerem hygienischem Standard benützt.

Zucker und Säure

Zucker ist besonders in kühleren Weingebieten zur Erhöhung des Alkoholgehalts unerlässlich. Meistens wird der zugefügte Zucker vollständig in Alkohol umgewandelt. Zu stark mit Zucker angereicherte Moste können nach der Vergärung allerdings brandig wirken. In gewissen Weingebieten der EU (wie beispielsweise im Burgund) darf entweder Zucker oder Säure, nicht jedoch beides gleichzeitig hinzugefügt werden. Als Zuckerersatz

wird in der EU seit einiger Zeit aus Überschüssen gewonnenes *rektifiziertes Traubenmostkonzentrat* (RTK) propagiert. In Italien darf nur Traubenmostkonzentrat (kein Zucker) verwendet werden. Der Gebrauch ist jedoch umstritten, weil die viskose Flüssigkeit schwierig zu dosieren ist und die RTK-Qualität teilweise schlecht ist. In wärmeren Weinregionen, wie beispielsweise Kalifornien oder Australien, ist die Zugabe von Zucker verboten.

In heissen Jahren oder in Weinregionen mit überdurchschnittlich viel Sonnenschein kann die Zugabe von *Säure* notwendig werden, um den Wein zu stabilisieren. Säuren wirken stark antibakteriell und senken den pH-Wert des Weines, der dadurch weniger anfällig auf mikrobielle Fehlentwicklungen wird. In Weinregionen wie Kalifornien oder Australien ist die Zugabe von natürlicher *Weinsäure* oder *Zitronensäure* häufig unumgänglich. Die billigere Zitronensäure kann allerdings im Wein durch Hefen und Milchsäurebakterien angegriffen werden. Beim biologischen Säureabbau (BSA) wird die aggressivere Apfelsäure im Wein zur weicher schmeckenden *Milchsäure* umgewandelt. Der BSA wird bei fast allen Rotweinen, in der Schweiz auch bei den meisten Weissweinen, durchgeführt. Im Normalfall sind im Wein genügend natürliche Milchsäurebakterien vorhanden, um den Prozess in Gang zu bringen. Seit einiger Zeit werden jedoch insbesondere im Ausland gezielt Milchsäurebakterien dazugegeben, um den BSA besser zu kontrollieren.

Umsichtige Klärung der Moste

Verschiedene Behandlungsmittel werden zur Stabilisierung und Klärung (Schönung) des Mostes oder Weines eingesetzt. Ziel ist es, mit ihnen die im Wein vorkommenden Schwebeteilchen und überschüssigen Gerbstoffe zu entfernen, um Trübungen und mögliche Fehlentwicklungen zu verhindern. Grob können *organische Schönungsmittel* (Eiweiss, Gelatine, Hausenblase usw.) und *mineralische Schönungsmittel* (Bentonit, Aktivkohle usw.) unterschieden werden. Bentonit (eine Art Tonerde) und organische Schönungsmittel wie Eiweiss sind nach erfolgter Klärung nur noch in kleinsten Mengen nachweisbar. Praktisch alles setzt sich mit den zu entfernenden Trubteilchen auf dem Boden des Behälters (Fass oder Tank) ab. Je nach Schönungsmittel werden dem Wein allerdings auch wertvolle Geschmacksstoffe entzogen. Aus diesem Grund werden sie für qualitativ hochstehende Weine nur vorsichtig oder überhaupt nicht verwendet. Weine mit geruchlichen und geschmacklichen Fehlern

(Böckser) können mit *Kupfersulfat* geschönt werden; der Gehalt im behandelten Wein darf aber 1 mg/l nicht überschreiten. Überschüssiges Kupfer und Eisen (z. B. von Kellergeräten herrührend) muss aus dem Wein entfernt werden, um Trübungen zu verhindern. Dies geschieht meistens mit *Kaliumhexacyanoferrat* (Blauschönung). Mit dem zunehmenden Einsatz von Kunststoffen und Edelstahl im Keller wird diese problematische Behandlung glücklicherweise immer seltener.

Viele Weine werden heute mit *Reinzuchthefen* vergoren. Die nach unterschiedlichen Eigenschaften selektionierten Hefen machen den vormals heiklen Gärverlauf berechenbarer und schneller. Ist die Gärung beendet, reduziert sich die Löslichkeit der Weinsäure auf Grund des Alkohols im Wein, und ein Teil wird in kristalliner Form als sogenannter «Weinstein» ausgefällt. Da ein Weinsteindepot in der Flasche heutzutage von den Kunden beanstandet wird, sorgt man durch Herunterkühlen im Tank während ein bis drei Wochen dafür, dass Weinstein nicht in der Flasche auftritt. Beim neuerdings praktizierten Kontaktprozess werden für die Weinsteinausfällung *Weinsäurekristalle* hinzugefügt; die Kühldauer reduziert sich dadurch beträchtlich.

Kaum Rückstände

Entgegen der teilweise verbreiteten Meinung ist Wein im Vergleich zu anderen Nahrungsmitteln in der Regel mit *sehr geringen Rückständen* belastet. Grund dafür sind insbesondere die verschiedenen Verarbeitungsstufen, in denen die meisten Fremdstoffe, selbst Schwermetalle, ausgefällt werden. So metabolisiert die Hefe während der alkoholischen Gärung einen Grossteil der noch im Wein verbliebenen Spritzmittel zu harmlosen Stoffen. Viele der heute üblichen *synthetischen Pflanzenschutzmittel* sind im Gegensatz zu Kupfer biologisch abbaubar und hinterlassen - wenn überhaupt - nur noch geringste Rückstände. Problematisch können gewisse *Fungizide* sein, die im Wein jedoch mit deutlich geringeren Rückständen als in Früchten und Gemüsen anzutreffen sind. Angesichts des gestiegenen Umweltbewusstseins und der hohen Kosten für Agrochemikalien ist das Interesse der Winzer an einer zurückhaltenden Ausbringung dieser Mittel stärker denn je. Auch ermöglicht die im Vergleich zu Gemüsen und Früchten wesentlich längere Lagerung und spätere Konsumationsdauer des Weines ein zusätzliches Absetzen und Reduzieren unerwünschter Rückstände. Schwermetalle wie Blei, Cadmium, Kupfer und Zink können auf verschiedene

Weise in den Wein gelangen. Man hat herausgefunden, dass heute eine der Hauptursachen für erhöhte Bleiwerte im Wein alte *Messinggerätschaften* in den Kellern sind. Diese finden sich vor allem noch in klassischen Weinbauregionen mit kleineren, älteren Betrieben. Amerikanische und australische Weine weisen dagegen meistens tiefere Bleiwerte auf, weil die Keller vorwiegend mit Chromnickelstahl ausgestattet sind.

Nicht zuletzt aus Angst vor Rückständen geben immer mehr Konsumenten *biologisch hergestellten* Weinen den Vorzug. Diese enthalten jedoch *keineswegs weniger Schwermetalle* wie etwa Kupfer und Blei. Manche Schwermetalle sind auf

Grund der Verwendung als Spritzmittel (insbesondere Kupfersulfat) in biologisch hergestellten Weinen häufig sogar in höheren Dosen feststellbar. Allerdings gilt es zu beachten, dass generell die Rückstände im Wein derart bescheiden sind, dass selbst ein leicht erhöhter Wert immer noch weit unter dem vom Gesetzgeber vorgesehenen Grenzwert liegt. Kupfer, das als «nichtsynthetisches» Pflanzenschutzmittel seit 1885 weltweit gegen den Falschen Mehltau versprüht wird, führt indessen *im Rebberg* zu einer oft schweren toxischen Belastung der Böden.

Die wichtigsten Arten epidemiologischer Studien

Ökologische Studien

J. O. Beobachtet werden ganze Länder oder Bevölkerungsgruppen. So vergleicht man beispielsweise auf Grund von Statistiken die Herzinfarktraten zweier Länder mit dem Pro-Kopf-Verbrauch an Alkohol und anderen Einflussfaktoren. Eine der bekanntesten ökologischen Studien dieser Art ist unter dem Namen «*French paradox*» bekannt geworden. Darin wird festgestellt, dass die Herzinfarktrate in Frankreich gegenüber anderen Ländern wie etwa Grossbritannien oder den Vereinigten Staaten markant niedriger ist, obwohl sich Franzosen, Briten und Amerikaner kaum im Konsum von gesättigten Fettsäuren und im Serumcholesterin unterscheiden. Allerdings ist der Weinkonsum in Frankreich deutlich höher, weshalb die Forscher daraus eine schützende Wirkung ableiteten. Wie aus diesem Beispiel hervorgeht, eignen sich ökologische Studien deshalb lediglich zum Aufstellen von *Hypothesen*, weil neben dem Wein verschiedene andere Faktoren, wie beispielsweise der Lebensstil und die Arbeitsgewohnheiten, das Klima, eine andere Ernährung, ein anderes Trinkverhalten, die genetische Disposition usw., ebenfalls für die unterschiedliche Herzinfarktrate verantwortlich sein könnten. So leben z.B. Weintrinker in den Vereinigten Staaten oft gesünder, haben einen höheren Sozialstatus und eine bessere Krankenversicherung als die durchschnittliche amerikanische Bevölkerung. Ausserdem sagt der Pro-Kopf-Weinkonsum nichts darüber aus, ob sich die Menge gleichmässig auf die Gesamtbevölkerung verteilt oder nur eine kleine Gruppe betrifft. Wissenschaftlich *haltbare, kausale* Zusammenhänge dürfen somit von dieser Studienart *nicht* erwartet werden.

Fall-Kontrollstudien

Man wählt die Leute auf Grund eines *spezifischen Krankheitsbildes* aus. Beispielsweise werden Personen, die einen Herzinfarkt erlitten haben, nach ihren Ess- und Trinkgewohnheiten befragt und mit einer *gesunden* Bevölkerungsgruppe verglichen. Hierbei besteht die Möglichkeit von *Verfälschungen*, weil kontinuierliche Messungen fehlen, die Befragungen *rückwirkend* erfolgt, sich die Probanden ungenau erinnern oder ihren tatsächlichen Alkoholkonsum verniedlichen. Weiter kann es zu einer *problematischen Auswahl* der «gesunden» Kontrollgruppe kommen. In zwei Fall-Kontrollstudien dienten z. B. hospitalisierte Patienten als Referenzpopulation, wobei Personen mit Gallenblasenoperationen und Unfällen nicht ausgeschlossen wurden. Gallensteine und Unfälle sind jedoch häufig mit Alkoholkonsum assoziiert. Eine in diesen Studien festgestellte Schutzwirkung des Alkohols könnte daher auf einem überproportionalen Anteil von Alkohol konsumierenden Personen im Vergleich zur normalen Bevölkerung beruhen.

Kohortenstudien (Langzeit-Beobachtungsstudien)

Die Selektion erfolgt nach dem Risikofaktor (z. B. Alkoholkonsum), und untersucht wird die *Weiterentwicklung* des Gesundheitszustandes einer repräsentativen Bevölkerungsgruppe. So werden z. B. Personen, die Alkohol konsumieren, mit Abstinente(n) auf das zukünftige Auftreten eines Herzinfarktes hin geprüft. Regelmässige prospektive ärztliche Untersuchungen und Befragungen sichern einen deutlich zuverlässigeren Informationsstand. Entsprechend sind die Ergebnisse wesentlich aussagekräftiger. Allerdings lassen sich auch mit dieser Studienanlage *systematische Fehlerquellen* nicht absolut vermeiden. So wurde etwa in der berühmten

«American Cancer Society»-Studie aus dem Jahre 1990 ein 1,2mal höheres Herzinfarktrisiko bei nur sporadisch Alkohol Konsumierenden gegenüber Männern mit regelmässiger Einnahme von 1 bis 5 Drinks pro Tag gefunden. Da dann in dieser Studie die Personen mit sporadischem Trinkverhalten und höherer Infarktrate zu den Alkoholkonsumenten gezählt wurden (Missklassifikation), könnte dies zu einer Verschleierung eines schützenden Effekts von regelmässigem Alkoholgenuß führen.

Meta-Analysen

Die *Teilnehmerzahl* bei vielen Studien reicht oft nicht aus, um kleinere, jedoch klinisch bedeutsame Unterschiede nachzuweisen. So kann es zu Ergebnissen kommen, die keine Differenzen aufzeigen, obwohl solche in Wirklichkeit bestehen. Meta-Analysen fassen die Daten mehrerer vergleichbarer Studien zusammen. Dadurch erhalten die Ergebnisse wegen der grösseren Probandenzahl eine bessere statistische Aussagekraft. Auch dieser Untersuchungsansatz bleibt nicht von Kritik verschont. Der wichtigste Einwand betrifft den sogenannten «*Publikations-Bias*»: Es zeigt sich, dass medizinische Studien, in denen sich die von den Autoren aufgestellten Hypothesen nicht bewahrheiteten, häufig *nicht publiziert* werden. Eine Meta-Analyse muss jedoch alle Daten, d. h. auch nichtveröffentlichte, analysieren. Die grosse Herausforderung besteht nun darin, zu diesen Daten zu kommen beziehungsweise herauszufinden, wer was nicht publiziert hat.

Regulierung in der Schweiz

psw. In der Schweiz wird der Gebrauch von Zusatz- und Behandlungstoffen, gestützt auf Art. 4 des Lebensmittelgesetzes und Art. 7, 8 und 9 der Lebensmittelverordnung, vorwiegend in der *Fremd- und Inhaltsstoffverordnung* (FIV) und der *Zusatzstoffverordnung* (ZuV) geregelt. Die dabei festgelegten Toleranz- und Grenzwerte entsprechen weitgehend den EU-Vorschriften. In der EU stützt sich die Regelung vor allem auf die Verordnungen Nr. 822/87 (3), Nr. 1972/78 (76) sowie Nr. 3220/90 (80).