

Wieso SO₂?

Quelle: Weinqualität sichern durch richtige Schwefelung: <https://lvwo.landwirtschaft-bw.de/pb/,Lde/671134>

- Schutz vor unerwünschten Infektionen mit Hefen, Bakterien und Schimmelpilzen
- Ausnützung selektiver Effekte zur Förderung der erwünschten Hefepopulation *S. cerevisiae*
- Abbindung sensorisch nachteiliger Gärungsmetaboliten
- Oxidationsschutz
- Inaktivierung von sauerstoffübertragenden Enzymen
- Schutz vor nachteiligen Oxidationseinflüssen während der Lagerung
- Stilprägung und Qualitätssicherung

Nomenklatur (Fachausdrücke)

Quelle: Weinqualität sichern durch richtige Schwefelung: <https://lvwo.landwirtschaft-bw.de/pb/,Lde/671134>

freie SO_2 + gebundene SO_2 = gesamte SO_2

Die freie SO_2 beinhaltet je nach pH- Wert die folgenden Zustandsformen, welche ungebunden vorliegen:



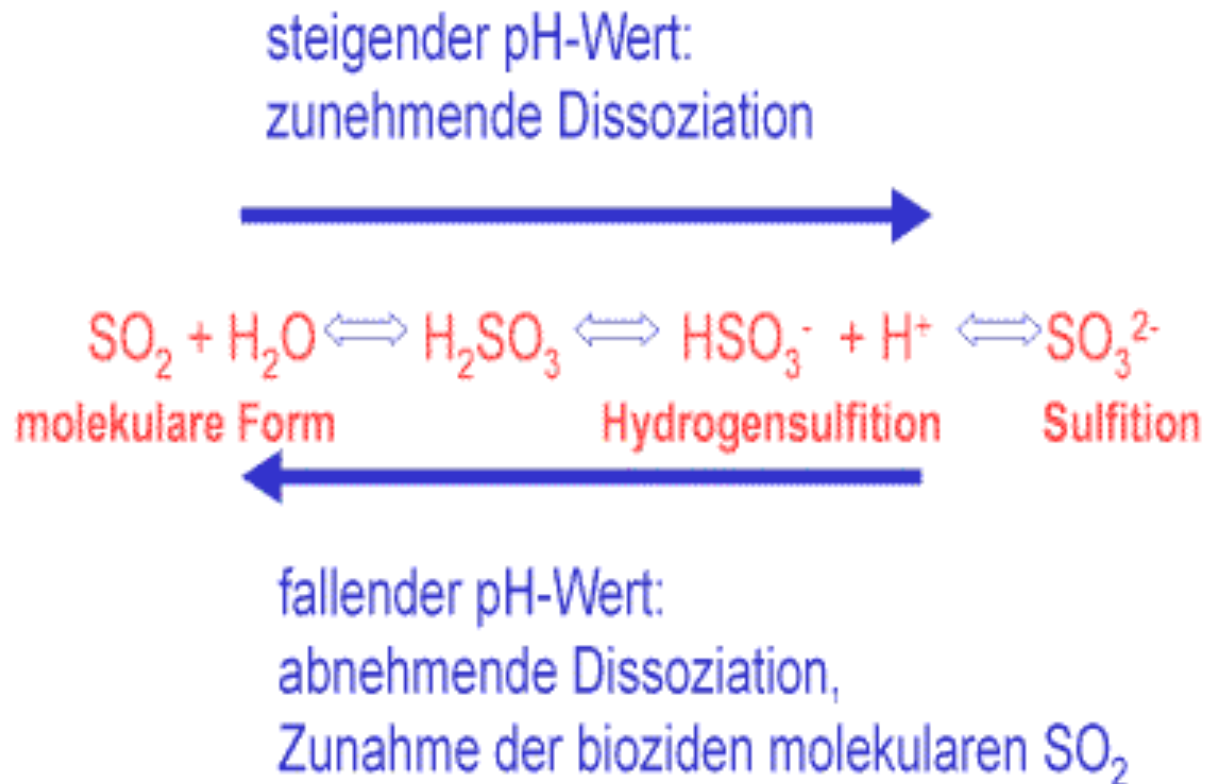
Die Sulfitform SO_3^{2-} kann Sauerstoff binden und wird dadurch zu Sulfat SO_4^{2-} oxidiert.

Die **gebundene SO_2** ist an verschiedenen Weininhaltsstoffen aus der alkoholischen Gärung und aus anderen mikrobiellen Stoffwechselprozessen angelagert bzw. irreversibel gebunden.

Welche Formen gibt es?

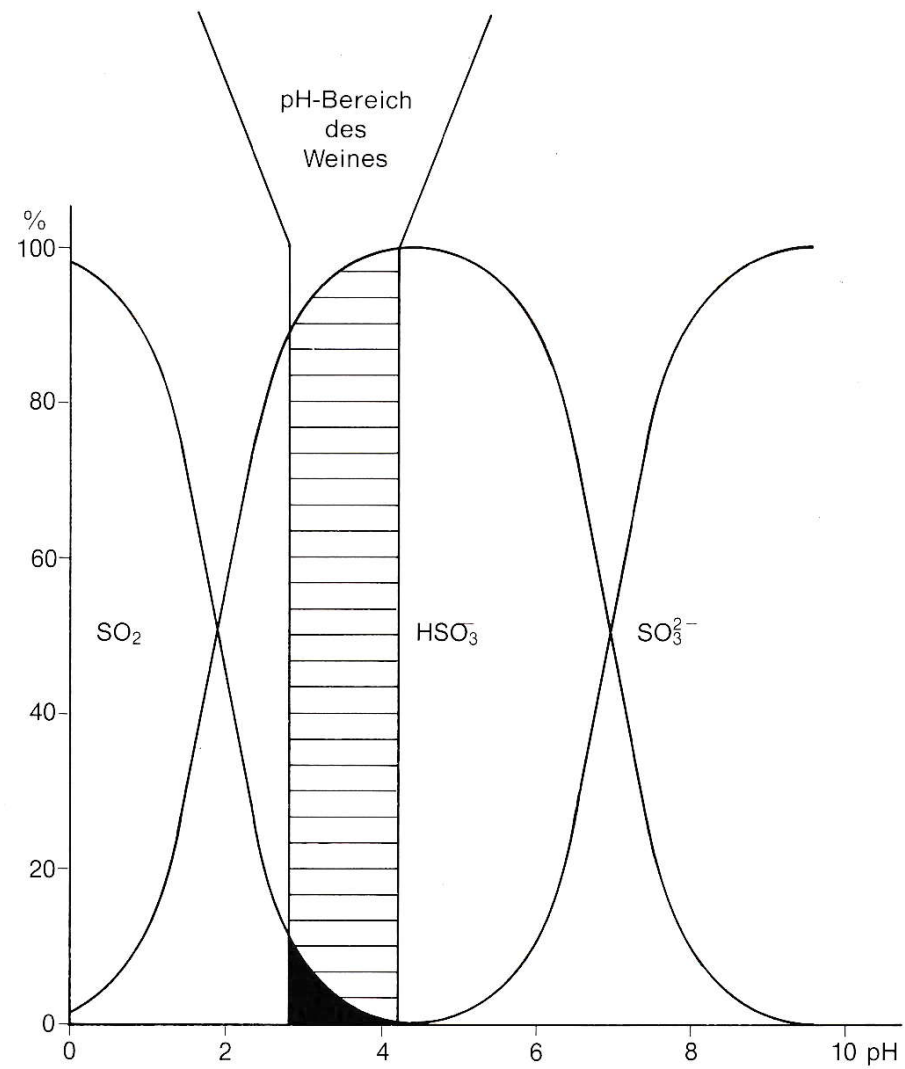
Quelle: Weinqualität sichern durch richtige Schwefelung: <https://lvwo.landwirtschaft-bw.de/pb/,Lde/671134>

Dissoziationsgleichgewicht der „schwefligen Säure“



Protolysebereiche der schwefeligen Säure

Quelle: „Chemie des Weines“ von Gottfried Würdig und Richard Woller, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1989, ISBN 3-8001-5815-9



Wie viel freie SO₂ liegt bei welchem pH- Wert vor?

Quelle: Prof. Dr. Manfred Großmann, Vortrag anlässlich des 19. Oenologischen Symposiums von Eaton am 2. September 2015 in Neustadt

pH- We rt	Relative mikrobiozide Wirkung von 50 mg freie SO ₂ bezogen auf pH 3,2 = 100%	Bedarf an freier SO ₂ , um die gleiche mikrobiozide Wirkung von 50 mg/l freie SO ₂ bei pH 3,2 zu erzielen
2,8	244%	20 mg/L
2,9	192%	26 mg/L
3,0	155%	32 mg/L
3,1	125%	40 mg/L
3,2	100%	50 mg/L
3,3	80%	63 mg/L
3,4	64%	78 mg/L
3,5	51%	98 mg/L
3,6	41%	122 mg/L
3,7	33%	152 mg/L
3,8	26%	192 mg/L
3,9	21%	238 mg/L
4,0	16%	313 mg/L

Wie viel freie SO₂ in mg/ L braucht es bei welchem pH Wert?

Quelle: Weinqualität sichern durch richtige Schwefelung: <https://lvwo.landwirtschaft-bw.de/pb/,Lde/671134>

pH Wert	0,5 mg/l molekulare SO ₂	0,825 mg/l molekulare SO ₂	2 mg/l molekulare SO ₂	4 mg/l molekulare SO ₂
2,8	5	9	21	42
3,0	8	14	32	64
3,2	12	20	49	98
3,4	19	32	76	152
3,6	30	51	120	240
3,8	47	80	189	378
4,0	75	128	299	598
4,2	119	202	476	952

Notwendige Menge an freier SO₂ (mg/l) zur Erreichung verschiedener Konzentrationen an molekularer SO₂ in Abhängigkeit vom pH-Wert

Wie viel molekulare SO₂ braucht es zum Hemmen von Mikroorganismen?

Quelle: Mail vom 10. August 2015 von Prof. Dr. Manfred Großmann

Die molekulare SO₂, ohne elektrische Ladung, hat eine mikrobizide Wirkung. Die Angaben sind Richtwerte zur Hemmung diverser Mikroorganismen und stammen ursprünglich aus dem Buch „Wine Microbiology“ von Fugelsang und Edwards, Springer Verlag, 2007.

Wichtig:

Die angegebenen Werte hemmen das Wachstum und töten die Mikroorganismen nicht komplett ab. Je nach Spezies gibt es grosse Bandbreiten!

Weinhefen (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	0.8 mg/ L
Essigsäurebakterien (<i>Acetobacter</i>)	0.8 mg/ L
Milchsäurebakterien	0.4 mg/ L
Brettanomyceten	0.4 bis 0.6 mg/ L
Schadhefen (z.B. <i>Zygosaccharomyces</i>)	2.0 bis 3.0 mg/ L

Fies:

Gerade bei hohen pH- Werten (> 3.5) gibt es viele Schadmikroorganismen, die gut wachsen. Und ausgerechnet bei hohen pH- Werten ist die molekulare SO₂ am wenigsten vorhanden!

Welches sind die erlaubten Grenzwerte des Gesamtschwefeldioxid- Gehaltes bei trinkfertigen Weinen?

Quelle: „Liste der zulässigen önologischen Verfahren und Behandlungen sowie ihre Grenzen und Bedingungen gemäss Anhang 9 der Getränkeverordnung“, Tabelle 2, Punkt 2 (Konservierungsstoffe und Antioxidantien), Anhang Teil B

Grenzwerte für den Schwefeldioxidgehalt der Weine

A. Schwefeldioxidgehalt der Weine

1. Der **Gesamtschwefeldioxidgehalt** der Weine, mit Ausnahme von Schaumweinen und Likörweinen, darf zum Zeitpunkt des Inverkehrbringens zum unmittelbaren menschlichen Verbrauch folgende Werte nicht überschreiten:

a) 150 mg/l bei Rotwein;

b) 200 mg/l bei Weißwein und Roséwein.

2. Unbeschadet der Nummer 1 Buchstaben a und b erhöht sich die Höchstgrenze des Schwefeldioxidgehalts bei Weinen, die einen als Summe aus Glucose

und Fructose berechneten Zuckergehalt von **5 g/l oder mehr haben**, auf

a) 200 mg/l bei Rotwein;

b) 250 mg/l bei Weißwein und Roséwein;

c) 300 mg/l bei:

— Wein, für den nach den Unionsbestimmungen die Bezeichnung „Spätlese“ verwendet werden darf;

d) 350 mg/l bei:

— Wein, für den nach den Unionsbestimmungen die Bezeichnung „Auslese“ verwendet werden darf;

e) 400mg/l bei:

— Wein, für den nach den Unionsbestimmungen die Bezeichnungen „Beerenauslese“, „Ausbruch“, „Ausbruchwein“, „Trockenbeerenauslese“, „Strohwein“, „Schilfwein“ und „Eiswein“ verwendet werden dürfen;

Welches sind die erlaubten Grenzwerte des Gesamtschwefeldioxid- Gehaltes bei trinkfertigen Weinen?

Quelle: „Liste der zulässigen önologischen Verfahren und Behandlungen sowie ihre Grenzen und Bedingungen gemäss Anhang 9 der Getränkeverordnung“, Tabelle 2, Punkt 2 (Konservierungsstoffe und Antioxidantien), Anhang Teil B

3. Nicht relevant für die Schweiz

4. In Jahren, in denen die Witterungsbedingungen dies ausnahmsweise erforderlich machen, kann zugelassen werden, dass der höchstzulässige Gesamtgehalt

an Schwefeldioxid von weniger als 300 mg/l um höchstens 50 mg/l erhöht wird.

5. Nicht relevant für die Schweiz

B. Schwefeldioxidgehalt der Likörweine

Der Gesamtschwefeldioxidgehalt der Likörweine darf zum Zeitpunkt des Inverkehrbringens zum unmittelbaren menschlichen Verbrauch folgende Werte nicht

überschreiten:

a) 150 mg/l, wenn der Zuckergehalt weniger als 5 g/l beträgt;

b) 200 mg/l, wenn der Zuckergehalt 5 g/l oder mehr beträgt.

30/36

C. Schwefeldioxidgehalt der **Schaumweine**

1. Der Gesamtschwefeldioxidgehalt der Schaumweine darf folgende Werte nicht überschreiten:

a) 185 mg/l für alle Kategorien von Qualitätsschaumwein und

b) 235 mg/l für die übrigen Schaumweine.

2. Wenn es die Witterungsverhältnisse auf bestimmten Weinanbauflächen erforderlich machen, kann zugelassen werden, dass der höchstzulässige Gesamtgehalt an Schwefeldioxid um höchstens 40 mg/l erhöht wird, sofern die Weine, für die diese Genehmigung erteilt worden ist, nicht in ein anderes Land versandt werden.

Welche Produkte gibt es zum „Schwefeln“?

Quelle: „Liste der zulässigen önologischen Verfahren und Behandlungen sowie ihre Grenzen und Bedingungen gemäss Anhang 9 der Getränkeverordnung“, Tabelle 2, Punkt 2 (Konservierungsstoffe und Antioxidantien)

Quelle: Weinqualität sichern durch richtige Schwefelung: <https://lvwo.landwirtschaft-bw.de/pb/,Lde/671134>

Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Kaliumdisulfit>

Schwefelanhydrid (gasförmiges SO_2)

5/ 10/ 20/ 40 % wässrige Lösungen

Kaliumsalz der di-schwefeligen Säure —> Kaliumpyrosulfit oder Kaliumdisulfit oder Kaliummetabisulfit genannt (E224)

—> ist ein Pulver, 50%

Unter sauren Bedingungen spaltet es Schwefeldioxid ab:

Beispiel: $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5 + 2 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{KCl} + 2 \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Welches ist der quantitativ wichtigster Bindungspartner?

Quelle: Weinqualität sichern durch richtige Schwefelung: <https://lvwo.landwirtschaft-bw.de/pb/,Lde/671134>

Quelle: „Schwefeldioxidreduktion im Wein durch Kontrolle der Carbonylverbindungen“ von Prof. Dr. Ramón Mira de Orduña Heidinger et al., Deutsches Weinbau- Jahrbuch 2016 (67. Jahrgang), Verlag Eugen Ulmer

Acetaldehyd

Gehalte von 12 bis 60 mg/ L (Bandbreite 0-240 mg/ L)

Richt nach grünem Apfel (Luftton)

Mostschwefelung —> Hefe bildet mehr Acetaldehyd!

Gärstörungen führen zu höheren Werten

1 mg/ L Acetaldehyd binden 1.45 mg/ L SO₂ ab -> sensorisch neutral

Bindung ist sehr stabil und belastet dadurch die Schwefelbilanz (gesamte SO₂)

Ist vor allem in Weissweinen ein Thema

Welche weiteren Karbonylverbindungen binden SO₂ ab?

Quelle: Weinqualität sichern durch richtige Schwefelung: <https://lvwo.landwirtschaft-bw.de/pb/Lde/671134>

Quelle: „Schwefeldioxidreduktion im Wein durch Kontrolle der Karbonylverbindungen“ von Prof. Dr. Ramón Mira de Orduña Heidinger et al., Deutsches Weinbau- Jahrbuch 2016 (67. Jahrgang), Verlag Eugen Ulmer

Glucose

Acetoin

Galakturonsäure

Ketoglutarsäure

Brenztraubensäure (Pyruvat)

Wie Schwefelfresser vermeiden?

Quelle: Weinqualität sichern durch richtige Schwefelung: <https://lvwo.landwirtschaft-bw.de/pb/Lde/671134>

Quelle: „Schwefeldioxidreduktion im Wein durch Kontrolle der Carbonylverbindungen“ von Prof. Dr. Ramón Mira de Orduña Heidinger et al., Deutsches Weinbau- Jahrbuch 2016 (67. Jahrgang), Verlag Eugen Ulmer

Schwefelfresser = Bindungspartner mit SO₂

Gesundes Lesegut verarbeiten

Hohe SO₂ Zugaben zum unvergorenen Lesegut vermeiden

Zugabe von Thiamin (Vitamin B1) verhindert die Bildung von Brenztraubensäure (Pyruvat)

Durchgären ohne Störungen auf unter 2 g/ L Restzucker.

Ziel: Hefeaktivität bis zum Schluss erhalten (Einsatz von Spezialnährstoffen?)

Eine Gärung **nicht** mit SO₂ abstoppen —> Gärungszwischenprodukte werden so abgebunden

Biologischer Säureabbau (BSA)

—> O. oeni- Stämme bauen vor allem Ketoglutarsäure, Brenztraubensäure und Acetaldehyd ab

Wichtig!: Nicht sofort, sondern 7 bis 10 Tage nach dem Abbau der Äpfelsäure die SO₂- Gabe vorsehen

Einsatz von Nicht- Saccharomyceten