

¿Qué hace el azufre en el vino?

de Volker Schneider

El 99,5% de todos los viticultores afirman que sin SO₂ no se podría prensar un vino aceptable. ¿Pero qué hacen realmente en el vino los tristemente célebres sulfitos? ¿No se puede renunciar a ellos? ¿Y es posible como mínimo reducir la cantidad de azufre en el vino?

En primer lugar hay que decir que el vino no se trata con azufre sino como mucho con dióxido de azufre (SO₂). El azufre elemental es un polvo amarillo cuya combustión produce el dióxido de azufre utilizado en la vinificación. En el medio líquido reacciona en gran medida al ácido sulfuroso. Éste existe parcialmente relacionado en sus sales que se llaman sulfitos. Los conceptos dióxido de azufre, SO₂, ácido sulfuroso y sulfito son intercambiables parcialmente en el uso general mientras que la designación banal de azufre pasa por delante de las circunstancias reales.

El efecto de conservación del azufre que emana vapores en el vino ya era conocido por las culturas de la Antigüedad y más tarde, en la Edad Media, se utilizó en las regiones vinícolas centroeuropeas. Desde este periodo y especialmente desde el inicio del siglo XX el uso del dióxido de azufre sufrió cada vez más restricciones con lo que los métodos de conservación permitidos se redujeron. Esto fue posible porque el dióxido de azufre se pudo delimitar y utilizar en menor cantidad gracias una mejor técnica de asignación de su funcionamiento y a mejores conocimientos enológicos.

La delimitación creciente de los valores máximos permitidos de SO₂ se lleva a cabo sobre todo por consideraciones toxicológicas. La justificación objetiva de este tipo de consideraciones no es del todo fiable porque de todos modos en el cuerpo humano se forman cada día 2.000 mg de SO₂ aproximadamente mediante la descomposición de las proteínas que se transforman en sulfatos por procesos enzimáticos y como tales se eliminan por la orina. El consumo diario de una botella de vino con una media de 100 mg de SO₂ aumenta el metabolismo natural del SO₂ en el cuerpo en sólo un 5% por lo cual prácticamente no se deberían producir problemas toxicológicos. Con total seguridad en ningún caso es responsable de un malestar el día siguiente.

La declaración vigente en la UE desde 2005 sobre el dióxido de azufre en las etiquetas de vino se dirige principalmente a alérgicos. En efecto un pequeño porcentaje de la población reacciona, en especial los asmáticos, mostrándose sensibles al contacto oral con el dióxido de azufre. También deben evitar otros estimulantes y alimentos como la fruta seca, la verdura marinada o el polvo de patatas que también contienen dióxido de azufre como conservante.

Cuando los viticultores mantienen el contenido de SO₂ de sus vinos lo más bajo posible, intentan sobre todo con este hecho de fondo que se considere su vino como un producto lo más natural posible. Por definición un vino conserva las uvas limpias a través de la fermentación del jugo. Los viticultores que trabajan especialmente con productos biológicos u orgánicos se guían por esta definición original y purista del vino y reducen al mínimo la utilización de productos aditivos y conservantes exógenos. En este sentido la utilización de ácido sulfuroso siempre tiene que demostrar su eficacia. La cuestión es qué tareas debe cumplir, cuándo y en qué cantidad debe emplearse, cómo se pueden reducir las cantidades utilizadas y si son posibles los vinos de calidad sin añadir SO₂.

La fijación de SO₂ es responsable de un total elevado de SO₂

El ácido sulfuroso cumple tres funciones en un vino. Éstas son

1. una estabilización microbiológica
2. una protección frente a la oxidación y
3. una fijación de subproductos activos olorosos de fermentación.

Para que el SO₂ pueda cumplir estas funciones en el vino, debe existir en su forma libre. No obstante este es el caso sólo en algunas ocasiones. Una cantidad variable y a menudo superior está relacionada con el contenido del vino. Ambas formas, SO₂ libre y fijado, revelan en total el SO₂ completo. A ello se refieren los valores máximos legales.

Para mantener los niveles de SO₂ lo más bajos posibles, existe un interés justificado por minimizar la cantidad del SO₂ fijado. Es una carga en su mayor parte sin ningún uso. La manera de reducir puede consistir en disminuir el contenido de vino responsable de su fijación. Para ello existen diferentes posibilidades disponibles principalmente según el tipo de almacenamiento. Para comprender su efecto es indispensable una reflexión inmediata acerca de su pareja de fijación.

Fijación de SO₂ mediante acetaldehído

El más importante de estas parejas de fijación es el acetaldehído. 1 mg del cual fija 1,45 mg de SO₂. Primero si el acetaldehído se ha fijado completamente al SO₂, el SO₂ puede quedar en forma libre. El SO₂ libre y el acetaldehído libre se excluyen mutuamente. La característica principal de los acetaldehídos libres es su olor particular que se transfiere como un olor característico y es considerado defectuoso en vinos afrutados.

El acetaldehído se origina a partir del metabolismo del fermento y es un subproducto de fermentación alcohólica. Su fijación se lleva a cabo dependiendo de las condiciones de fermentación. Como más lenta y represiva sea la fermentación, más se acumula en el vino y como consecuencia hay una necesidad de SO₂ superior para su saturación. En condiciones óptimas de fermentación se pueden alcanzar valores de 3 mg/L o inferiores. Sin embargo, si la fermentación se produce lentamente, se pueden producir valores muy superiores. La causas más frecuentes de fermentaciones lentas son una temperatura de fermentación demasiado baja, un abastecimiento demasiado bajo de nutrientes de

fermento, un fermento débil o una graduación del mosto demasiado elevada.

Especialmente si hay azúcar residual en el que el fermento permanece o los vinos se detienen de nuevo más tarde en una fermentación posterior, se alcanzan cantidades superiores de acetaldehído. Este tipo de fermentaciones posteriores son responsables del fenómeno llamado «consumo de azufre». Se trata de vinos que hasta que no presentan SO_2 libre su SO_2 total es superior al límite de valor legal.

Punto de sulfurización

Si antes de la fermentación de las uvas o el mosto ya se ha producido el SO_2 , el fermento lo interpreta como tóxico e intenta liberarse de él. De esta manera se crea una cantidad correspondiente de acetaldehído para evitar la fijación. El SO_2 fijado en acetaldehído no tiene efecto frente al fermento. Si en un caso típico antes del inicio de la fermentación se utilizan 50 mg/L de SO_2 , se excluyen del sistema 25 mg/L aproximadamente mediante la oxidación del sulfato. Los 25 mg/L restantes se fijan al acetaldehído y debilitan en cualquier caso el balance de SO_2 del vino terminado.

También después del final de la fermentación se puede crear el fermento de acetaldehído si se absorbe el oxígeno del vino no filtrado. El responsable de ello es la oxidación enzimática del etanol mediante la encima de fermentos naturales aldehído deshidrogenasa. Si existe suficiente fermento en suspensión en el vino joven, puede absorber el oxígeno que se encuentra en sus células y evitar así la reacción. Sin embargo, si después de algunos meses se agota su capacidad para la absorción de oxígeno, se utiliza para la síntesis de acetaldehído. Tanto el estado bioquímico del fermento como la cantidad de oxígeno recibido tras la fermentación son de importancia considerable para la necesidad de SO_2 en vinos blancos.

En el vino filtrado después de la entrada de oxígeno también se conoce una oxidación puramente química del etanol en acetaldehído. Se cataliza mediante sustancias fenólicas y no es relevante en los vinos blancos con poco fenol, sin embargo, juega un papel importante en el almacenamiento semioxidativo y en la microoxigenación de los vinos tintos. En vinos tintos ricos en tanino se reduce el acetaldehído fijado simultáneamente junto con la fijación al tanino. A causa de esta reacción los vinos tintos muestran una tendencia a menos acetaldehído y menos SO_2 fijado que los vinos blancos. En conjunto la fijación puramente química del acetaldehído no tiene ninguna importancia para la necesidad de los vinos de fijar el SO_2 .

Fijación de SO_2 mediante otros subproductos de fermentación

Mediante el acetaldehído todos los demás compuestos carbonílicos están en condiciones de fijar el SO_2 . Estas formas de fijación, sin embargo, son menos sólidas y se encuentran en un equilibrio con el SO_2 . Representan un depósito en el que más tarde se envía el SO_2

si el existente desaparece, por ejemplo, mediante una lenta oxidación durante el almacenamiento. En este sentido hay menos carga que en el SO₂ fijado con acetaldehído. Para esta pareja de fijación más débil del SO₂ se cuentan el piruvato y el glutarato carbonílico. Son subproductos del metabolismo del fermento y pueden disminuir notablemente añadiendo tiamina (vitamina B1). Un aumento del contenido de tiamina provoca siempre una disminución de la necesidad de SO₂ y es indispensable en mostos de cosechas podridas en las cuales el botrytis tiene el contenido natural de tiamina en mayor cantidad.

Tanto el acetaldehído como el piruvato y el glutarato carbonílico disminuyen durante la fermentación malo-láctica (BSA) en mayor parte mediante las bacterias afectadas. Este es otro motivo para que los vinos tintos con una fermentación malo-láctica prácticamente obligatoria tengan tendencia a fijarse menos y muestren menos SO₂ total que los vinos blancos.

La alta fijación de SO₂ siempre se tiene que registrar en vinos de uvas con botrytis podridos. Por eso no es solamente el hongo del botrytis lo que provoca la alta fijación de SO₂. En las bayas afectadas se asientan fermentos que empiezan a fermentar el mosto producido por los tejidos dañados y que crean los ya mencionados subproductos de fermentación fijados con SO₂. Además se presentan bacterias que reducen el azúcar mediante la oxidación y producen numerosos compuestos carbonílicos con el SO₂ fijado. Sólo en vinos muy azucarados según el tipo de vendimia, el azúcar (glucosa) juega un papel importante como pareja de fijación para el ácido sulfuroso.

Fijación de SO₂ mediante componentes sin fermentos

Uno de los mencionados compuestos carbonílicos es la xilosa. Se origina en la naturaleza a partir del mosto o del ácido ascórbico utilizado por la oxidación para el ácido dehidroascórbico que se transforma de SO₂ a xilosa. La xilosa es la causa de la alta necesidad de SO₂ de los vinos que antes o después de la fermentación se les añade ácido ascórbico.

En los vinos tintos las antocianinas intervienen en el complicado equilibrio entre SO₂ libre y el fijado. Las antocianinas almacenan SO₂ y crean aductos incoloros que son prácticamente tan estables como la fijación de acetaldehído y el SO₂. Al contrario que el SO₂ y el acetaldehído estos aductos se descomponen rápidamente en la acidificación de manera que en fijaciones yodométricas del SO₂ libre se considera el SO₂ fijado a las antocianinas como SO₂ libre. También en el desarrollo de la maduración del vino tinto el SO₂ se libera de esta fijación si el contenido de antocianinas disminuye con el tanino mediante la polimerización de manera que los pigmentos se originan con poca afinidad al SO₂.

Métodos para la reducción del ácido sulfuroso

Como se representa en los modelos anteriores, se deben reducir los contenidos elevados de SO₂ total en la primera línea a concentraciones elevadas de subproductos de fermentación fijados con SO₂. Cuando las necesidades de fijación de SO₂ están satisfechas, queda el SO₂ en la forma libre buscada. Sólo el SO₂ libre protege contra la oxidación, el deterioro microbiológico y el olor característico a acetaldehído libre.

El primer paso para la reducción del ácido sulfuroso pasa lógicamente por una disminución de los subproductos de fermentación fijados con SO₂ mediante la optimización de las condiciones de fermentación. Podemos incluir en este apartado un abastecimiento adecuado de nutrientes para el fermento, una temperatura óptima durante la fermentación, la prevención de fermentaciones posteriores en vinos completamente fermentados, la renuncia a la sulfurización antes de la fermentación y dependiendo del tipo de vino que se quiera conseguir, una fermentación malo-láctica posterior. En este método se pueden crear vinos en el mejor de los casos cuyo SO₂ libre sea más del 50% del SO₂ total, por ejemplo, 25 mg/L libre por 40 mg/L de SO₂ total.

Mientras las medidas para la optimización de la cinética de la fermentación sean suficientemente conocidas, existe una gran inseguridad acerca del uso de SO₂ antes de la fermentación. Teniendo la prudencia de que este uso aumente la carga de SO₂ fijado al vino terminado, se propaga y se lleva a cabo en amplios sectores. La justificación se debe a dos argumentos:

- la pérdida de aroma por la oxidación del mosto. De esta manera se transfieren al vino los aspectos sensoriales conocidos en los mostos oxidados de forma ficticia. Esta conclusión errónea se debe a un desconocimiento total de las diferencias entre la oxidación del mosto y la del vino. La oxidación de mostos blancos afecta a la oxidación del vino incluso en caso de precipitación de fenol oxidable y estabilización aromática.

La sulfurización debe proporcionar una ocultación de microorganismos perniciosos y la selección de fermentos positivos. Esto se puede justificar en caso de cosechas microbiológicamente complicadas o fermentaciones espontáneas. Se puede pasar por alto que los microorganismos perniciosos que se encuentran en el mosto sean únicamente de naturaleza aerobia. Su actividad requiere de la presencia del oxígeno perdido. Éste extrae los microorganismos inmediatamente tan pronto como el mosto empieza la fermentación.

Un inicio rápido de la fermentación mediante la inoculación para la reducción del tiempo crítico de latencia es la manera más segura para conseguir una estabilización microbiológica antes de la fermentación.

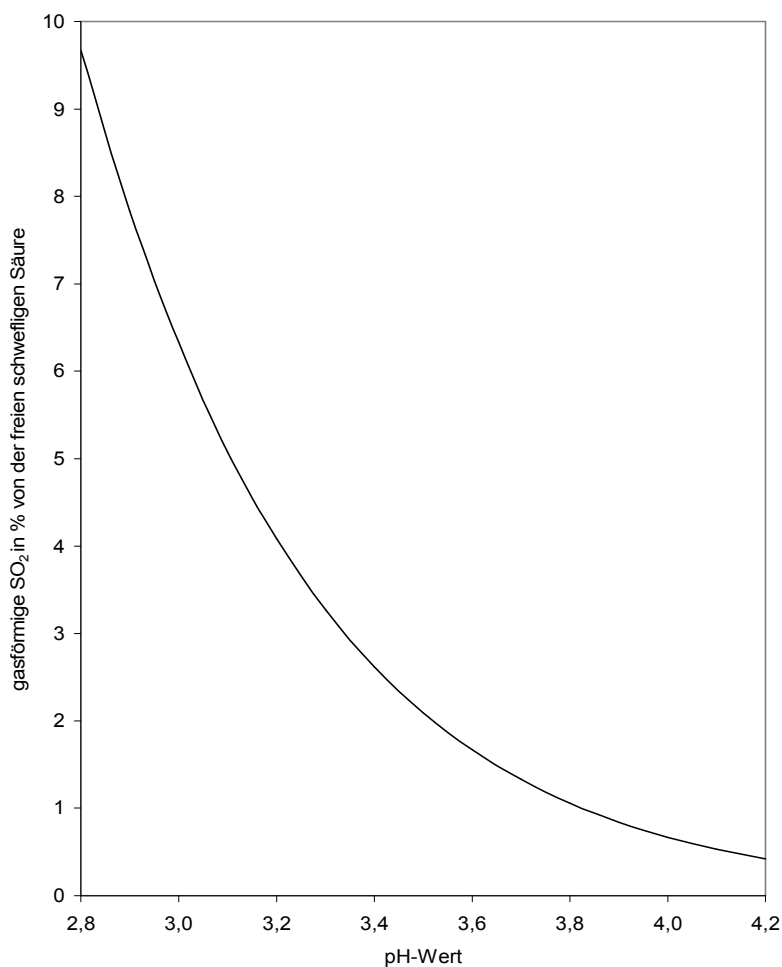
¿Cuánto SO₂ necesita un vino?

Otro método para la reducción de SO₂ consiste en el almacenamiento y embotellado con un contenido inferior de SO₂. Este procedimiento afecta tanto a la estabilidad

microbiológica como a la capacidad de resistencia de los vinos ante el envejecimiento oxidativo.

La parte del ácido sulfuroso que permanece microbiológicamente activa y al mismo tiempo olorosa es el SO_2 perdido realmente como gas. Las otras formas del ácido sulfuroso libre son el ion de sulfito (SO_3^-) y el ion de bisulfito (HSO_3^-). El porcentaje de gas existente como SO_2 de ácido sulfuroso SO_2 es muy importante dependiendo del valor del pH como se muestra en la ilustración 1. Los vinos con un nivel de pH inferior con respecto a la estabilidad microbiológica son claramente mejores porque la proporción microbiológica activa de ácidos sulfurosos aumenta logarítmicamente con la disminución de pH. Estas circunstancias son relevantes en el almacenamiento de vinos no filtrados, sin embargo, pierden su significado en el almacenamiento en frío o con embotellamientos estériles.

Abb. 1: Abhängigkeit des gasförmigen Anteils (SO_2) der freien schwefligen Säure vom pH-Wert.



Es difícil de resolver la cuestión sobre la protección de la oxidación. La oxidación requiere la captación de oxígeno tal como se produce por ejemplo mediante el tapón de

una botella. Una parte del oxígeno reacciona con el ácido sulfuroso libre que se oxida para el sulfato y se excluye del balance de SO₂. Si el ácido sulfuroso libre desaparece completamente, el vino deja de estar protegido ante la siguiente oxidación y produce el olor característico de acetaldehído libre.

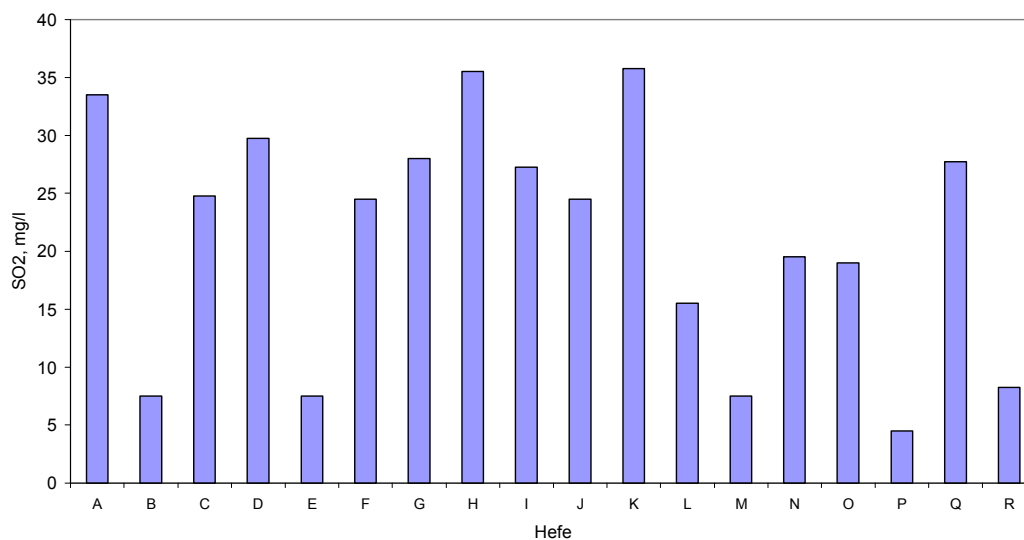
Bajo el aspecto de la protección contra la oxidación es menos relevante la cantidad de ácido sulfuroso que su estabilidad. Después del embotellado su estabilidad depende de la impermeabilidad a los gases del tapón de la botella. Los cierres de rosca con estaño como depósito cierran de manera más o menos hermética frente al oxígeno atmosférico y permiten el embotellado con menos cantidad de SO₂ libre. La mayoría de tapones sintéticos se comportan de forma opuesta en el estado actual del desarrollo. Requieren un alto nivel de SO₂ libre para el envasado. El corcho natural es muy diferente en lo que se refiere a la permeabilidad y se encuentra entre los dos extremos. En cada caso se deben ajustar los tapones de botella de SO₂ libre y las condiciones de almacenamiento.

Particularidades en la elaboración de vinos con SO₂ libre

Puntualmente aparecen en el sector vinícola aspiraciones de crear vinos sin añadir SO₂. Con el cumplimiento de ciertas medidas de precaución y la utilización de las técnicas correspondientes este procedimiento puede funcionar sin que los vinos creados con este procedimiento diverjan considerablemente del gusto habitual.

Al principio hay que tener en cuenta que todos los fermentos crean ciertas cantidades de SO₂. El nivel precedente es el sulfato que se encuentra naturalmente en todos los zumos de uva que en una concentración uniforme se encuentra en 200 mg/L. La fijación de SO₂ en esta primera línea depende del fermento para la posterior fermentación pero también la composición del mosto tiene cierta influencia. La ilustración 2 muestra las diferencias entre 18 levaduras diferentes seleccionadas en cuatro mostos.

Abb. 2: Synthese von schwefliger Säure durch Hefen während der Gärung. Mittelwerte aus vier Mosten pro Hefestamm.



La elaboración de los llamados vinos sin azufre que no está sujeta a la obligación de declarar, requieren la utilización de un fermento que cree menos de 10 mg/L de SO₂. De las levaduras comerciales seleccionadas existen pocas de procedencia natural. El procedimiento de fermentación espontánea no es conocido y es difícil de calcular porque la procedencia del fermento dominante es desconocida a la práctica.

Además las condiciones de fermentación se deben organizar de manera que a la práctica no se cree ningún acetaldehído. En forma libre, sin SO₂ fijado, provocaría el ya mencionado olor característico. Hasta 3 mg/L de acetaldehído son aceptables porque se produce mediante SO₂ creado simultáneamente. Una fermentación malo-láctica para la reducción de acetaldehído es útil pero no indispensable.

Para la prevención de daños por oxidación después de la fermentación y especialmente después del filtrado son necesarios otros tratamientos en condiciones absolutamente inertes. Para ello están disponibles técnicas de oclusión absoluta conocidas en la industria cervecera pero muy costosas en el sector vinícola. Comportan una evacuación de todos los contenedores, líneas y máquinas con nitrógeno. También los altos contenidos almacenados de ácido carbónico se pueden expulsar mediante el nitrógeno. Para el filtrado final recomendamos membranas de 0,2 μ porque se suprime la protección del germen mediante el SO₂. Los cierres de rosca impermeables a los gases se añaden al concepto del tratamiento inerte del vino. Además en el caso de los vinos blancos se acredita un tratamiento claramente oxidativo del mosto porque proporciona una aportación adicional para la protección del futuro vino ante la oxidación. Una cierta divergencia de este procedimiento provoca anomalías significativas del sabor habitual en vinos frescos afrutados y cuestiona su tiempo de conservación.

Los vinos tintos no experimentan prácticamente ninguna maduración en las condiciones inertes descritas como sería de esperar en este tipo de vinos. Su tanino consigue crear, sin embargo, cantidades relativamente grandes de oxígeno y acetaldehído sin dañarlo. En este sentido es posible un procesamiento de tendencia oxidativa en vinos tintos sin azufre. Tan pronto como se pueda utilizar sin que se produzca el olor característico o se pique, dependerá de su procedimiento con tanino procedente de la uva, antocianinas así como tanino eláfrica procedente de la madera. En esta área sería relevante más investigación pura.

Resumen

Una reducción de la utilización de SO₂ requiere primero una optimización de las condiciones de fermentación para minimizar la síntesis de subproductos de fermentos con SO₂ fijado. Entre ellos se cuenta especialmente el acetaldehído que en su forma libre si fijar al SO₂ presenta un olor característico que en vinos afrutados es considerado como

deficiente. La renuncia a la sulfurización antes de la fermentación requiere un segundo paso. El embotellado con cantidades inferiores de SO₂ libre sólo es posible si se ha tenido en cuenta el contacto con el oxígeno mediante el tapón de la botella. La elaboración de vinos sin azufre requiere en el caso de los vinos blancos un cierre hermético que no deje pasar el oxígeno después de la fermentación de manera análoga al procedimiento inerte en la elaboración de cerveza para no amenazar la tipología de clase y su conservación. Los vinos tintos sin azufre son menos sensibles al oxígeno por su alto contenido en tanino.