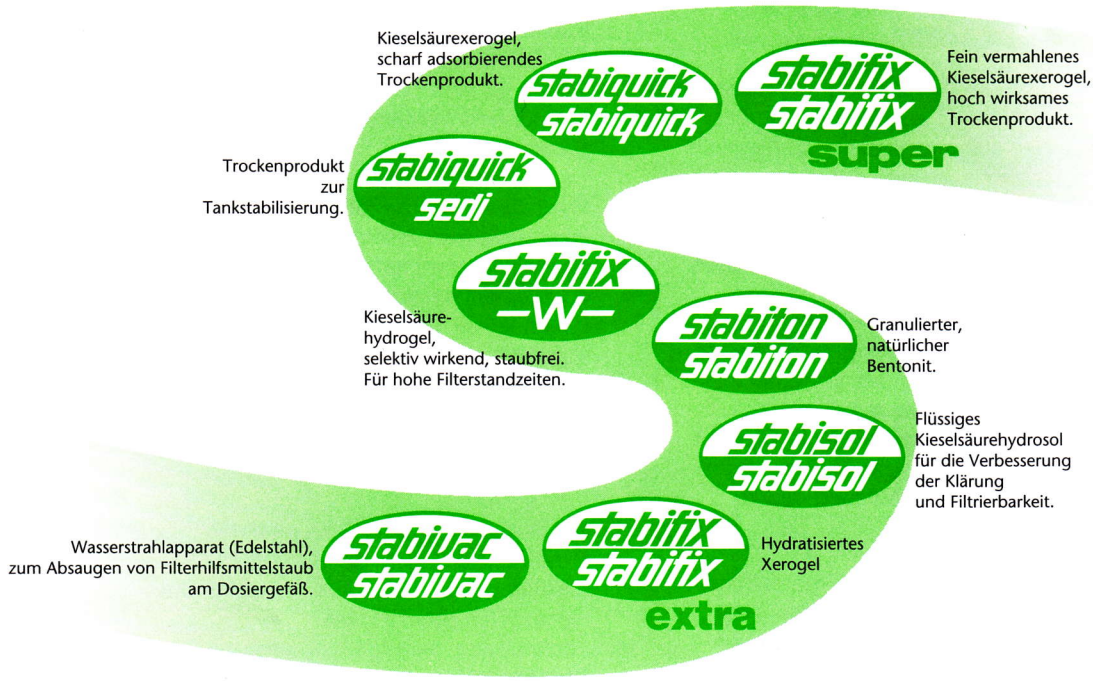



# Eiweißstabilisierung: Das perfekte Programm

Seitdem das erste Eiweißstabilisierungsmittel auf Kieselgelbasis unter dem Namen STABIFIX in die Brauerei-Technologie eingeführt worden ist, zählt die "Stabifix Brauerei-Technik" zu den führenden Lieferanten für Brauerei-Kieselgel in der Welt. Es ist deshalb auch kein Wunder, daß die Marke STABIFIX heute oft als Synonym für Brauerei-Kieselgel verwendet wird. Das kennzeichnet ihre weltweite Anwendung und Bewährung.

Nach Schätzungen werden gegenwärtig in den Brauereien der Welt 12.000 bis 15.000 t Kieselgel-produkte verschiedener Provenienz eingesetzt, und der Verbrauch wächst weiter. Das ist interessanterweise auch in den Ländern der Fall, wo kein Reinheitsgebot gilt, wo also auch andere Arbeitsprozesse und Hilfsmittel für die Bierstabilisierung gestattet sind. Das bedeutet, daß (bei einer geschätzten Kieselgel-gabe von 30 - 50 g/hl) 400 bis 500 Mio hl Bier dem Kieselgel ihre Stabilität verdanken.

Diese Entwicklung nahm ihren Anfang im Jahre 1961. Damals wurde das erste Kieselsäuregel von Dr. Karl Raible auf dem EBC-Kongreß in Wien vorgestellt und damit in die Brauerei-Technologie eingeführt. Mit der Erteilung des Patentes an die Stabifix Brauerei-Technik im selben Jahr, der internationale Patentierungen unmittelbar folgten, wurde diese für die Brauwirtschaft bahnbrechende Erfindung weltweit unter Schutz gestellt.

## Die Vorteile des Kieselgelprozesses

Was hat denn nun zu der zunächst unerwartet weiten Verbreitung des Kieselgels für die Bierbehandlung geführt? Ein ganz wesentlicher Vorteil des Kieselgel-prozesses besteht darin, daß das Kieselgel als Adsorptionsmittel wirkt. Die für die Eiweißtrübungen verantwortlichen Eiweißgerbstoffverbindungen und deren Vorstufen lagern sich an das Kieselgel an und werden mit diesem durch Sedimentation oder Filtration vor der Abfüllung aus dem Bier wieder entfernt. Im Bier verbleiben also keine undefinierten Abbau- oder sonstigen Reaktionsprodukte. Aus diesem Grund hat die Anwendung von STABIFIX für die Bierstabilisierung auch niemals und nirgendwo zur Diskussion darüber geführt, inwieweit das Reinheitsgebot oder sonstige lebensmittelrechtliche Vorschriften berührt werden. Vielmehr ist immer wieder anerkennend geäußert worden, daß die Entwicklung des STABIFIX eine wesentliche Voraussetzung dafür war, daß das Reinheitsgebot in seiner jetzigen Form auch beim expandierenden deutschen Braugewerbe beibehalten werden konnte. Sodann ist die Tatsache hervor-zuheben, daß Kieselgel frei von wasserlöslichen Stoffen hergestellt werden kann, chemisch harmlos und praktisch unbegrenzt lagerfähig ist.
Was bei einer Überlagerung passieren könnte, ist, daß sich der Feuchtigkeitsgehalt erhöht. Je nach Lagerbedingungen kann bei Trockenprodukten eine Wasseraufnahme um bis zu 15 % eintreten.

Dies schadet aber der Wirksamkeit des Produktes nicht. Lediglich darauf muß geachtet werden, daß die Lagerung nicht zusammen mit stark riechenden Gütern erfolgt, weil unter Umständen Fremdgerüche an das Kieselgel adsorbiert werden können.

Wesentlich ist, daß durch die Behandlung des Bieres mit Kieselgel eine negative Wirkung auf den Geschmack des Bieres mit Sicherheit ausgeschlossen ist. Allenfalls wird eine Geschmacksverbesserung beobachtet, die dadurch zustande kommt, daß breit schmeckende Verbindungen aus dem Bier entfernt werden. Eine negative Beeinflussung der Schaumeigenschaften des Bieres unterbleibt ebenfalls.

Ein weiterer Vorteil der Bierstabilisierung mit Kieselgel liegt in der einfachen Durchführung des Verfahrens. Ohne besondere Investitionen ist es möglich, das Verfahren jederzeit anzuwenden und es auch jederzeit und sofort an spezielle Haltbarkeitsbedürfnisse des Bieres oder aber an die Zusammensetzung des zu behandelnden Bieres anzupassen.

Schließlich ist das Kieselgel ein idealer Kombinationspartner für viele andere Stabilisierungsverfahren, die zum Teil schon vor der Einführung des Kieselgels im ausländischen Brauereigewerbe üblich waren oder inzwischen eingeführt worden sind.

## Die heute gebräuchlichen Kieselsäurestabilisierungsmittel

**Kieselsäurexerogele**
Das STABIFIX war und ist auch heute noch ein feinvermahlenes Kieselsäurexerogel, ein Trockenprodukt mit ca. 5 % Wassergehalt. Es hat eine innere Oberfläche von ca. 400 $m^2/g$ und ein Porenvolumen von 1 - 1,2 ml/g, wobei die Mehrzahl der Poren des Kieselgels mehr als 5 Nanometer Durchmesser haben. Die heute gebräuchlichen Kieselsäurexerogele liegen in ihren physikalischen Kennzeichen immer noch in diesem Bereich. Was sich in den vergangenen Jahren verändert hat, ist die Mahltechnik, die es ermöglicht, die Partikelgröße wesentlich zu erniedrigen, dabei aber gleichzeitig das Kornspektrum relativ eng zu halten, so daß trotz feinerer Vermahlung als früher die Filtrierbarkeit der Produkte verbessert werden konnte.

**Kieselsäurehydrogele**
Kieselsäurehydrogele werden in, gleicher Weise wie Kieselsäurexerogele hergestellt. Es unterbleibt aber der abschließende Trocknungsvorgang, so daß diese Produkte in feinvermahlenem Zustand mit einem Wassergehalt von bis zu 65 % in den Handel gebracht werden. Der Vorteil der Kieselsäurehydrogele gegenüber den Kieselsäurexerogelen (Trockenprodukten) liegt darin, daß sie ohne Staubentwicklung gehandhabt werden können. Sonstige Vorteile, vor allem hinsichtlich der Wirksamkeit oder der wirtschaftlichen Seite, bieten sie aber nicht. Das Kieselsäurehydrogel-Produkt der Stabifix Brauerei-Technik wird als STABIFIX W in den Handel gebracht.

**Kieselsäuren mineralischen Ursprungs**
Kieselsäuren mineralischen Ursprungs entstehen durch Säurehydrolyse aus natürlich vorkommenden Silikat-Mineralien. Sie kommen in trockenem Zustand zur Anwendung. In ihren physikalischen Eigenschaften stehen sie den Kieselsäurexerogelen nahe.

Kieselsäuren mineralischer Herkunft sind wesentliche Bestandteile der verschiedenen Stabiquick-Typen, wo sie für eine Erweiterung des Adsorptionsspektrums und für eine Verbesserung der Filtrationseigenschaften sorgen.

**Hydratisiertes Kieselgel**
Hydratisiertes Kieselgel wurde von der Stabifix Brauerei-Technik speziell für die Nachfrage der Brauereiindustrie nach einem selektivem Stabilisierungsmittel entwickelt, das in seiner Wirksamkeit nahe an die Xerogele herankommt, sich aber wie ein Hydrogel praktisch staubfrei anwenden läßt. Das bedeutet, daß am Filter mit geringen Einsatzmengen gearbeitet werden kann, woraus sich hohe Filterstandzeiten und -leistungen ergeben. Die Selektivität des Kieselgels wird dabei nicht vermindert.

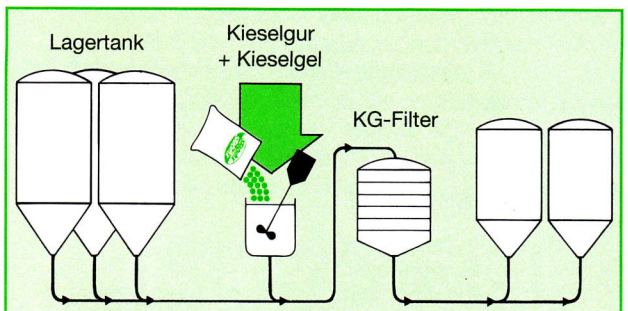
Mit dem STABIFIX EXTRA wird das Programm der Bierstabilisierungsmittel der Stabifix Brauerei-Technik abgerundet und die Lücke zwischen Xerogelen und Hydrogelen geschlossen.

**Staubfreie Handhabung von Kieselgel**
Kieselsäurexerogele (Trockenprodukte) sind eine Zeitlang zugunsten der Kieselsäurehydrogele in den Hintergrund getreten. Dieser Trend hat sich inzwischen aber wieder umgekehrt.
Das lästige Problem der unvermeidbaren Staubentwicklung bei der Anwendung der Kieselsäurexerogele hat man nämlich inzwischen weitgehend gelöst. Man setzt geeignete Staubabsaugvorrichtungen ein, z. B. das ebenfalls von der Stabifix Brauerei-Technik, entwickelte STABIVAC-Gerät.

So kommen dann die Vorteile der Xerogele zum Tragen. Sie bestehen in ihrem gegenüber Hydrogelen wesentlich höheren Stabilisierungseffekt. Das wirkt sich in wirtschaftlicher Hinsicht aus und auch darin, daß wegen der geringeren Einsatzmengen die Standzeit der Filter bei Ausnützung des Schlammraumes beträchtlich verlängert werden kann.
Vorteilhaft ist auch die geringere Frachtbelastung beim Versand und das geringere Lagervolumen.
Schließlich wirken feingemahlene Xerogele als scharf filtrierende Filterhilfsmittel. Ihr Kläreffekt tritt gegenüber den Hydrogelen wesentlich mehr in Erscheinung und ist damit auch für die biologische Haltbarkeit des Bieres von Vorteil.

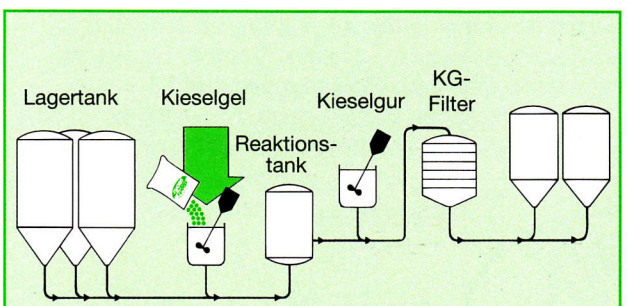
## Die Bierstabilisierung mit Kieselgel in der Praxis:

**1. Anwendung bei der Filtration**
Die einfachste Methode zur Anwendung des Kieselgels besteht darin, daß man es bei der abschließenden Bierfiltration verwendet. Hier kann es zur Filtrationskieselgur in das Kieselgur-Dosiergefäß gegeben werden. Die erforderliche Menge richtet sich nach der angestrebten Haltbarkeitsdauer. Sie kann zwischen 30 und 100 g/hl variieren.



*Anwendung von STABIFIX bei der Kieselgurfiltration*

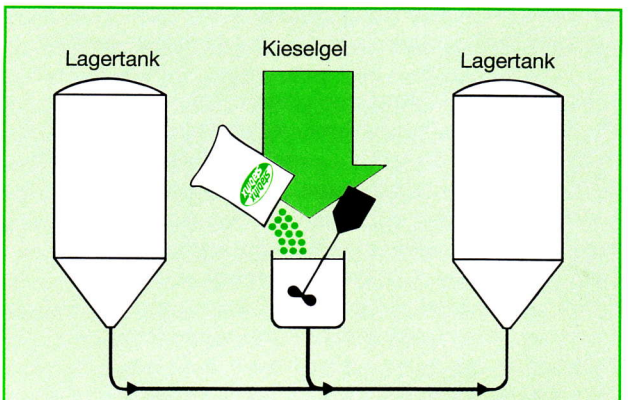
Bei betonten Pilsbieren benötigt man gewöhnlich mehr Kieselgel als bei Bieren vom Lager- und Exporttyp. Da das Kieselgel auch als klärendes Filterhilfsmittel wirkt, kann die Kieselgur-Gabe, vor allem der Anteil an feiner Kieselgur, um bis zu der Menge reduziert werden, die das Kieselgel ausmacht. Bei der Verwendung von Kieselgel am Filter hat es sich als sehr vorteilhaft erwiesen, wenn man schon in die 2. Kieselgur-Voranschwemmung Kieselgel einbringt. Man rechnet mit 30 - 50 g/m² Filterfläche. Die Kontaktzeit des Kieselgels mit dem Bier beträgt bei der Anwendung im Filter nur wenige Minuten. Das ist aber ausreichend, um die volle Wirksamkeit sicherzustellen. Eine Verlängerung der Kontaktzeit ist möglich, indem man das Kieselgel mit Hilfe eines separaten Dosiergefäßes, z. B. schon im Lagerkeller, in die Bierleitung dosiert und dann auch noch einen Puffertank zur Verlängerung der Reaktionszeit zwischenschaltet. Wesentliche Vorteile hinsichtlich der erreichten Stabilität oder der wirtschaftlichen Seite sind durch solche Maßnahmen aber nicht beobachtet worden. Gegen ihre Anwendung spricht auch die Entstehung von Kieselgelablagerungen in den Leitungen und im Puffertank, die zusätzliche Arbeit für ihre Entfernung erfordern.



*Getrennte Dosierung von STABIFIX und Filterhilfsmitteln*

Ein separates Kieselgel-Dosiergerät empfiehlt sich aber immer dann, wenn unterschiedliche Biersorten filtriert und stabilisiert werden. Dann kann nämlich die Kieselgel-Dosage dem jeweiligen Biertyp und den Haltbarkeitserfordernissen genau angepaßt werden, ohne daß die Regelmöglichkeiten für die Kieselgur-Dosage beeinträchtigt werden.

**2. Anwendung beim Umdrückprozeß**
Natürlich kann Kieselgel auch im Lagerkeller zum Einsatz kommen, wie dies auch mit anderen Stabilisierungsmitteln geschieht. In diesem Fall wird das Kieselgel als wässrige Suspension dem Bier beigefügt, wenn dieses von einem Lagertank zum anderen umgepumpt wird. Die Abscheidung des Kieselgels erfolgt dann durch Sedimentation.



*STABIQUICK SEDI beim Umdrückprozeß*

Für den Umdrückprozeß hat sich eine spezifische STABIQUICK-Type bewährt, das STABIQUICK SEDI. Es besteht aus Kieselsäurexerogel und stark quellfähigem Na-Bentonit. Dieses Produkt zeichnet sich dadurch aus, daß es ohne Schwierigkeit zu einer wässrigen Suspension angerührt werden kann und daß es sehr rasch und kompakt sedimentiert.

Man kann den Stabilisierungsprozeß im Lagerkeller auch auf den Schlauchvorgang vorverlegen und erreicht dann die Sedimentation zusammen mit der Hefe.
In diesem Fall ist aber zumeist eine Nachstabilisierung bei der abschließenden Filtration nötig, um auch die Trübungsstoffe aus dem Bier zu entfernen, die erst während der Lagerung gebildet werden.

Ganz allgemein soll noch angeführt werden, daß die Wirksamkeit des Kieselgels für die Bierbehandlung durch alle die natürlichen Maßnahmen erhöht wird, die der Brauer ohnehin kennt und nach Möglichkeit anwendet, um sein Bier schon vor der Stabilisierung so haltbar wie nur möglich zu machen. Dazu gehört vor allem das Einhalten einer langen und kalten Lagerung. In all den Fällen aber, in denen aus klimatischen oder anderen Gründen dies nicht möglich ist, haben sich die STABIFIX-Produkte als wertvolle Hilfsmittel zur Kompensation erwiesen.

**3. Kombination von Kieselgel mit anderen Stabilisierungsmitteln bzw. Stabilisierungsverfahren**
Die Eiweißstabilisierung von Bier mit Kieselgel kann sehr gut mit anderen Stabilisierungsmaßnahmen kombiniert werden, wobei natürlich die lebensmittelrechtliche Situation zu berücksichtigen ist.

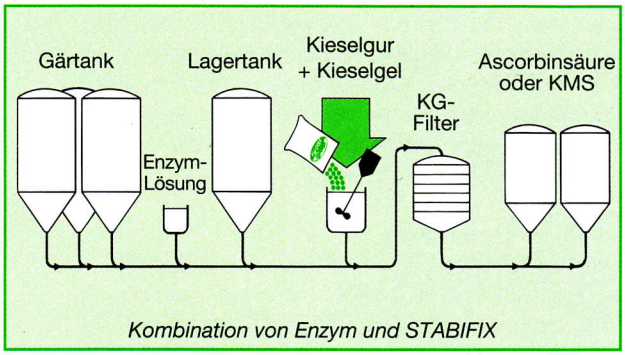
**A: Kieselgel und Ascorbinsäure**
Die Zugabe von Ascorbinsäure ins fertige Bier erhöht dessen kolloidale Stabilitat und trägt auch sehr wesentlich zur Geschmacksstabilität bei. Man muß aber

wissen, daß die Ascorbinsäurewirkung nicht zur Korrektur einer fehlerhaften Abfülltechnik, vor allem nicht zur Kompensation übermäßiger Luftaufnahme dienen kann. Zwar verlängert die Ascorbinsäure auch bei hohen Luftgehalten im Bier dessen Haltbarkeitsdauer. In diesem Fall aber führt die Ascorbinsäure nach einer gewissen Lagerdauer zu einem ganz besonders intensiven geschmacklichen Abfall des Bieres. Die gebräuchlichen Ascorbinsäuregaben liegen zwischen 3 und 5 g/hl. Diese Menge verbessert die Wirksamkeit der Kieselgelstabilisierung ganz beträchtlich. Man kann von einer Erhöhung der Haltbarkeitsdauer um das 2-3fache gegenüber der Stabilisierung nur mit Kieselgel ausgehen.Die Ascorbinsäure soll in Wasser gelöst dem Bier nach der Filtration zugefügt werden.
Auf keinen Fall darf man die Ascorbinsäure z. B. in das Kieselgurdosiergefäß geben. Sie würde dort zusätzliches Eisen aus der Filtrationskieselgur in Lösung und damit ins Bier bringen, und weiterhin würde die reduzierende Wirkung der Ascorbinsäure durch das Eisen der Kieselgur zum Teil verbraucht werden.

**B: Kieselgel und proteolytisches Enzym**
Auch diese Kombination hat sich sehr gut bewährt. Sie erlaubt es, die zur Stabilisierung benötigte Kieselgeldosis zu reduzieren (auf 25 - 50 g/hl).
Dies wirkt sich wirtschaftlich sehr wesentlich aus und erlaubt gleichzeitig auch, die Enzymgabe herabzusetzen (auf ca. 1 g/hl), was wiederum dem Geschmack des Bieres und vor allem dessen Schaumeigenschaften zugute kommt. Für die praktische Durchführung ergeben sich zwei Möglichkeiten:

1) Das Bier wird am Filter mit 25 - 50 g/hl Kieselgel vorstabilisiert. Die Zugabe des Enzympräparates in Form einer wässrigen Lösung erfolgt dann ins filtrierte Bier, evtl. zusammen mit Ascorbinsäure. Diese Arbeitsweise setzt natürlich voraus, daß das eingesetzte Enzympräparat klar wasserlöslich ist.

2) Wir bevorzugen die Zugabe des proteolytischen Enzyms im Lagerkeller, z.B. schon beim Schlauchen oder aber zu einem späteren Zeitpunkt, und die nachfolgende Filtration unter Verwendung von 25 - 50 g/hl Kieselgel. Diese Variante hat nach unserer Erfahrung den Vorzug, daß das Enzym längere Zeit einwirken kann und weiterhin, daß sich ein Großteil des Enzyms schon im Lagerkeller aus dem Bier wieder ausscheidet. Der Rest wird dann bei der abschließenden Filtration durch das STABIFIX adsorbiert und so aus dem Bier entfernt. In vielen Fällen erfolgt diese Entfernung sogar quantitativ, so daß im abgefüllten Bier keine Enzymreaktionen mehr stattfinden können.



*Kombination von Enzym und STABIFIX*

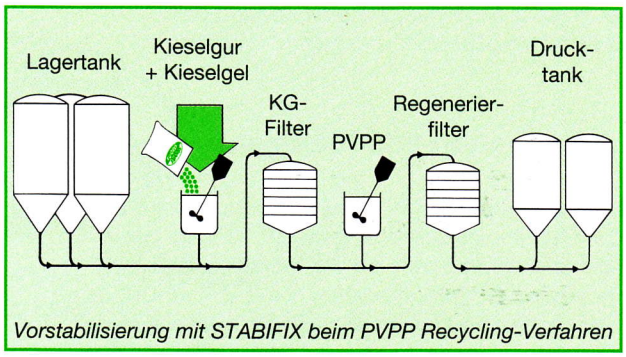
Unzweckmäßig ist es aber, Kieselgel und Enzympräparate in einem gemeinsamen Gefäß anzurühren, weil in diesem Fall das Kieselgel einen Teil des Enzyms adsorbiert und im Bier dann gar nicht zur Wirkung kommen läßt.

**C: Kieselgel und PVPP**
Man weiß, daß die Adsorptionswirkung des Kieselgels gegenüber den Eiweißgerbstoffverbindungen des Bieres vor allem auf die Eiweißseite gerichtet ist. Im Gegensatz dazu wirkt das PVPP auf der Gerbstoffseite.
Die Kombination von Kieselgel und PVPP ist deswegen in idealer Weise möglich. Man kann damit erreichen, daß zur Erzielung der gewünschten hohen Stabilität weder die höhermolekularen Eiweißverbindungen des Bieres noch die Polyphenole in extremem Maße aus dem Bier entfernt werden müssen, daß also die Stabilisierung so schonend wie möglich vorgenommen wird unter weitgehender Erhaltung des Biercharakters.

**a) Kieselgel und PVPP bei Einmalverwendung**
Hier ist es wichtig zu wissen, daß die Wirkung des PVPP in einem vorgeklärten Bier wesentlich besser ist als im unfiltrierten, daß man also Kosten für das relativ teure PVPP sparen kann, wenn es erst nach einer Vorfiltration zum Einsatz kommt. Ideal ist für diese Arbeitsweise die doppelte Kieselgurfiltration. Hier kann man das Kieselgel zur Verschärfung der Vorfiltration einsetzen und das PVPP im zweiten Kieselgurfilter. Sehr gute Resultate hat man mit 25 - 40 g/hl Kieselsäuretrockenprodukt oder 40 - 60 g/hl STABIFIX W, kombiniert mit 15 - 20 g/hl PVPP.

Die andere gebräuchliche Arbeitsweise besteht darin, daß Kieselgel und PVPP zusammen mit der Filtrationskieselgur dem Bier zudosiert werden. Die anzuwendenden Mengen liegen dann etwas über der oben angegebenen Größenordnung.

**b) Kieselgel und PVPP im Recycling-Verfahren**
Die optimale Arbeitsweise beim PVPP-Regenerationsfilter setzt voraus, daß das Bier klar filtriert ist, denn der Apparat dient weniger der Filtration als vielmehr in erster Linie dazu, das Bier mit dem PVPP in Kontakt zu bringen und das PVPP wieder aufzubereiten. Auch bei dieser Arbeitsweise hat es sich als nützlich erwiesen, das Bier vor dem Kontakt mit PVPP mit Kieselgel eiweißseitig vorzustabilisieren. Man rechnet mit 30 - 50 g/hl Kieselgel. Besonders gut haben sich hier die Kieselgeltrockenprodukte STABIFIX und STABIQUICK bewährt, weil sie außer der Eiweißstabilität auch die Filtrationsschärfe sehr positiv beeinflussen.



*Vorstabilisierung mit STABIFIX beim PVPP Recycling-Verfahren*

Es ist auch schon vorgeschlagen worden, PVPP und Kieselsäurehydrogel zusammen in den Regenerationsfilter zu dosieren und dann bei der Regeneration mit heißer NaOH das Hydrogel zu lösen und vom PVPP zu trennen. Wegen der übermäßigen Belastung des Brauereiabwassers mit Silikat und auch der Gefahr der Kieselsäureausfällung im Brauereiabwasser hat sich dieses Vorgehen in der Praxis nicht durchgesetzt.

## Die Kontrolle der eingetretenen Stabilisierungswirkung

Die Adsorptionswirkung des Kieselgels ist außerordentlich selektiv. Deswegen gehen mit der Erhöhung der Stabilität nur außerordentlich geringe, analytisch wenig erfaßbare Veränderungen in der Zusammensetzung des Bieres vor sich.

Als einzig praxisnahe Methode für die Bewertung des Stabilisierungseffektes und auch für die Vorhersage der zu erwartenden Stabilitätsdauer hat sich deshalb der Forciertest durchgesetzt.

Dieser wird wie folgt durchgeführt:
Mehrere Flaschen des zu untersuchenden Bieres werden 3 Tage bei 40° C gehalten und danach 24 Std. auf 0° C abgekühlt. Im kalten Zustand wird die sich ausbildende Kältetrübung gemessen und visuell beurteilt. Danach wird das Bier erneut einige Tage bei 40° C aufbewahrt, wieder abgekühlt und wieder gemessen. Dieser Prozeß wird solange fortgesetzt, bis eine deutlich sichtbare Kältetrübung eingetreten ist. Je nach Meßinstrument werden 2 - 5 EBC-Einheiten als Grenze betrachtet. Die Anzahl an Tagen bei 40° C, die das Bier aushält, bevor seine Kältetrübung deutlich sichtbar wird, multipliziert man mit 10 und erhält dann die voraussichtliche Haltbarkeitsdauer unter unseren mitteleuropäischen Klimabedingungen.

In tropischen Ländern wird der Forciertest bei 50° C vorgenommen und ebenso ausgewertet wie oben beschrieben. Häufig wird der Forciertest auch bei 60° C durchgeführt, um schon nach kürzerer Testzeit eine Beurteilung über die voraussichtliche Haltbarkeit vornehmen zu können. Allerdings werden bei überhöhten Temperaturen noch unbekannte Prozesse eingeleitet und beschleunigt, die nichts mit der Trübungsentstehung im Bier zu tun haben. Eine rasche Aussage über die zu erwartende Haltbarkeit unmittelbar nach der Filtration des betreffenden Bieres ist mit einer gewissen Fehlerbreite mit Hilfe des Ammonsulfattestes möglich oder besser noch mit Hilfe des Alkoholtestes nach Chapon. Diese Tests müssen aber in jeder einzelnen Brauerei anhand des Forciertestes überprüft und justiert werden.

## Eigenschaften von Kieselsol

Kieselsol (korrekter: Kieselsäurehydrosol) wird seit 1940 in der Getränkeindustrie eingesetzt. 1983 ist dann von Raible und Mitarbeitern auf die Möglichkeit hingewiesen worden, Kieselsol in der Brauereiindustrie zu verwenden und zwar vor allem zur Verbesserung der Filtrationseigenschaften von Bier. Es ist seitdem als STABISOL im Handel.

**Kieselsol bei der Bierherstellung**
Wenn man Kieselsol zu Würze oder Bier gibt, dann vernetzen sich die $SiO_2$-Teilchen zu einem Hydrogel. Es bilden sich Trübungen, die dann zu Ausflockungen und schließlich zur Ausbildung von Sedimenten führen.

Bei diesem Ausflockungsprozeß geht die Kieselsäure des Sols quantitativ in unlösliches Kieselsäurehydrogel über. Da dieses Hydrogel aus dem Bier vollständig entfernt wird, entspricht die Würze- und Bierbehandlung mit Kieselsol den Vorschriften des Lebensmittel- und Biersteuergesetzes, selbstverständlich unter der Maßgabe, daß hochreine Kieselsolpräparate eingesetzt werden (Schreiben des Bundesminister für Jugend, Familie und Gesundheit vom 20. Februar 1985). Die aus Kieselsol entstehenden Ausfällungen adsorbieren Inhaltsstoffe der Würze und des Bieres und nehmen diese während des Sedimentationsvorganges mit zu Boden.
Dieser Sedimentationsvorgang verläuft relativ rasch. Es wurde beobachtet, daß Kieselsäureausfällungen in Bier sich etwa mit 5 bis 7 m pro Tag absetzen, während Trübungsstoffe des Bieres normalerweise pro Tag nur um 1/2 Meter sedimentieren. Das aus Kieselsol entstehende Sediment in Bier ist sehr feinteilig. Deswegen muß man darauf achten, daß nicht größere Mengen dieses Sediments ins zu filtrierende Bier gelangen, weil sonst die Gefahr besteht, daß sich im Filter eine Sperrschicht ausbildet. Ganz wesentlich ist beim Einsatz des Kieselsols außer der erzielten Wirkung auch die jeweils bestehende Möglichkeit zur Entfernung des aus Kieselsol sich bildenden Kieselsäureniederschlags. Man wird gerade mit Rücksicht hierauf den jeweiligen Einsatz wählen.

**Kieselsol zur heißen Ausschlagwürze**
Am einfachsten und ohne jeden apparativen Extraaufwand ist die Behandlung der heißen Ausschlagwürze. Hierzu gibt man das STABISOL entweder in die Würzepfanne nach Beendigung des Kochprozesses. Oder aber man dosiert das Sol in die Würzeleitung oder beim Eintritt in den Whirlpool. Bei diesem Vorgehen bildet sich sofort eine Kieselsäure-Ausflockung, die sich ganz ähnlich dem Heißtrub verhält. Im Whirlpool bildet sich dann lediglich ein etwas vergrößerter Trubkegel aus. Eingesetzt werden zwischen 30 und 60 ml STABISOL pro hl Ausschlagwürze. Dies sind wegen der Dichte d = 1,2, 36 bis 76 g Kieselsol/hl, was einer $SiO_2$-Gabe von 11 bis 22 g/hl entspricht. Die Abtrennung des Kieselsäureniederschlags bereitet keine Schwierigkeiten, sie erfolgt zusammen mit dem Heißtrub. Und sollte einmal Kieselsol den Whirlpool passieren, dann wird diese geringe Menge spätestens beim Flotationsprozeß ausgeschieden. Die Zumischung des kieselsäurehaltigen Heißtrubes zu den Trebern bereitet ebenfalls keine weiteren Probleme, weil die $SiO_2$-Menge im Vergleich zur Trebertrockensubstanz verschwindend gering ist. Vor allem bei der Herstellung obergäriger Biere, insbesondere Weizenbiere, scheint die Kieselsolgabe im Sudhaus geeignet zu sein.

**Kieselsol im Lagerkeller**
Eine andere, ebenfalls in verschiedenen Brauereien inzwischen zur Routine gewordene Arbeitsweise besteht darin, daß man das STABISOL dem vergorenen Bier beifügt. Man gibt 50 ml Sol/hl in das endvergorene, auf etwa O °C gekühlte Bier während

des Umdrückens in einen Lagertank. Durch dieses Verfahren wird eine rasche Klärung des Bieres während der Lagerung erreicht und vor allem eine Verbesserung der späteren Filtrationseigenschaften. Die Dosierung von Kieselsol z.B. beim Schlauchen, bringt dann besonders gute Ergebnisse, wenn bereits endvergorenes Bier vorliegt, das mit einer Temperatur um den Gefrierpunkt geschlaucht wird. In diesem Fall nämlich ist durch die niedrige Biertemperatur schon ein Großteil der Kältetrübung unlöslich geworden. Er wird dann zusammen mit anderen, filtrationshemmenden Stoffen durch die aus Kieselsol entstehende Ausflockung erfaßt und in einem sehr raschen Sedimentationsprozeß aus dem Bier entfernt.

**Kieselsol in die Filtrationsleitung**
Gerade in den letzten Jahren hat sich eine weitere Anwendung für STABISOL ergeben. Sie besteht darin, daß man Kieselsol in das zum Filter fließende Bier eindosiert und den sich ausbildenden Kieselsäureniederschlag im Filter gleich wieder entfernt. Diese Arbeitsweise ist dann angezeigt, wenn die Filtrationsschwierigkeiten einer Brauerei darin bestehen, daß das Bier trotz Anwendung feinster Kieselguren nicht blank zu filtrieren ist. Diese Erscheinung ist meistens auch damit verbunden, daß sich während der Filtration am Kieselgurfilter kein oder wenig Druck aufbaut. In dem genannten Fall dosiert man 5 bis 10 ml Stabisol pro hl unmittelbar nach dem Lagertank in die Bierleitung. Das Kieselsol soll dann eine Reaktionszeit von wenigstens 10 Minuten haben, ehe es zum Filter kommt. Diese Reaktionszeit ist nötig, damit aus den Kieselsäureeinzelpartikeln des Sols Hydrogelagglomerate einer gewissen, bei der abschließenden Filtration abtrennbarer Größe entstehen. Die gewünschte Reaktionszeit erreicht man durch Zwischenschaltung eines entsprechend großen Reaktionstanks (Puffertank) oder auch durch Fahren des Filters im Kreislauf bis das Filtrat die gewünschte Klarheit hat.

## Auswahl des optimalen Verfahrens in der Praxis

Die Beschäftigung mit dem Kieselsolprozeß während der vergangenen Jahre hat zu einer großen Zahl von Beobachtungen und Erfahrungen geführt. Trotzdem ist es vorerst nicht möglich, in einem konkreten Fall von Filtrationsschwierigkeiten der betreffenden Brauerei ohne Vorversuche verbindliche Ratschläge für den Kieselsoleinsatz zu geben. Vielmehr wird man Proben des zu filtrierenden Bieres bei O °C mit steigenden STABISOL-Mengen versetzen, die Sedimentation des Niederschlags (ca. 3 Tage bei O °C) beobachten und dann das überstehende Bier auf seine Filtrierbarkeit untersuchen. Wenn sich bei diesem Test herausstellt, daß das Kieselsol unzureichend wirkt, dann sollte man versuchen den Soleinsatz auf die Behandlung der heißen Ausschlagwürze vorzuverlegen. Man kann auch hier die Würzebehandlung im Labormaßstab ausprobieren. Als Bewertungskriterium bietet sich das Aussehen der heißen und sich abkühlenden Würze nach Abtrennung des Heißtrubes zusammen mit dem Kieselsolniederschlag an. Endgültige Aussagen ermöglichen in solch einem Fall aber nur Versuche in technischem Maßstab, weil nur so die sonstigen Herstellungsbedinungen eines Bieres mit ihren Einflüssen auf die spätere Filtrierbarkeit richtig erfaßt werden können.

## Zusammenfassung

Die Anwendung von STABISOL zur Verbesserung der Filtrierbarkeit von Bier hat sich in den letzten Jahren in einer großen Anzahl von Brauereien als wesentlicher Fortschritt erwiesen. STABISOL kann in jedem Stadium der Bierherstellung eingesetzt werden, doch wird man sich danach zu orientieren haben, wie die Entfernung des entstehenden Kieselsolniederschlags am einfachsten und mit geringstem Bierverlust erfolgen kann. Natürlich bringt die Verwendung des Kieselsols auch eine Verbesserung der Stabilität mit sich. Doch ist deren Ausmaß in Anbetracht der gewöhnlich eingesetzten, geringen $SiO_2$-Mengen nicht der gravierende Vorteil der Kieselsolbehandlung. Durch Vorversuche ist es möglich die optimale Anwendungsdosis zu ermitteln, sowohl mit Rücksicht auf die erzielte Wirkung als auch auf die wirtschaftliche Seite.

## In den vergangenen Jahrzehnten haben sich in der Brauereitechnologie wesentliche Neuerungen ergeben.

Die Brauereien sind größer geworden, der Produktionsprozeß mußte beschleunigt werden, Probleme der Energieeinsparung und des Umweltschutzes müssen berücksichtigt werden. Das alles wirkt sich auf die Haltbarkeit des Bieres aus, an die der Verbraucher ständig höhere Ansprüche stellt. Die Bierstabilisierung mit Kieselgel trägt seit Jahren dazu bei, dies zu erfüllen. Die Stabifix Brauerei-Technik hat hier wissenschaftliche Pionierarbeit geleistet. immer mit dem Zweck, den Brauereien mehr Sicherheit für ihr Bier zu bieten. Das wird auch in Zukunft so sein.

stabifix
stabifix

**Stabifix Brauerei-Technik**