

**Sebastian Loitsch**

# Einfluß der Oberflächenspannung auf das Schäumen von Getränken

**Examensarbeit**

# BEI GRIN MACHT SICH IHR WISSEN BEZAHLT



- Wir veröffentlichen Ihre Hausarbeit, Bachelor- und Masterarbeit
- Ihr eigenes eBook und Buch - weltweit in allen wichtigen Shops
- Verdienen Sie an jedem Verkauf

Jetzt bei [www.GRIN.com](http://www.GRIN.com) hochladen  
und kostenlos publizieren



Technische Universität Berlin  
Fachbereich 15 - Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie

**"Einfluß der Oberflächenspannung auf das  
Schäumen von Getränken"**

Wissenschaftliche Hausarbeit  
für die 1. Staatsprüfung

vorgelegt von

**Sebastian Loitsch**

Technisch-wissenschaftlicher Lehramtskandidat

**Fachgebiet:** Gärungstechnologie und Getränketechnologie

eingereicht am 9.11.1999

# Einfluß der Oberflächenspannung auf das Schäumen von Getränken

- I. Inhaltsverzeichnis
- II. Definitionen
- III. Symbole und Formelzeichen

<u>I. Inhaltsverzeichnis</u>	<u>Seite</u>
1. Einleitung und Problemstellung	6
2. Theoretische Untersuchungen zum Schaumphänomen	7
2.1. Schäume in der Getränkeindustrie	7
2.1.1. Erwünschte Schäume in der Getränkeindustrie	7
2.1.2. Unerwünschte Schäume in der Getränkeindustrie	8
2.2. Allgemeine Erklärung des Schaumphänomens	9
2.2.1. Entstehung von Schäumen	10
2.2.2. Schaumhaltbarkeit	11
2.2.3. Schaumstabilität	12
2.2.4. Schaumzerfall	12
2.3. Untersuchung spezieller Schaumphänomene	14
2.3.1. Der Bierschaum	15
2.3.2. Mousseux	16
2.3.3. Gushing	17
2.3.4. Schäume in alkoholfreien Getränken	20
2.3.5. Feste Schäume	21
2.4. Methoden zur Messung der Schaumeigenschaften	21
2.4.1. Ross & Clark-Methode	22
2.4.2. NIBEM-Methode	23
2.4.3. Einschenkmethod nach Ullmann und Pfenninger	23
2.4.4. Neue Methode zur Messung der Schaumhaltbarkeit von Bier	24
2.5. Methoden zur Messung der Oberflächenspannung	24

	<u>Seite</u>
2.5.1. Methode des maximalen Blasendruckes	25
2.5.2. Steighöhenmethode	26
2.5.3. Tropfengewichtsmethode	26
2.5.4. Abreißmethode	27
2.6. Schaumbeeinflussende Substanzen	28
2.6.1. Kohlendioxid	29
2.6.2. Schaumpositive Inhaltsstoffe	33
2.6.3. Schaumnegative Inhaltsstoffe	36
2.6.4. Schaummittel	38
2.7. Technologische Einflußfaktoren auf die verschiedenen Schaumformationen	39
2.7.1. Bierschaum	39
2.7.2. Mousseux	44
2.7.3. Gushing	45
2.7.4. Schäume in alkoholfreien Getränken	49
2.8. Schlußfolgerungen aus der Theorie	50
3. Praktische Untersuchungen zum Einfluß der Oberflächenspannung auf das Schäumen von Getränken	51
3.1. Aufgabenstellung	51
3.2. Material und Methoden	52
3.2.1. Geräte und Chemikalien für die Schaummessungen	52
3.2.2. Geräte und Chemikalien für die Messung der Oberflächen- spannung	54
3.2.3. Methode zur Durchführung der Schaummessungen	54
3.2.3.1. Versuchseinrichtung	54
3.2.3.2. Versuchsdurchführung	57
3.2.3.3. Vorversuche	58
3.2.3.4. Hauptversuche	59
3.2.4. Methode zur Durchführung der Oberflächenspannungs- messung	63
3.2.4.1. Versuchseinrichtung	63
3.2.4.2. Versuchsdurchführung	64

	<u>Seite</u>
3.2.4.3. Vorversuche	65
3.2.4.4. Hauptversuche	67
3.3. Versuchsergebnisse	67
3.3.1. Versuchsergebnisse der Schaummessungen	67
3.3.1.1 Phänomenologische Ergebnisse	67
3.3.1.2. Meßergebnisse der einzelnen Schaummessungen	70
3.3.1.3. Fehleranalyse	91
3.3.2. Versuchsergebnisse der Oberflächenspannungsmessung	93
3.3.2.1. Meßergebnisse der Oberflächenspannungs- messung	93
3.3.2.2. Fehleranalyse	96
3.4. Diskussion der Versuchsergebnisse	98
4. Schlußfolgerungen	104
4.1. Verwendete Versuchsanlage und -methode zur Messung des Schaumes	104
4.2. Verwendete Versuchsanlage und -methode zur Messung der Oberflächenspannung	105
4.3. Ansatzpunkte für weiterführende Untersuchungen	106
4.4. Anwendungsgebiet Berufsschule	107
4.5. Umsetzung der Versuchsergebnisse in der Praxis	108
5. Zusammenfassung	110
6. Literaturverzeichnis	113
7. Anhang	116
7.1. Meßergebnisse der einzelnen Schaumversuche (Tabellen 9 bis 76)	116
7.2. Meßergebnisse der Oberflächenspannungsmessung (Tabellen 77 und 78)	139
7.3. Meßergebnisse der Halbwertszeit (Tabellen 79 und 80)	140

## II. Definitionen

*Grenzfläche:* Die Berührungsfläche zwischen zwei unterschiedlichen Aggregatzuständen, z.B. zwischen einer Flüssigkeit und einem Gas, wird als Grenzfläche bezeichnet. Der Flüssigkeitsspiegel der Versuchsflüssigkeit stellt eine Grenzfläche dar. Aber auch an allen anderen Stellen, an denen eine Flüssigkeit mit einem Gas in Berührung kommt, wie z.B. bei Luft-, Gas- oder Mikroblasen, entsteht eine Grenzfläche.

*Meßzeit:* Die Meßzeit ist die Zeit, die vom Zeitpunkt des Abschaltens der Versuchsanlage bis zum jeweiligen Meßzeitpunkt vergeht.

*Mittlere Halbwertszeit  $t_H$ :* Die mittlere Halbwertszeit bezeichnet den Durchschnittswert, der sich aus den Meßwerten dreier Zeitmessungen bei konstanten Versuchsbedingungen ergibt. Gemessen wird die Zeit, in der die Hälfte des entstandenen Schaumes zerfallen ist. Die mittlere Halbwertszeit wird in Sekunden angegeben.

*Mittlere Oberflächenspannung  $\sigma_m$ :* Die mittlere Oberflächenspannung ist der Mittelwert aus drei Vergleichsmessungen der Oberflächenspannung unter gleichen Versuchsbedingungen. Die mittlere Oberflächenspannung wird in mN/m angegeben.

*Mittleres Schaumvolumen  $V_S$ :* Das mittlere Schaumvolumen ist das Volumen an Schaum, welches mittels Versuchsanlage 1 bzw. 2 in einer festgelegten Zeit entstanden ist. Das mittlere Schaumvolumen ist der Mittelwert aus drei Vergleichsmessungen unter gleichen Versuchsbedingungen, es wird in ml gemessen.

*Schaum:* Schaum stellt eine Dispersion von kleinen, einander berührenden Blasen in einer Flüssigkeit dar. Die einzelnen Gasblasen werden von einer doppelwandigen Schaumlamelle umschlossen.

*Schaumhaltbarkeit:* Die Schaumhaltbarkeit beschreibt die Lebensdauer des Schaums.

*Schaumstabilität:* Die Konstanz der Schaumhaltbarkeit über mehrere Monate (in Abhängigkeit von der Mindesthaltbarkeit) wird Schaumstabilität genannt.

*Schaumzahl  $S_1$* : Ist der Quotient aus dem mittleren Schaumvolumen und der Oberflächenzahl  $O_1$ .

*Schaumzahl  $S_2$* : Ist das Produkt aus der mittleren Halbwertszeit  $t_H$  und der Wurzel des mittleren Schaumvolumen  $V_S$ .

*Oberflächenelastizität*: Die Oberflächenelastizität beschreibt die Fähigkeit einer Schaumlamelle, der örtlichen Kraftwirkung standzuhalten.

*Oberflächenspannung  $\sigma$* : Die Oberflächenspannung ist jene Arbeit, die notwendig ist, die Oberfläche einer Flüssigkeit um  $1 \text{ m}^2$  zu vergrößern.

*Oberflächenviskosität*: Die Oberflächenviskosität beschreibt die Stärke der Kohäsion zwischen den absorbierten Molekülen auf dem Oberflächenfilm.

*Oberflächenzahl  $O_1$* : Ist die Differenz zwischen dem gemessenen Wasserwert der Oberflächenspannung ( $72 \text{ mN/m}$ ) und der mittleren Oberflächenspannung der jeweiligen Versuchslösung.



### III. Symbole und Formelzeichen

Tabelle 1 Darstellung der verwendeten Symbole und Formelzeichen

Formelzeichen/ Abkürzung	Bezeichnung	Einheit
c	Löslichkeit von CO <sub>2</sub>	g/l
C	Konzentration des oberflächenaktiven Stoffes	-
d <sub>1/2</sub>	Durchmesser des großen bzw. kleinen Meßzylinders	cm
E	Oechslewert	°Oe
h	Füllhöhe der Versuchsflüssigkeit	cm
σ	Oberflächenspannung	mN/m
σ <sub>m</sub>	mittlere Oberflächenspannung	mN/m
O <sub>1</sub>	Oberflächenzahl	mN/m
p	Partialdruck	bar
q	Konzentrationsunterschied des oberflächenaktiven Stoffes auf der Lamelle der Gasblase	-
R	Gaskonstante	J·kg <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup>
S	spezifische elektrische Leitfähigkeit	μS/cm
S <sub>1</sub>	Schaumzahl	ml·m/mN
S <sub>2</sub>	Schaumzahl	s·cm <sup>3/2</sup>
T	Trockensubstanzgehalt	% mas
t <sub>H</sub>	mittlere Halbwertszeit	s
t <sub>Gas1/2</sub>	Begasungszeit für großen bzw. kleinen Meßzylinder	s
T	Temperatur	°C
V <sub>1/2</sub>	Flüssigkeitsvolumen im Meßzylinder mit großem bzw. kleinem Durchmesser	ml
V <sub>S</sub>	mittleres Schaumvolumen	ml
λ	Absorptionskoeffizient	-
	Dichte	kg/l

## 1. Einleitung und Problemstellung

In der Lebensmittel- und Getränkeindustrie spielen Schäume bei der Herstellung der Erzeugnisse eine entscheidende Rolle. In der Getränkeindustrie sind es vor allem die Hersteller von Bier und Schaumweinen, die ein Interesse an der Voraussage der Eigenschaften des Schaumes haben. Seit Jahrzehnten wird versucht, die schaumpositiven bzw. schaumnegativen Inhaltsstoffe zu analysieren und zu beeinflussen. Aber auch technologische Faktoren sind für ein gutes Schaumverhalten eines Getränkes zu berücksichtigen.

Bei der Herstellung von alkoholischen bzw. alkoholfreien Getränken führt eine unerwünschte Schaumentwicklung im Herstellungsprozeß zu Umsatzverlusten. Trotz intensiver Forschung kann die unerwünschte Schaumentwicklung oft nicht vorausgesehen (Gushing) bzw.

unterdrückt werden. Im alkoholfreien Getränkebereich sind die Angaben in der Literatur diesbezüglich bis heute noch ungenügend.

Ausgehend von den Forschungsergebnissen in der Bier- und Sektherstellung zum Thema "Schaum" soll im Rahmen dieser Arbeit eine Untersuchungsmethode vorgestellt werden, die es erlaubt, mit einfachen Mitteln das Schaumverhalten von alkoholfreien Getränken zu messen. Darüber hinaus wird versucht, die mittlere Oberflächenspannung als Indikator für das Schaumverhalten von alkoholfreien Getränken einzuführen.

Es wird zu prüfen sein, ob diese Untersuchungsmethode im Rahmen des Berufsschulunterrichts für Mälzer, Brauer bzw. Restaurantfachfrauen- und -männer Anwendung finden kann.

## **2. Theoretische Untersuchungen zum Schaumphänomen**

### 2.1. Schäume in der Getränkeindustrie

#### 2.1.1. Erwünschte Schäume in der Getränkeindustrie

Das Spektrum der Schäume, das im Herstellungsprozeß bzw. beim Konsumenten in Erscheinung tritt, ist groß. Die Schaumeigenschaften sind sowohl in der Getränke- als auch in der Lebensmittelindustrie entscheidende Kriterien für die Beurteilung des Erscheinungsbildes des jeweiligen Erzeugnisses. Bei der Herstellung von Bieren wird besonders großer Wert auf die Ausprägung der Schaumeigenschaften gelegt. Schaumbildung und eine gute Schaumhaltbarkeit sind Kennzeichen eines Qualitätsbieres. Ein Bierglas (0,5 l) verfügt über einen Kopfraum von ca. 100 ml, der für den aufsteigenden Schaum vorgesehen ist. Die Schaumschicht auf der Oberfläche des Bieres ist jedoch nicht nur ein wichtiger Indikator für die Güte eines Bieres, sondern auch ein ästhetisches Merkmal. Der Konsument wünscht, daß sich die Kohlensäure im ausgeschenkt Bier möglichst langsam entbindet.

Eine langsame und gleichmäßige Entbindung des CO<sub>2</sub>-Gases wird auch in der Schaumweinherstellung, insbesondere in der Champagnerbereitung, gefordert. Das richtige Moussieren eines Schaumweines ist Voraussetzung für den hohen Genußwert des alkoholischen Getränks. Der Begriff "Mousseux" stammt vom französischen "mousse" ab und

steht sowohl für "Moos" als auch für "Schaum". Das abgeleitete Eigenschaftswort "mousseux" bedeutet "schäumend" und findet im französischen als "vin mousseux" (schäumender Wein oder Schaumwein) Verwendung. Das "Mousseux" bezeichnet das Erscheinungsbild der feinen Kohlensäureblasen im Sektglas.

Steifer Eischnee oder geschlagene steife Sahne sind Beispiele von festen Schäumen in der Lebensmittelindustrie. Sie entstehen durch die Verfestigung der flüssigen Phase. Diese Schaumart kann im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter untersucht werden und wird nur der Vollständigkeit halber genannt.

### 2.1.2. Unerwünschte Schäume in der Getränkeindustrie

Die Ausprägung von unerwünschten Schäumen in Folge des Entweichens von CO<sub>2</sub> kann sowohl während des Herstellungsprozesses als auch beim Öffnen der Flasche beim Konsumenten beobachtet werden. Am häufigsten tritt die Schaumentstehung beim Abfüllvorgang von CO<sub>2</sub>-haltigen alkoholischen bzw. alkoholfreien Getränken in Erscheinung. Beim Kauf einer Abfüllanlage wird dem Käufer vom Hersteller das Abfüllen und Verschließen einer bestimmte Flaschenanzahl pro Stunde garantiert. Der geschwindigkeitsbestimmende Schritt der Anlage ist die Druckentlastung der Flasche nach der Abfüllung. Durch ein unerwartetes heftiges Aufschäumen des Getränkes treten jedoch Füllverluste auf. Für die Füllung einer 0,75 l Flasche mit einem stark zu Schäumen neigendem Getränk werden bei einer Umlaufzeit von 13 s allein 4 s für die Entlastungsphase benötigt [1]. Eine Steigerung der Stundenleistung an Flaschen kann im Idealfall durch die Verkürzung dieser Abfüllphase auf 0 s erfolgen. Nur durch eine Verhinderung der Schaumentstehung kann die garantierte Leistung der Abfüllmaschine gewährleistet werden. Je geringer die Zahl der Schaumblasen, ist um so weniger Entlastungszeit wird benötigt. Es ist also notwendig, die Ursachen der Entstehung der potentiellen Blasenkeime zu ergründen.

Auch während des Gärprozesses kann eine unerwünschte Schaumbildung auftreten. Wein kann durch den Prozeß der offenen, d.h. drucklosen Gärung, hergestellt werden. Das Kohlendioxidgas entweicht in der Phase der Gärung ungehindert aus dem System. Um Flüssigkeitsverluste durch das Auftreten der Schaumbildung zu vermeiden, werden im Gärgefäß ca. 3 bis 10 % des Tank- oder Faßvolumens als sog. "Steigraum" freigehalten. In

der Schaumweinherstellung hingegen ist dieser Steigraum nicht notwendig, da die Gärung in einem geschlossenen Gefäß durchgeführt wird. Es entsteht kein Schaum durch entweichendes Kohlendioxidgas in der Gärphase. Der Steigraum bei der Hauptgärung des Bieres beträgt bis zu 25 %.

Neben Bier und Schaumweinen neigen vor allem die alkoholfreien Getränke Cola- oder Bitterlimonaden zu erhöhter Schaumbildung. Durch diese Störung kann die jeweilige Abfüllanlage ihre Nennleistung nicht erreichen. Es kommt zu erheblichen Getränke- bzw. Umsatzverlusten [2].

## 2.2. Allgemeine Erklärung des Schaumphänomens

### 2.2.1. Entstehung von Schäumen

Schäume können durch chemische Reaktionen, durch das Einleiten eines Gases in eine Flüssigkeit oder durch heftige Bewegungen an der Flüssigkeitsoberfläche erzeugt werden. Durch ausreichend hohe Scher- oder Zugkräfte wird die kontinuierliche Phase aufgerissen und das Gas kann eindringen. Bei alkoholischen Getränken, wie z.B. Bier und einigen Schaumweinen, erfolgt das Einbringen des für die Schaumentstehung notwendigen Gases durch die chemische Reaktion der Gärung. In der alkoholfreien Getränkeindustrie und bei vielen Schaumweinen wird das CO<sub>2</sub> durch das Imprägnierverfahren zugeführt. Bei diesem Verfahren wird der notwendige CO<sub>2</sub>-Überdruck durch den Zusatz von Kohlendioxid erreicht.

Aber auch eine hohe Oberflächenturbulenz beim Begasen oder beim Befüll- bzw. Rührvorgang führt zu einem Einschluß von Luft in die Suspension und unter Umständen zum Entstehen von Schaumblasen.

Schäume finden auch in der Lebensmittelherstellung Verwendung. In Abhängigkeit von der Konsistenz der viskosen oder viskoplastischen flüssigen Phase wird das zu dispergierende Gas durch Injektion, Einschlagen, Rühren, Kneten oder Ziehen eingebracht [3]. Die Schaumstruktur entsteht durch die feine Verteilung eines Gases in einem Lebensmittel oder in einem Halbprodukt.

Schäume in der Getränkeindustrie bestehen in der Regel aus einer Gasphase und einer Flüssigkeitsphase. Diese bezeichnet man als Zweiphasensysteme. Bei der Kühltrubabtrennung in der Bierherstellung mittels Flotation enthält der Schaum noch zusätzlich eine Feststoffkomponente. In diesem Fall handelt es sich um einen Drei-Phasen-Schaum [4].

Schaum stellt eine Dispersion von kleinen, einander berührenden Blasen in einer Flüssigkeit dar. Ist bei homodisperser Verteilung die Volumenkonzentration des Gases kleiner als 74%, so haben die Gasblasen ein kugelförmiges Aussehen. Dieser Kugelschaum ist jedoch sehr instabil. Die kugelförmigen Blasen verändern ihre Form beim Zusammenstoß mit anderen Blasen. Es entstehen Polyeder verschiedener Flächenform und Größe. Die einzelnen Gasblasen werden von einer doppelwandigen Schaumlamelle umschlossen. Dieses Häutchen ist ca. 4-600 nm dünn. Das Innere der Doppelwand ist mit Flüssigkeit ausgefüllt. Der entstandene polyederförmige Schaum ist wesentlich stabiler. Damit die Blase durch den Normaldruck nicht zusammenfällt, herrscht in der Blase gegenüber der Umgebung ein Überdruck.

Die Teilchengröße bei feinen Schäumen liegt bei 0,1 bis 2,0 mm. Die Teilchen von groben Schäumen können bis zu 10 mal größer sein [3]. Das Volumen des Schaumes hängt u.a. vom Flüssigkeitsvolumen, den mechanischen Bedingungen und der Temperatur ab. Schäume sind thermodynamisch instabil [5]. Voraussetzung für das Schaumvermögen einer Flüssigkeit ist die Beschaffenheit des Oberflächenfilms, der die Gasblasen umgibt. Einzelne Inhaltsstoffe, insbesondere oberflächenaktive Substanzen, haben diesbezüglich großen Einfluß auf die Schaumeigenschaften (siehe 2.6.: Schaumbeeinflussende Substanzen).

Die oberflächenaktiven Substanzen bestehen aus hydrophilen und hydrophoben Zonen. Dabei sind die hydrophoben Zonen für die Oberflächenaktivität der Stoffe verantwortlich. Durch die geringe Anziehungskraft der hydrophoben Enden der Moleküle wird die Oberflächenspannung der Flüssigkeit herabgesetzt. Es ist nun weniger Energie für die Bildung neuer Oberflächen, d. h. für neuen Schaum, erforderlich. Für die Stabilität der Blasen ist bei geringerer Oberflächenspannung auch nur ein verminderter Blaseninnendruck notwendig. Eine theoretische Abschätzung des Schaumvermögens kann mittels der Gibb'schen Gleichung (1) erfolgen [6]:

$$q = - (C/RT) * (\delta\gamma/\delta C) \quad (1)$$

q = Konzentrationsunterschied des oberflächenaktiven Stoffes auf der Lamelle der Gasblase

C = Konzentration des oberflächenaktiven Stoffes

T = absolute Temperatur

$\gamma$  = Oberflächenspannung in der Lösung

R = Gaskonstante

### 2.2.2. Schaumhaltbarkeit

Die Schaumhaltbarkeit wird von vielen unterschiedlichen Faktoren beeinflusst. Bestimmte Zusätze, aber auch technologische Faktoren, vermögen die Schaumhaltbarkeit erheblich zu verlängern. Die Oberflächenelastizität ist das wichtigste Merkmal der Schaumhaltbarkeit. Die Oberflächenelastizität beschreibt die Fähigkeit einer Schaumlamelle, der örtlichen Kraftwirkung standzuhalten. Bei der Dehnung der Lamelle steigt die Oberflächenviskosität durch die Verminderung der Konzentration der lokalen oberflächenaktiven Stoffe. Dieser Konzentrationsunterschied bewirkt, daß oberflächenaktive Substanzen aus der Flüssigkeit in den Film gelangen und ein Reißen der Filmschicht verhindern.

Die Schaumstabilität ist abhängig von der Geschwindigkeit, mit der die oberflächenaktiven Substanzen in den Film eindringen bzw. ihn wieder verlassen. Je schneller sie in den Film eintreten, desto besser kann Schaum entstehen. Die Lebensdauer des Schaums wird um so länger, je langsamer die oberflächenaktiven Substanzen die Filmschicht verlassen.

Die Oberflächenviskosität ist eine andere wichtige Größe, die Einfluß auf die Schaumhaltbarkeit besitzt. Sie beschreibt die Stärke der Kohäsion zwischen den absorbierten Molekülen auf dem Oberflächenfilm. Hochmolekulare Substanzen erhöhen z.B. die Viskosität der Flüssigkeit und verzögern den Rückfluß derselben aus den Blasenzwischenräumen. In nichtstabilisierten, niederviskosen Flüssigkeiten, wie z. B. Selterswasser, nähern sich die aufgestiegenen Gasblasen an und fließen durch zwischenpartikulare Wechselwirkungen schnell zusammen. Ein dauerhafter Schaum kann nicht entstehen. Je größer die Viskosität ist, desto weniger Moleküle können aus dem Oberflächenfilm ausbrechen. Es werden drei verschiedenen Gründe für diese Erklärung angegeben [7]:

- a) Der geringe Diffusionskoeffizient größerer Moleküle unterstützt die Bildung eines stabilen Schaumes.
- b) Die Wechselbeziehung der Moleküle untereinander.
- c) Die Struktur des Films wird durch eine zweite Substanz, die in den Film eintritt und in einer Wechselbeziehung zu den Häutchenbildnern steht, verändert. Metallionen oder  $\alpha$ -Säuren können mit Proteinen Verbindungen eingehen und die Struktur des Oberflächenfilms so verändern, daß die Schaumhaltbarkeit verlängert wird.

### 2.2.3. Schaumstabilität

Die Konstanz der Schaumhaltbarkeit über mehrere Monate (in Abhängigkeit von der Mindesthaltbarkeit) wird Schaumstabilität genannt. Die Schaumziffern beim Bier werden nach der NIBEM-Methode bzw. nach der Ross & Clark-Methode ermittelt (siehe 2.4.: Methoden der Messung der Schaumeigenschaften). Bei thermisch belasteten Bieren konnte mit zunehmender Lagerdauer eine Abnahme der Schaumziffern (nach NIBEM ) unter 200 s festgestellt werden [8]. Lagertemperaturen von 25 bis 30 °C hatten eine Verschlechterung der Sigma-Werte (nach Ross & Clark) zur Folge. Bei einer Untersuchung von bis zu drei Monate alten untergärigen Bieren konnte eine Verschlechterung der NIBEM- und Sigma-Werte in Bezug auf frische Biere festgestellt werden [9].

Bei der Bestimmung der Schaumstabilität hat jedoch die Art des Meß- bzw. Aufschäumverfahrens wesentlichen Einfluß auf die Meßwerte. Die mittels freien Falls gemessenen Werte der Schaumhaltbarkeit von abgefülltem Bier nahmen während der Lagerung, wenn überhaupt, weniger stark ab, als jene, die mittels der NIBEM- bzw. Ross & Clark-Methode erzeugt wurden.

### 2.2.4. Schaumzerfall

Beim Bier wird ein rasch zusammenfallender Schaum vom Konsumenten meist mit ungenügender Frische und dem Vorhandensein von Geschmacksfehlern verbunden. Ist der Schaum zerfallen, können die Kohlensäureblasen ungehindert die Grenzschicht passieren, das Bier verliert an Vollmundigkeit und an Rezenz. Der Schaum stellt ein System dar, bei dem