

## Inhalt

- 1 EINLEITUNG
- 2 ÜBERBLICK ÜBER DIE VERSUCHE
- 3 MATERIAL UND METHODEN
  - 3.1 Die Flaschenverschlüsse
  - 3.2 Die Flaschen
  - 3.3 Die Abfüllung
  - 3.4 Der Verschließvorgang
  - 3.5 Die Lagerung der Flaschen
  - 3.6 Untersuchungen
    - 3.6.1 Ermittlung des Flascheninnendrucks unmittelbar beim Einstoßen der Stopfen
    - 3.6.2 Ermittlung des Flascheninnendrucks im Verlauf der Lagerung
    - 3.6.3 Bestimmung der Festigkeit des Korksitzes
    - 3.6.4 Ermittlung der Korkfeuchte und des Trockengewichts
- 4 ERGEBNISSE
  - 4.1 Flascheninnendruck unmittelbar beim Einstossen der Stopfen
  - 4.2 Flascheninnendruck im Verlauf der Lagerung
  - 4.3 Festigkeit des Korksitzes
  - 4.4 Ermittlung des Trockengewichtes und der Korkfeuchte
- 5 DISKUSSION
- 6 LITERATURVERZEICHNIS

## 1 EINLEITUNG

Kork- und Kunststoffstopfen werden als innenabdichtende Verschlüsse beim Verschließvorgang großen mechanischen Belastungen ausgesetzt, da sie im Korkschloss von ihrem Ausgangsdurchmesser auf üblicherweise 15,8 mm komprimiert werden. Nach der Verdichtung im Korkschloss erfolgt das Einstoßen der Stopfen in den Flaschenhals und dabei gleichzeitig die Expansion und Anpressung an die Innenwand der Mündung der Flasche.

Während des Einstoßens der Stopfen entsteht im Inneren der Flasche durch die Kompression der Luft im unbefüllten Teil der Flasche ein Druck, der sogenannte Verschließdruck. Dieser kann dazu führen, dass die gerade eingestoßenen Stopfen zu einem bestimmten Teil wieder aus der Mündung herausgeschoben werden. Bei direkter liegender Lagerung der Flaschen kann auch Wein zwischen Glas und den noch nicht vollständig expandierten Stopfen gedrückt werden. Die Folgen dieser Vorgänge sind Reklamationen wegen nicht korrekt sitzender Stopfen bzw. Ausläufern.

In Arbeiten von FREUND (1992), HUNDEMER (1992), SCHLÖSSER (1991) und VOLZ (1985) im Fachgebiet Kellerwirtschaft der Forschungsanstalt Geisenheim wurden die unterschiedlichen Einflussfaktoren auf den Verschließdruck bei Naturkorken und „technischen“ Korken (Agglomeratkorken unterschiedlicher Herstellungstechniken) untersucht und dargestellt.

In Veröffentlichungen von SECKLER, SCHLÖSSER und ZÜRN (1992) und JUNG und ZÜRN (1995) wurden Untersuchungen zur Verschließ- und Lagertechnik aufgezeigt.

Durch die zunehmende Anwendung alternativer Kunststoffstopfen wurde in letzter Zeit die Problematik des Verschließdrucks wieder sehr aktuell. Infolge anderer Oberflächenbeschaffenheit und Elastizität der Kunststoffe im Vergleich zum Kork kam es verstärkt zu Problemen mit „rückfedern-den“ Stopfen.

In der vorliegenden Arbeit wurde daher der Einfluss unterschiedlicher Kunststoffstopfen und Korken auf den beim Verschließen von Flaschen entstehenden Innendruck vergleichend untersucht.

## 2 ÜBERBLICK ÜBER DIE VERSUCHE

Ziel der Untersuchungen war es, den Einfluss unterschiedlicher Parameter auf den Flascheninnendruck festzustellen. Die Schwerpunkte lagen vor allem in der Untersuchung verschiedener „Kork“- bzw. Stopfenarten, der Verschließgeschwindigkeit, der Kopfraumbehandlung und der Lagerart. Der Einfluss der Faktoren Flasche, Füllhöhe, Korkschloss und Temperatur konnte vernachlässigt werden, da diese Größen konstant gehalten wurden.

Im Einzelnen wurden folgende Einflussgrößen variiert:

1. Der Flaschenverschluss  
Durchmesser  
Länge  
Qualität  
Aufbau und Material (Naturkork, Presskork, Kunststoffstopfen)
2. Die Verschließgeschwindigkeit  
900 Flaschen / Stunde  
1800 Flaschen / Stunde
3. Die Kopfraumbehandlung  
Mit Kohlensäureüberschichtung  
Ohne Kohlensäureüberschichtung
4. Die Lagerart  
Liegende Lagerung der Flaschen  
Stehende Lagerung der Flaschen

In Abbildung 1 wird der Versuchsaufbau schematisch dargestellt.

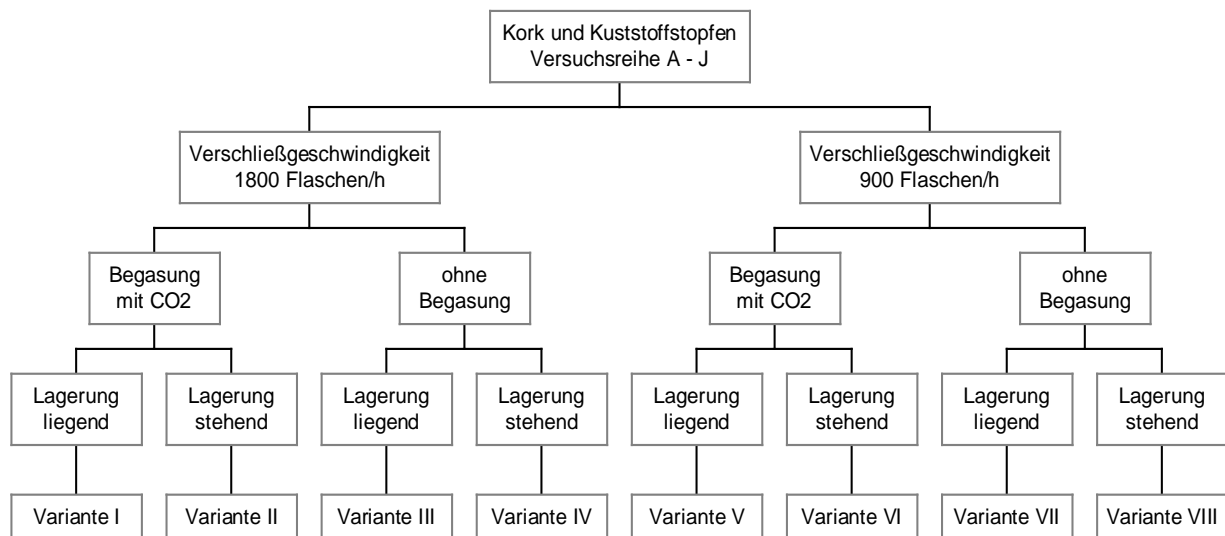


Abb. 1: Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus

Wie aus Abb. 1 ersichtlich, wurden von jedem Verschluss 8 verschiedene Varianten (I–VIII) angelegt.

### 3 MATERIAL UND METHODEN

#### 3.1 Die Flaschenverschlüsse

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die bei den Untersuchungen verwendeten Flaschenverschlüsse.

Tab. 1: Übersicht über die untersuchten Flaschenverschlüsse

Verschluss	Art	Dimension (mm)
A	Naturkork	45 x 24
B	Nomakork Kunststoff	43 x 22
C	Naturkork	38 x 24
D	Zweischeibenkork	39 x 24
E	Presskork	38 x 23
F	Integra Kunststoff	38 x 21
G	Greiner Kunststoff	38 x 21
H	Seibel Kunststoff	37 x 25
I	Pfefferkorn DINPE D 36 Kunststoff	36 x 22
J	Ecorc Kunststoff	37 x 23

Aus Tab. 1 ist ersichtlich, dass neben sechs verschiedenen Kunststoffstopfen (B, F-J) zwei Naturkorken (A, C), ein Zweischeibenkork (D) und auch ein Presskork (E) getestet wurden. Die Naturkorken waren chlorfrei gewaschen und füllfertig vorbereitet.

Die Kunststoffstopfen waren teilweise im sog. „Spritzgussverfahren“ (Varianten F, G, I), andere im „Extrusions- bzw. Ko-Extrusionsverfahren“ hergestellt (Varianten B, J)(JUNG, ZÜRN 2000).

Die Kunststoffstopfen variierten auch deutlich in Länge und Durchmesser, was aus Tabelle 1 ersichtlich wird.

#### 3.2 Die Flaschen

Für die Füllung der Versuchsreihen wurden Bordeauxflaschen mit normaler Bandmündung verwendet. Mit einem justierten Innentastgerät wurden die Mündungsverläufe der Flaschen vor den Versuchen vermessen. Die Flaschenmündungen entsprachen den Vorgaben der zu dieser Zeit gültigen DIN Norm 6094 (Bandmundstücke für Schlegel-, Bordeaux-, Burgunder-Flaschen), Mundstück D-28 DE 6.

In dieser Norm werden in den verschiedenen Mündungstiefen folgende Innendurchmesser bzw. Toleranzen vorgegeben:

Mündungseingang:	18,3 +/- 0,4 mm
In 10 mm Mündungstiefe:	Mittlerer Durchmesser in 10 mm Tiefe von Mündungsoberkante darf max. 1 mm größer und nie kleiner sein als der mittlere Eingangsdurchmesser

In 40 mm Mündungstiefe: 20 +/- 1,0 mm

In 47 mm Mündungstiefe: 20 +/- 1,0 mm

### **3.3 Die Abfüllung**

Die Flaschen wurden mit geschwefeltem Wasser befüllt, um einen Verderb für die Zeit der Lagerung zu vermeiden. Die so gefüllten Flaschen wurden auf 20°C temperiert. Kurz vor dem Verschließvorgang wurde mittels einer Vakuumpumpe die Füllhöhe so eingestellt, dass bei jeder Verschlußalternative der gleiche Leerraum zwischen unterem Rand des Stopfens und der Weinoberfläche verblieb. Die Verschlüsse saßen 2 mm unterhalb der Mündungsoberkante, der verbleibende Leerraum betrug 10 mm.

### **3.4 Der Verschließvorgang**

Die Stopfen wurden mit einem praxisüblichen Vierbackenschloss komprimiert und dann in die Flaschen eingestoßen.

Bei einem Teil der Flaschen wurde zur Minderung des Verschließdrucks eine CO<sub>2</sub>-Kopfraumbehandlung durchgeführt. Dabei wurde die Kohlensäure durch eine Düse 3-4 Sekunden lang – unmittelbar vor dem Verschließvorgang – in den Kopfraum der gefüllten Flaschen eingeblasen.

Von allen 10 untersuchten Verschlüssen wurden von den 8 Varianten jeweils 6 Flaschen verschlossen und eingelagert.

### **3.5 Die Lagerung der Flaschen**

Unmittelbar nach der Abfüllung wurde von jeder Versuchsreihe die eine Hälfte der Flaschen liegend, die andere stehend gelagert. Die Lagerung erfolgte für 14 Tage in einem auf 20°C temperierten Weinlagerraum und bei einer maximalen relativen Luftfeuchte von 65%.

### **3.6 Durchgeführte Untersuchungen**

#### **3.6.1 Ermittlung des Flascheninnendrucks unmittelbar beim Einstoßen der Stopfen**

Die Messung erfolgte unter Zuhilfenahme eines sog. Differenzdruckaufnehmers. Eine angebohrte Flasche steht dabei durch die Bohrung über einen in ein Gewinde eingefassten Schlauch mit dem Differenzdruckaufnehmer in Kontakt. Bei unseren Untersuchungen war der Druckaufnehmer mit einem Frequenz-Messverstärker (Typ KWS/6T-5, Firma Hottinger Baldwin Messtechnik) verbunden, der die mechanischen Messgrößen proportional in elektrische Messwerte umwandelt. Die meist geringen Messspannungen werden verstärkt und auf einem nachgeschalteten Direktschreiber (Typ Hecoscriptor He-1) festgehalten. Durch die sehr hohe Laufgeschwindigkeit des Registrierpapiers (50 – 100 mm/sec) kann der Druckverlauf direkt während des Verschließvorganges festgehalten werden.

Bei den angestellten Untersuchungen wurden die Werte unmittelbar beim Einstoßen der Korken und Stopfen sowie 60 Sekunden später festgehalten.

### 3.6.2 Ermittlung des Flascheninnendruckes im Verlauf der Lagerung

Zur Messung des Flascheninnendruckes während der Lagerung wurden manometrische Röhren verwendet. Hierzu wurden an einem Ende verschlossene Kunststoffpipetten mit definiertem Volumen von 1,2 ml in die mit Wasser gefüllten Flaschen eingesetzt. In der Pipette befanden sich somit 1,2 ml Gas ( $V_0$ ) bei einem Luftdruck von 1 bar ( $p_0$ ). Nach dem Verschließen der Flasche breitet sich der entstehende Druck gleichmäßig aus und kann durch die offene Seite der Pipette eindringen. Das Gas wird dabei auf ein bestimmtes Volumen komprimiert ( $V_1$ ), welches an der graduierten Messpipette abgelesen werden kann.

Mit Hilfe des Boyle-Mariott'schen Gesetzes wird nun der entstandene Flascheninnendruck ( $p_1$ ) mit Hilfe der unten stehenden Formel bestimmt.

$$p_1[\text{bar}] = \frac{p_0[\text{bar}] \cdot V_0[\text{ml}]}{V_1[\text{ml}]} - 1[\text{bar}] \text{ (Luftdruck)}$$

Die in den Versuchsflaschen herrschenden Drücke wurden zu folgenden Zeitpunkten abgelesen:

- Unmittelbar nach Verschließen
- nach 10 Minuten
- nach 30 Minuten
- nach 1 Stunde
- nach 3 Stunden
- nach 6 Stunden
- am 2. Tag, vormittags
- am 2. Tag, nachmittags
- am 3. Tag, vormittags
- am 3. Tag, nachmittags
- jeweils einmal am 4. bis 14. Tag nach der Füllung und Einlagerung

### 3.6.3 Bestimmung der Festigkeit des Korksitzes

Die Festigkeit des Korksitzes lässt bei einem innenabdichtenden Flaschenverschluss wie dem Korken Rückschlüsse auf seine Elastizität und Abdichtfähigkeit zu. Mit einem Universalprüfgerät wurden mit Zugkraftmessung daher die zum Entkorken notwendigen Aufziehkraften bei allen Flaschen ermittelt. Normalerweise sollten die hier ermittelten Kraftwerte zwischen 200 und 400 N liegen.

Bei niedrigeren Messwerten sitzen die Stopfen zu lose in den Mündungen und dichten ungenügend ab, bei Zugwerten höher als 400 N muss mit Reklamationen wegen zu hohem Kraftaufwand beim Ziehen gerechnet werden.

#### **3.6.4 Ermittlung der Korkfeuchte und des Trockengewichtes**

Das Korkgewicht wurde vor dem Einstoßvorgang ermittelt. Nach der Untersuchung wurden die Feuchtigkeitsgehalte gravimetrisch bestimmt. Die Korken aller Varianten wurden unmittelbar nach dem Entkorken gewogen, dann in einem Trockenschrank bei 85°C für 48 h bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und erneut abgewogen. Aus der Differenz zwischen Feucht- und Trockengewicht konnte der Feuchtigkeitsgehalt bzw. die Feuchtigkeitsaufnahme bestimmt werden (JUNG, ZÜRN 1999).

## 4 ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNGEN

### 4.1 Flascheninnendruck unmittelbar beim Einstoßen der Stopfen

Die Flascheninnendrucke wurden direkt nach dem Verkorken und nach 60 Sekunden bei je 12 Stopfen je Variante festgehalten. Neben den Mittelwerten wurden Minimal- und Maximaldrücke sowie die jeweilige Standardabweichung berechnet.

In nachfolgender Tabelle sind die Mittelwerte der Drücke je Verschlussvariante für die Verschleißleistungen 900 und 1800 Flaschen pro Stunde direkt und nach 60 Sekunden dargestellt.

Tab. 2: Verschleißdrücke bei verschiedenen Verschlussvarianten und Verschleißleistungen, unmittelbar und 60 Sekunden nach dem Einstoßvorgang, Mittelwerte aus n=12

Verschluß- variante	ABFÜLLELEISTUNG 900 FL/H		ABFÜLLELEISTUNG 1800 FL/H	
	Verschleißdruck [bar]		Verschleißdruck [bar]	
	Nach 0 sec	Nach 60 sec	Nach 0 sec	Nach 60 sec
A	2,8	1,0	3,0	1,1
B	3,6	2,7	4,6	2,7
C	2,6	1,1	2,6	0,7
D	2,8	2,3	2,8	2,2
E	2,7	2,2	2,9	2,2
F	3,0	2,5	3,9	3,1
G	2,9	2,4	4,0	2,8
H	3,7	0,8	3,5	1,4
I	3,4	1,0	3,7	1,3
J	3,8	1,8	4,1	2,2
Mittelwert	3,13	1,78	3,51	1,97



Die Messungen zeigen zunächst, dass bei höherer Verschlussleistung (Füllleistung) überwiegend höhere Verschließdrücke gemessen wurden. Dies kann dadurch erklärt werden, dass bei sehr schnellem Einstoßen der Verschlüsse weniger Zeit für einen „Druckausgleich“, d. h. das Entweichen von Luft zwischen Stopfen und Mündungsglas verbleibt und daher mehr Gas komprimiert wird. Durch die meist höheren Anfangsdrücke bleibt das Druckniveau auch nach 60 Sekunden noch auf einem höheren Niveau.

Tendenziell wurden bei Verwendung von Naturkorken und Presskorken mit und ohne Naturkorkscheiben niedrigere Verschließdrücke gemessen als bei der Verwendung von Kunststoffstopfen. Hier wurden maximal (bei einer Verschleißleistung von 1800 Flaschen pro Stunde) 4,6 bar Druck beim Kunststoffstopfen B ermittelt, der sich aber nach bereits 60 Sekunden auf einen Wert von 2,7 bar abgebaut hatte.

Bei der Auswertung der Streuung der Einzelwerte um die jeweiligen Mittelwerte fiel auf, dass der Druckabbau nach 60 Sekunden bei den eingesetzten Kunststoffverschlüssen in den meisten Fällen sehr unterschiedlich war. Dies bedeutet, dass die Anpressung der Kunststoffverschlüsse an die innere Flaschenmündung recht unterschiedlich verlief.

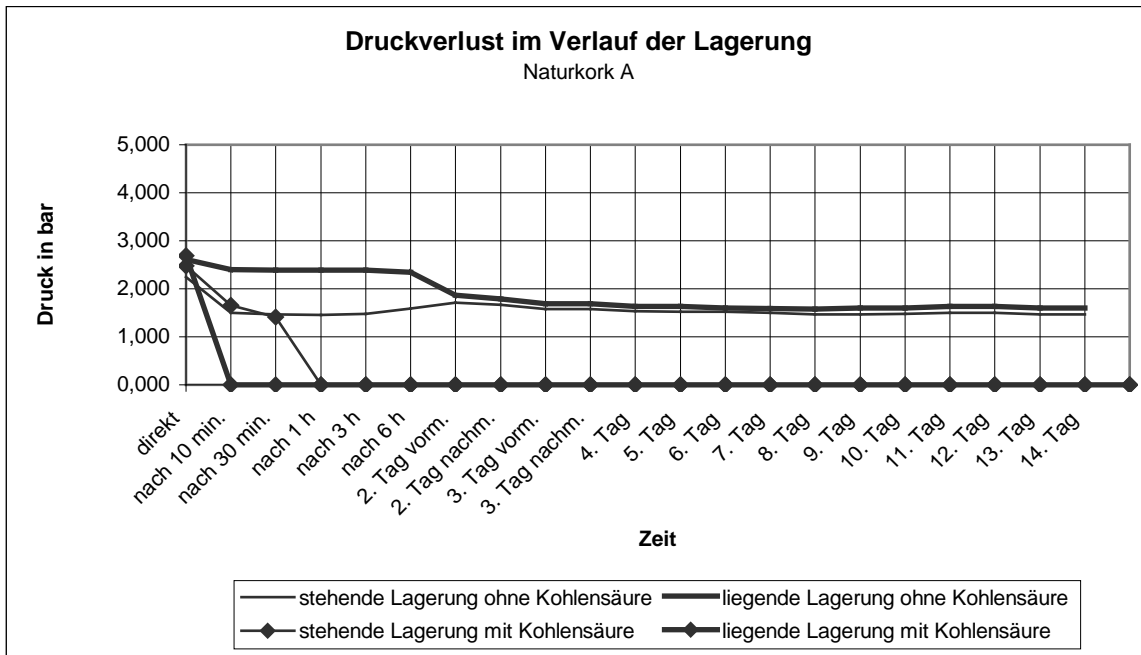
#### **4.2 Flascheninnendruck im Verlauf der Lagerung**

In den Abbildungen 2-11 sind die Druckverläufe der einzelnen Korkvarianten bei einer Verschleißgeschwindigkeit von 900 Flaschen/h aufgeführt.

Pro Verschlussvariante gibt es vier Kurvenverläufe, die die bereits erwähnten Variationen bezüglich Kopfraumbehandlung (ohne, mit Kohlensäure) und Lagerart (stehend, liegend) darstellen.

Vergleicht man die Druckverhältnisse, die hier bei der Messung mit manometrischen Röhren festgehalten wurden mit denen des Differenzdruckmessers, so wird deutlich, dass nur durch elektro-mechanische Messung die tatsächlichen Verhältnisse im Moment des Verschließens wiedergegeben werden können. Die Drücke bei der Messung mit manometrischen Röhren liegen bereits niedriger.

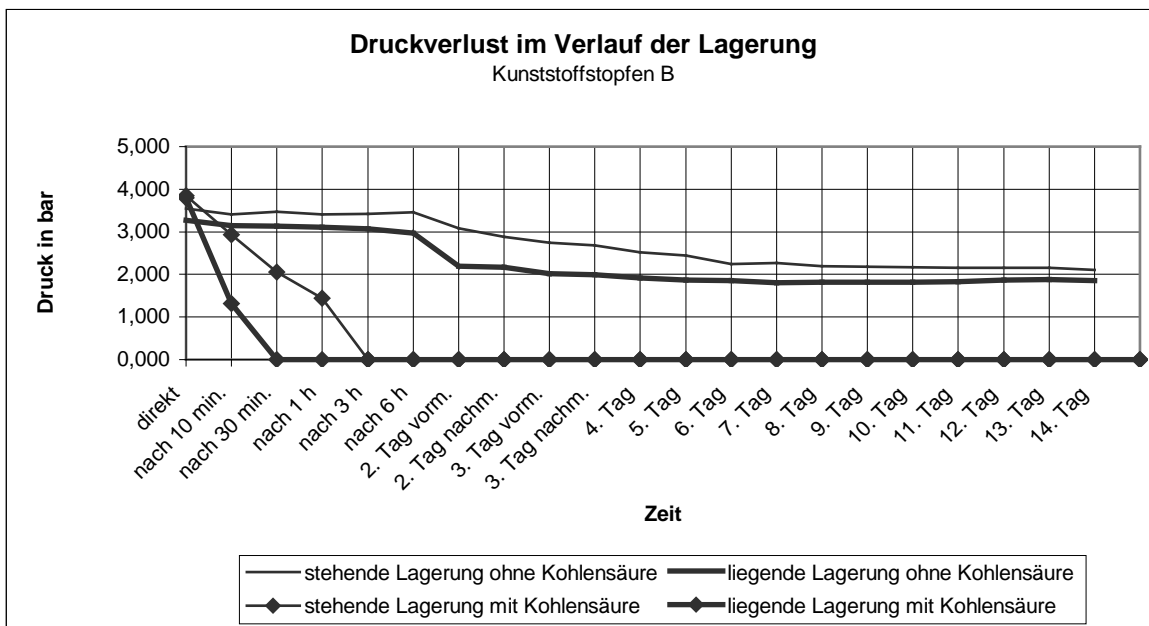
Abb. 2 : Druckverlaufskurven Naturkork A, Verschleißleistung 900 Fl./h



Kohlensäureüberschichtung bewirkt wesentlich schnelleren Druckabbau

- liegende Lagerung bedeutet größere Luftoberfläche und bessere Löslichkeit von CO<sub>2</sub>, dadurch schnellerer Druckabbau

Abb. 3 : Druckverlaufskurven Kunststoffstopfen B, Verschleißleistung 900 Fl./h



hoher Anfangsdruck, Kohlensäureüberschichtung bewirkt wesentlich schnelleren Druckabbau

- liegende Lagerung bedeutet größere Luftoberfläche und bessere Löslichkeit von CO<sub>2</sub>, dadurch schnellerer Druckabbau

Abb. 4 : Druckverlaufskurven Naturkork C, Verschleißleistung 900 FI./h

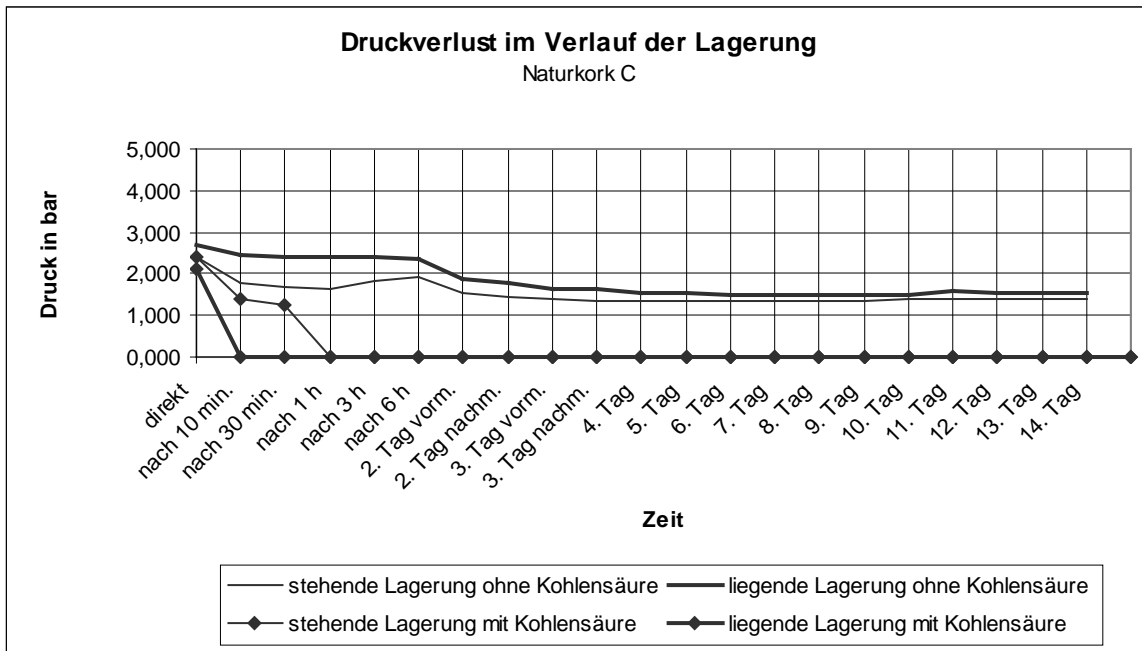


Abb. 5: Druckverlaufskurven Zweischeibenkork D, Verschleißleistung 900FI./h

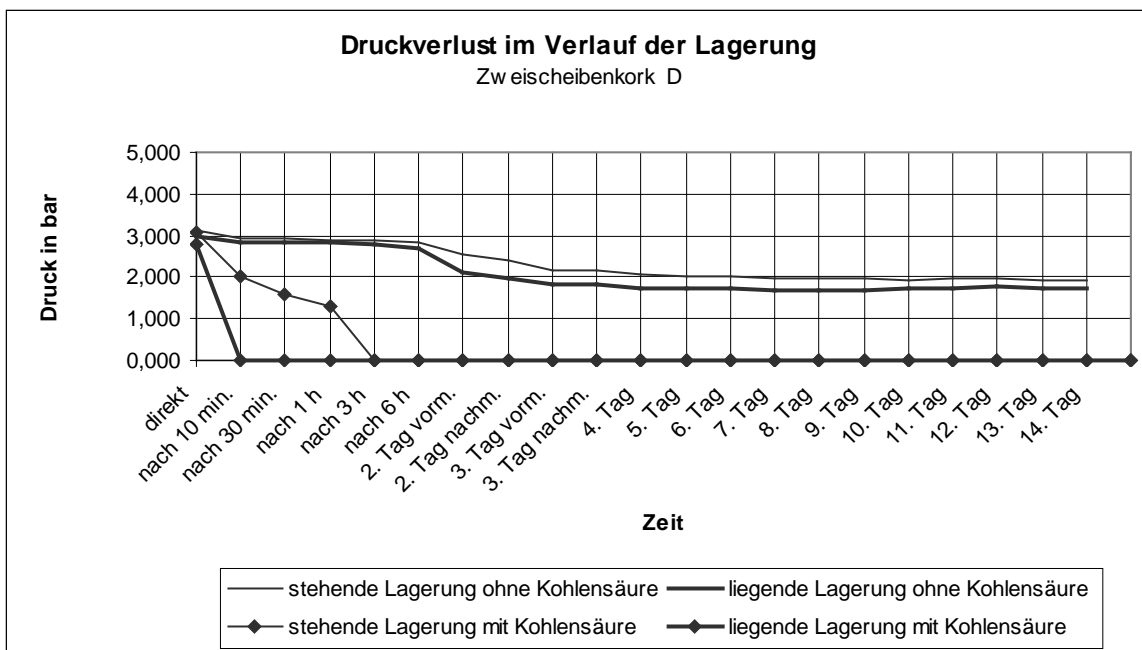


Abb. 6: Druckverlaufskurven Presskork E, Verschleißleistung 900 FI./h

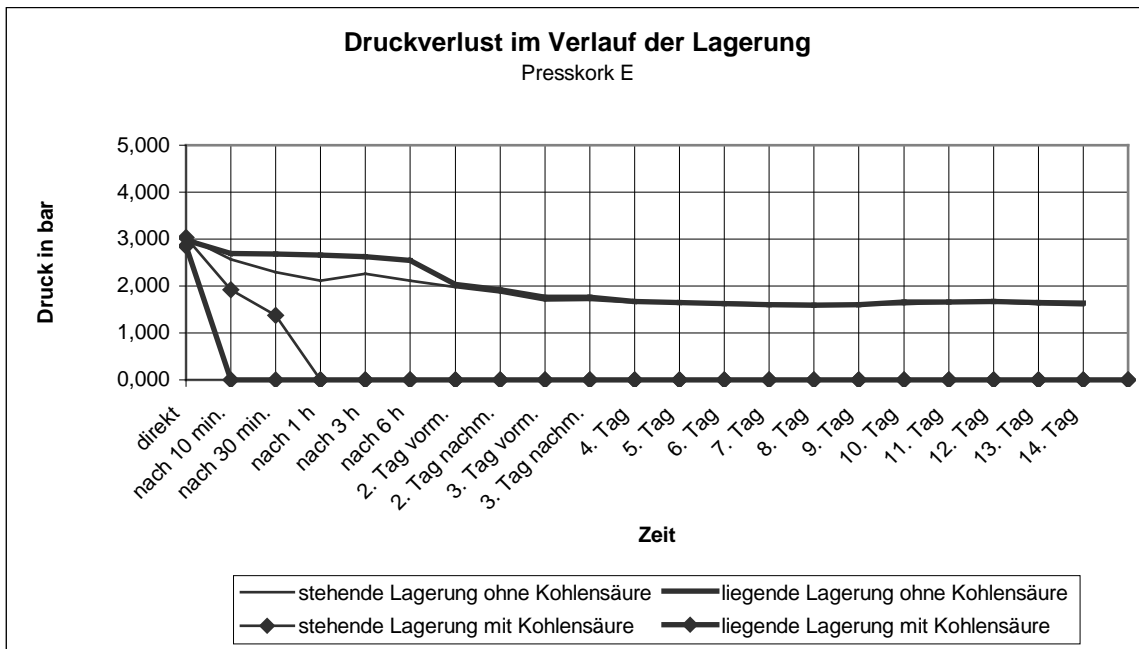


Abb. 7: Druckverlaufskurven Kunststoffstopfen F, Verschleißleistung 900 FI./h

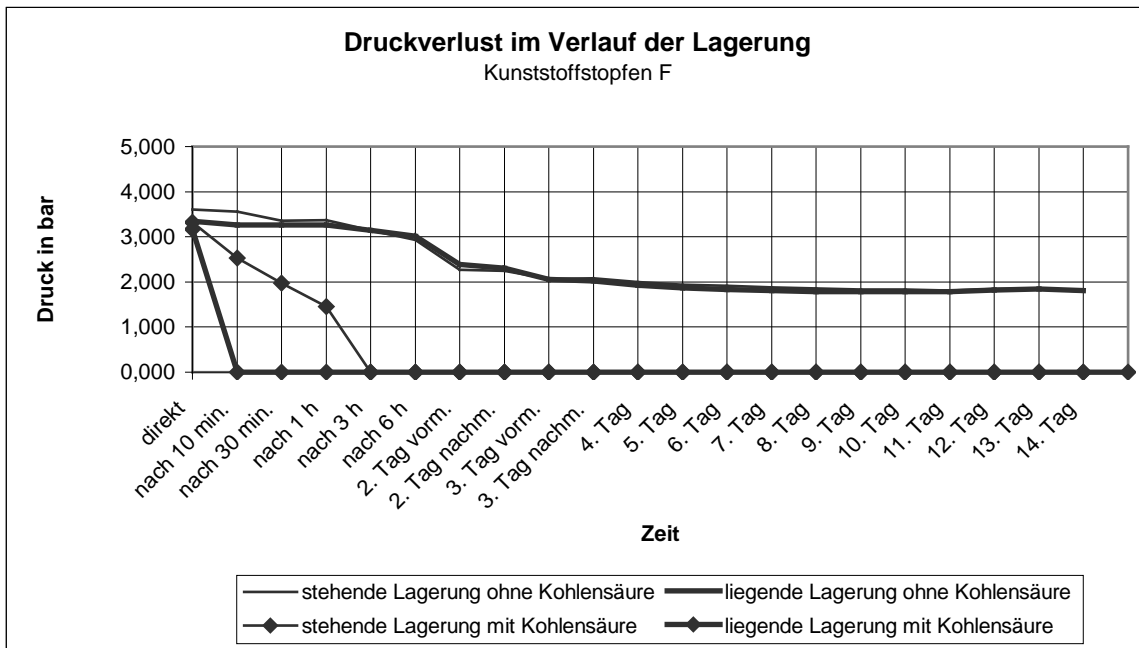


Abb. 8: Druckverlaufskurven Kunststoffstopfen G, Verschleißleistung 900 Fl./h

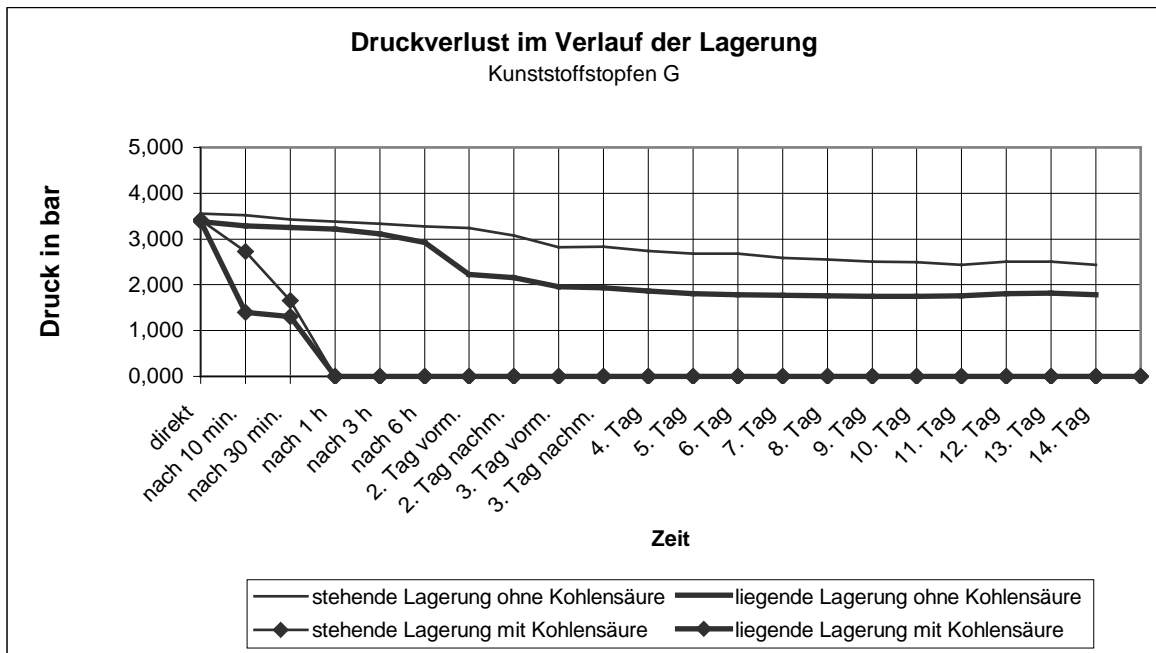
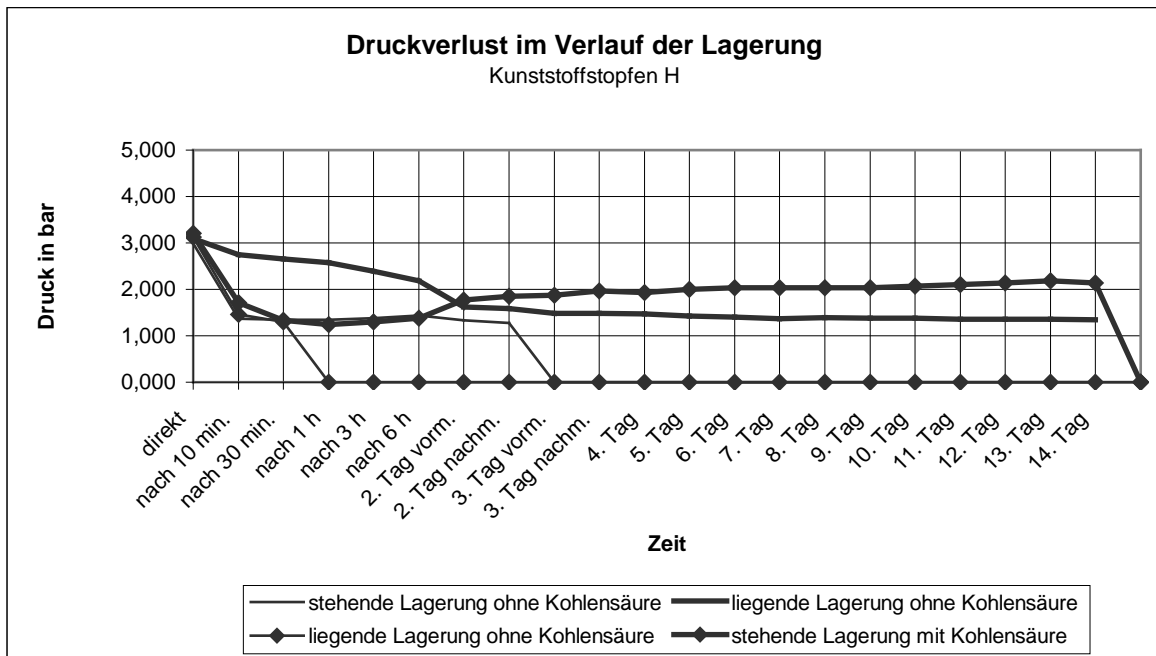
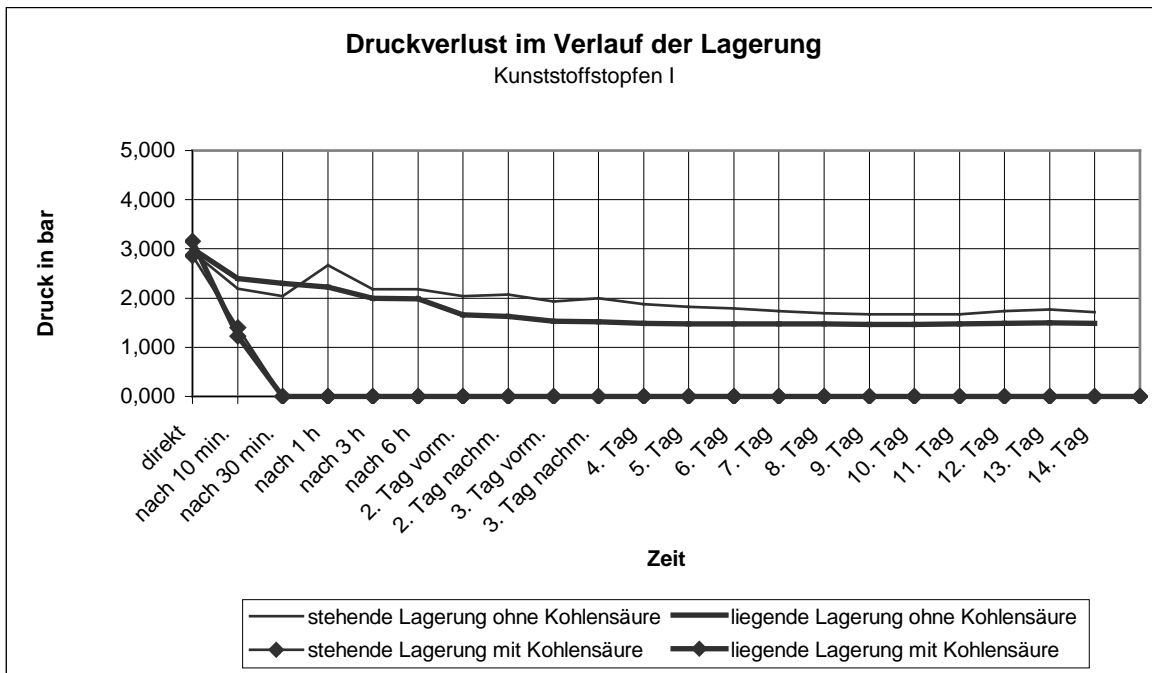


Abb. 9: Druckverlaufskurven Kunststoffstopfen H, Verschleißleistung 900 Fl./h



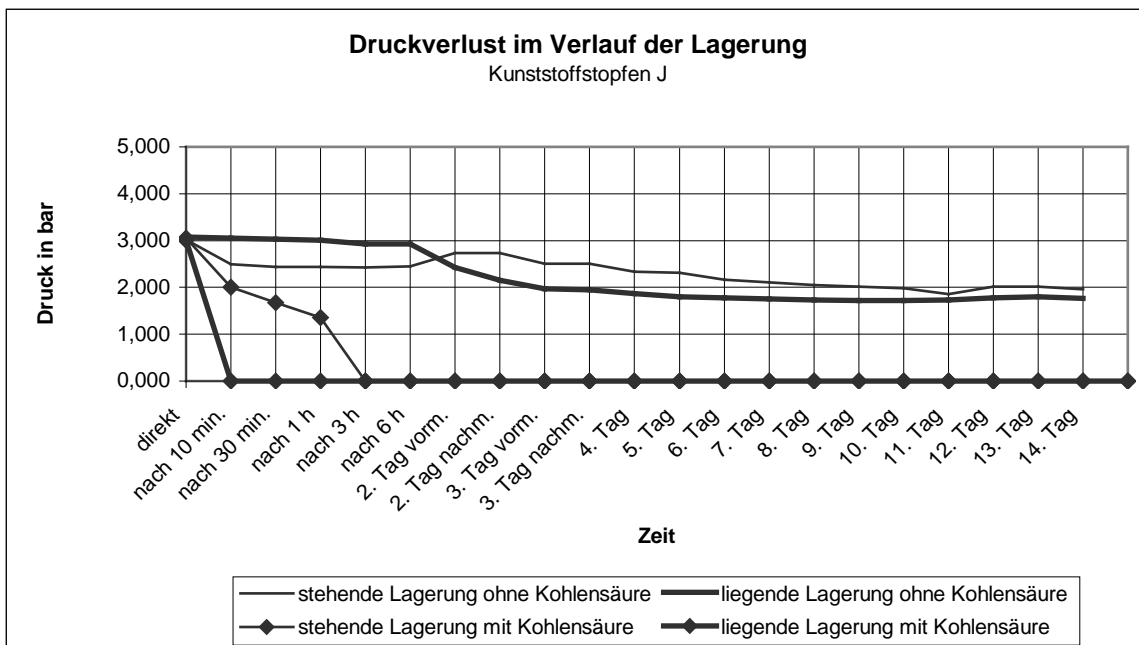
unerklärlicher Kurvenverlauf, Verschleißvorgang war aufgrund des hohen Ausgangsdurchmessers der Stopfen problematisch, wahrscheinlich Druckanstieg durch Längendehnung des Stopfens im Flaschenhals

Abb. 10: Druckverlaufskurven Kunststoffstopfen I, Verschleißleistung 900 Fl./h



Kohlensäureüberschichtung wirkt auch hier druckmindernd, relativ schneller Druckabbau bei allen Varianten

Abb. 11: Druckverlaufskurven Kunststoffstopfen J, Verschleißleistung 900 Fl./h



Für einen schnellen Druckabbau war die Kopfraumüberschichtung mit Kohlensäure in allen Fällen positiv. Insbesondere bei den hohen Drücken, die durch das gute elastische Verhalten bei Kunststoffverschluss B gemessen wurden, ist eine solche verschleißdruckmindernde Maßnahme anzuraten.

Auch bei den Verschlüssen F und G wurden tendenziell höhere Verschleißdrücke gemessen, die restlichen Kunststoffstopfen verhielten sich ähnlich wie die Korkprodukte.

Bei Überschichtung des Leerraumes mit Kohlensäure zeigte sich deutlich, dass eine anschließende liegende Lagerung die Zeit für den vollständigen Druckabbau deutlich verkürzte. Dieses kann dadurch begründet werden kann, dass infolge der vergrößerten Gasblase eine größere Oberfläche für die Lösung der Kohlensäure im Getränk zur Verfügung stand. Aber auch bei stehender Lagerung, die aus verschiedenen Gründen Vorteile bei der Lagerung bringt, wurde beim Einsatz der Kohlensäureüberschichtung nach maximal drei Stunden ein vollständiger Druckabbau bei allen Varianten erreicht.

In den Abbildungen 12-21 sind die Druckverläufe der einzelnen Korkvarianten bei einer Verschleißgeschwindigkeit von 1800 Flaschen/h aufgeführt.

Auch hier beschreiben die vier Kurven die jeweilige Art der Lagerung (stehend, liegend) sowie die Kopfraumbehandlung (ohne, mit Kohlensäure).

Abb. 12: Druckverlaufskurven Naturkork A, Verschleißleistung 1800 Fl./h

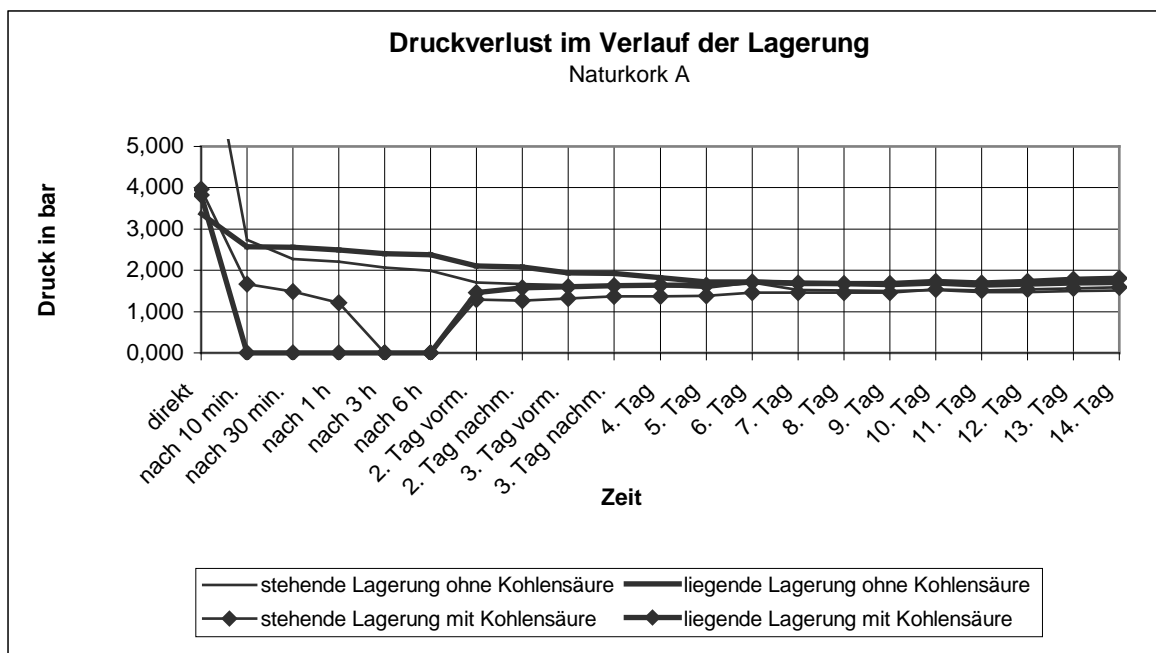


Abb. 13: Druckverlaufskurven Kunststoffstopfen B, Verschleißleistung 1800 Fl./h

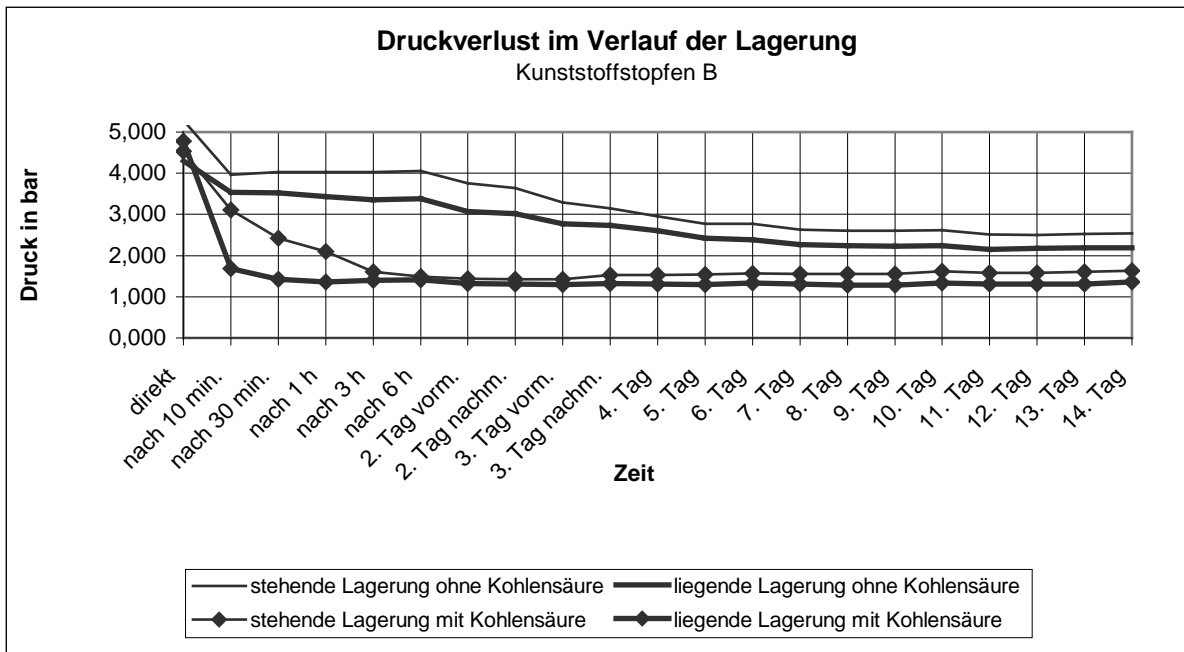


Abb. 14: Druckverlaufskurven Naturkork C, Verschleißleistung 1800 Fl./h

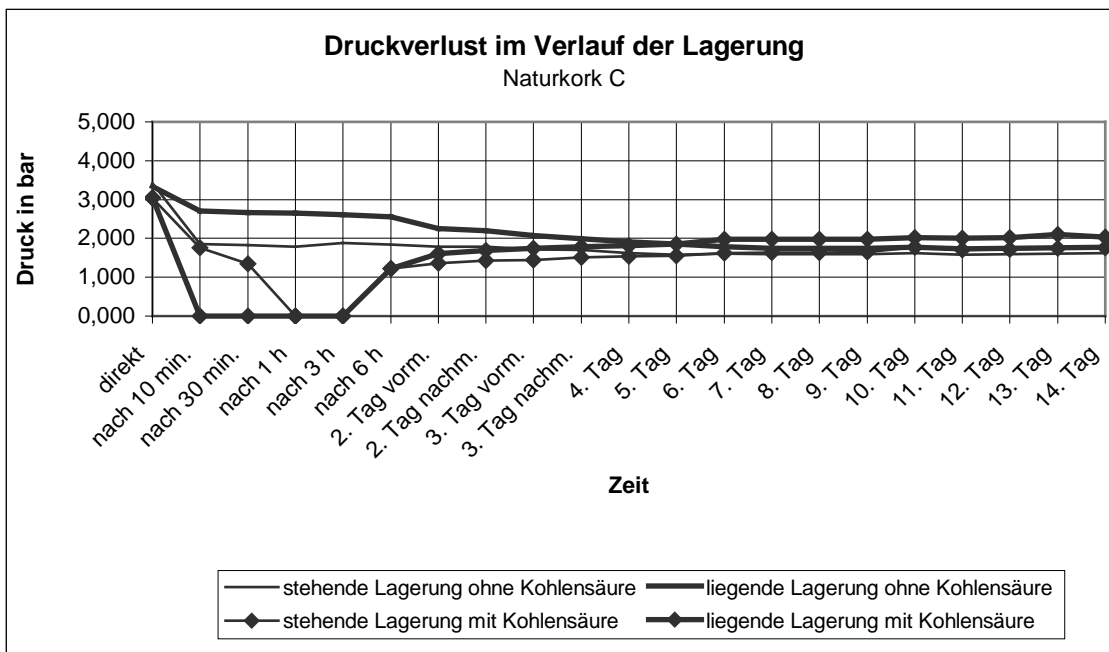


Abb. 15: Druckverlaufskurven Zweischeibenkork D, Verschleißleistung 1800 Fl./h



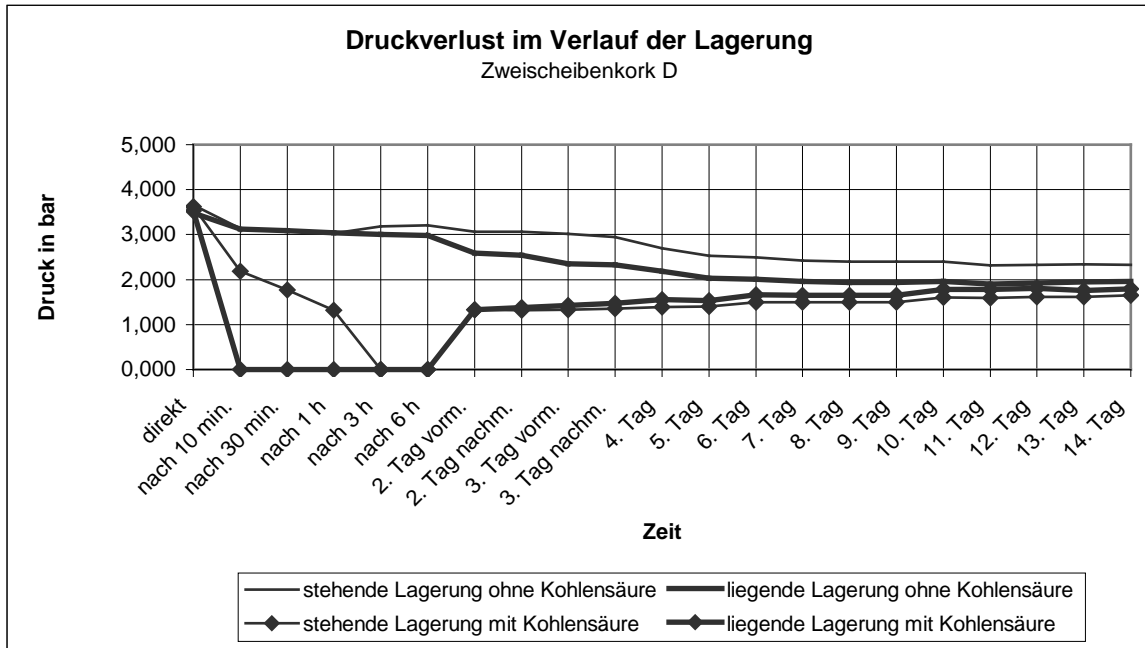


Abb. 16: Druckverlaufskurven Presskork E, Verschleißleistung 1800 Fl./h

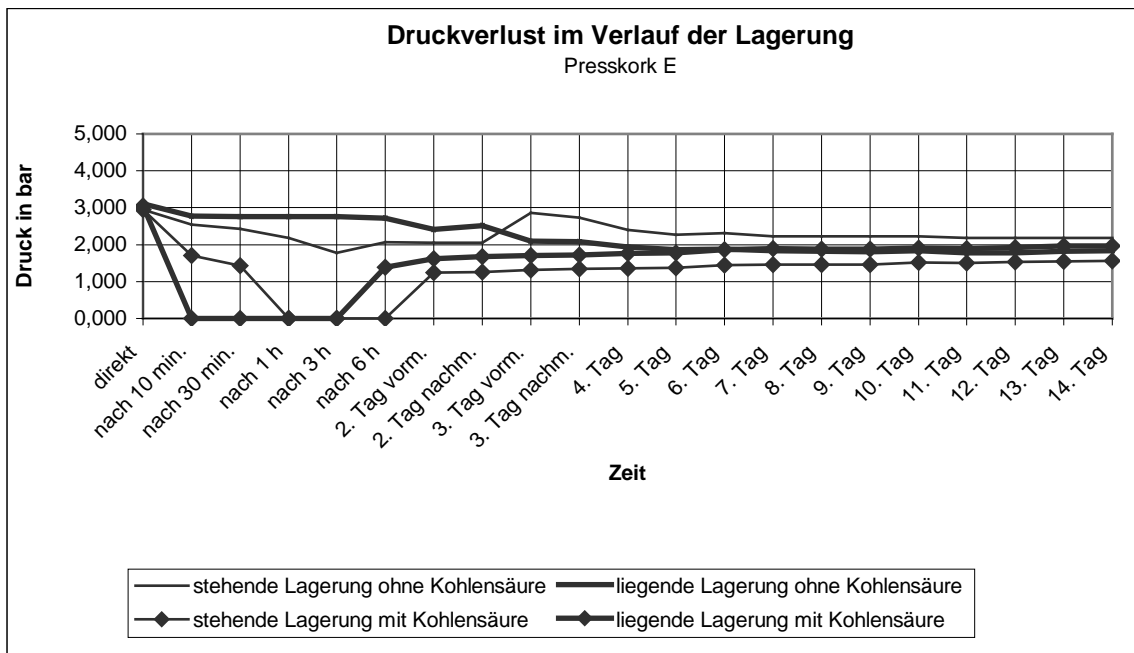


Abb. 17: Druckverlaufskurven Kunststoffstopfen F, Verschleißleistung 1800 Fl./h

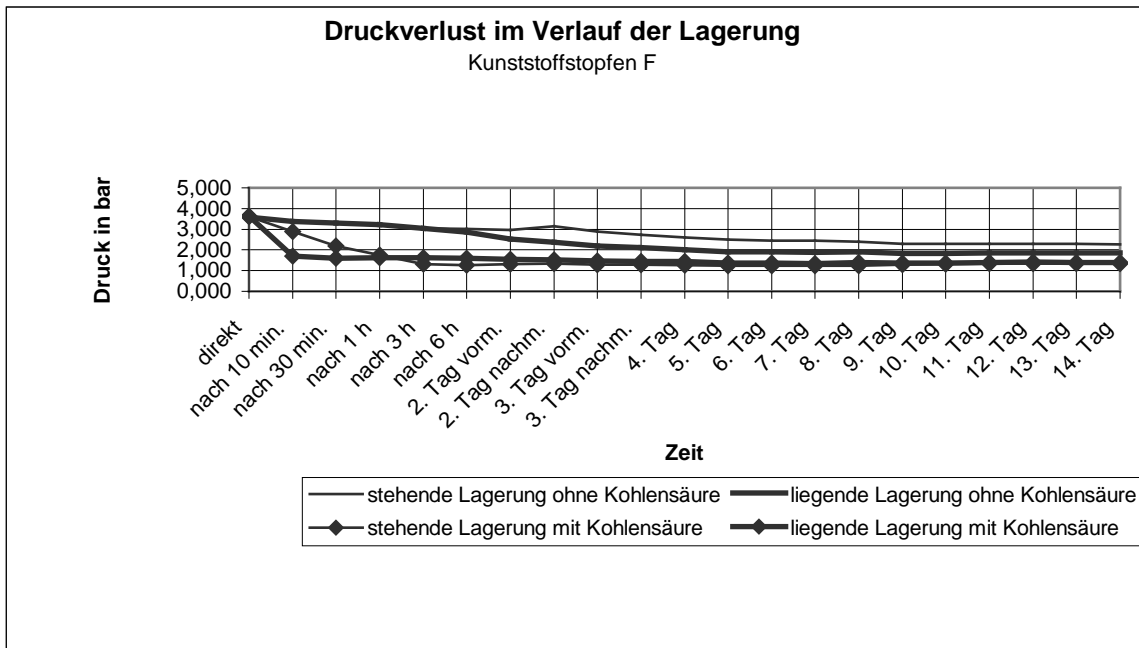


Abb. 18: Druckverlaufskurven Kunststoffstopfen G, Verschleißleistung 1800 FI./h

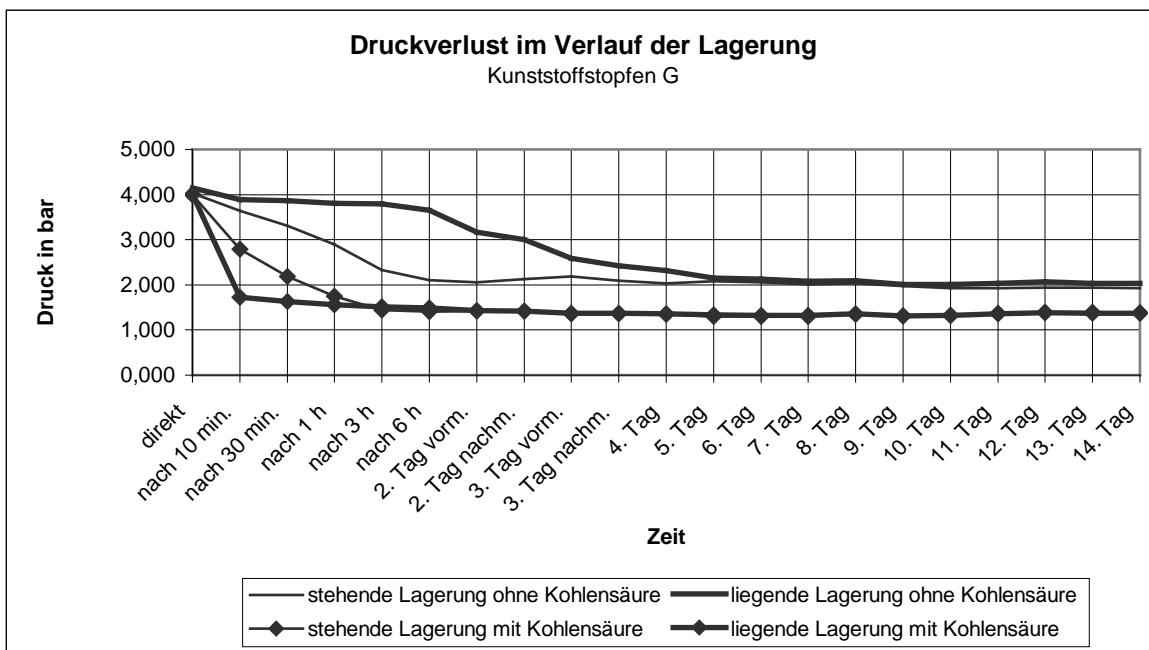


Abb. 19: Druckverlaufskurven Kunststoffstopfen H, Verschleißleistung 1800 FI./h

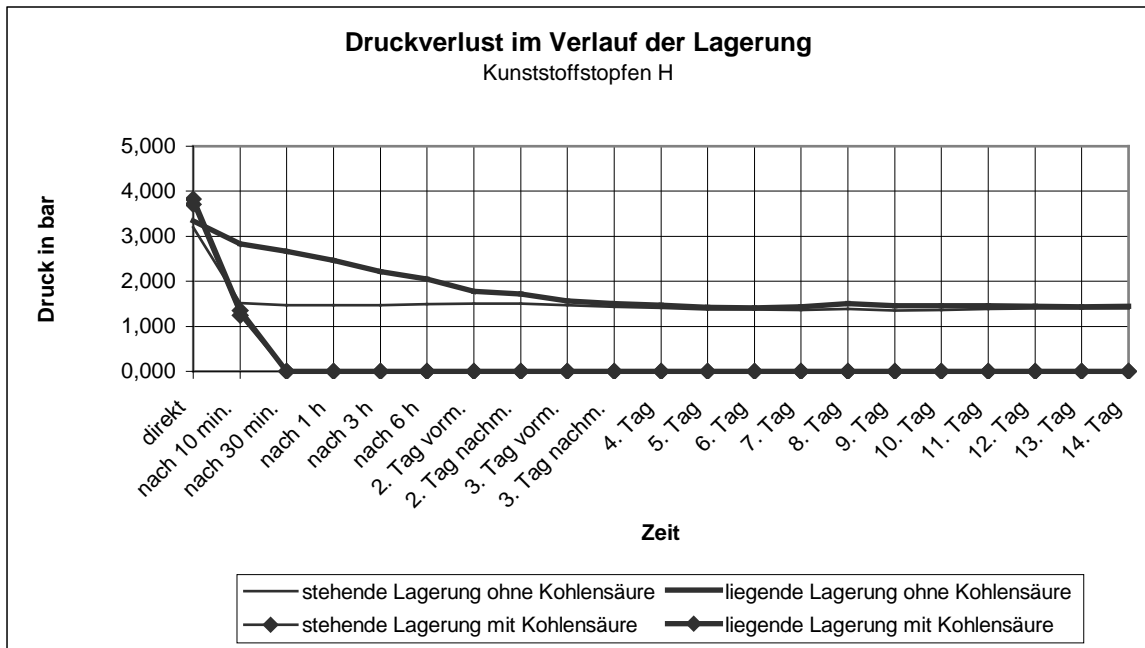


Abb. 20: Druckverlaufskurven Kunststoffstopfen I, Verschleißleistung 1800 FI./h

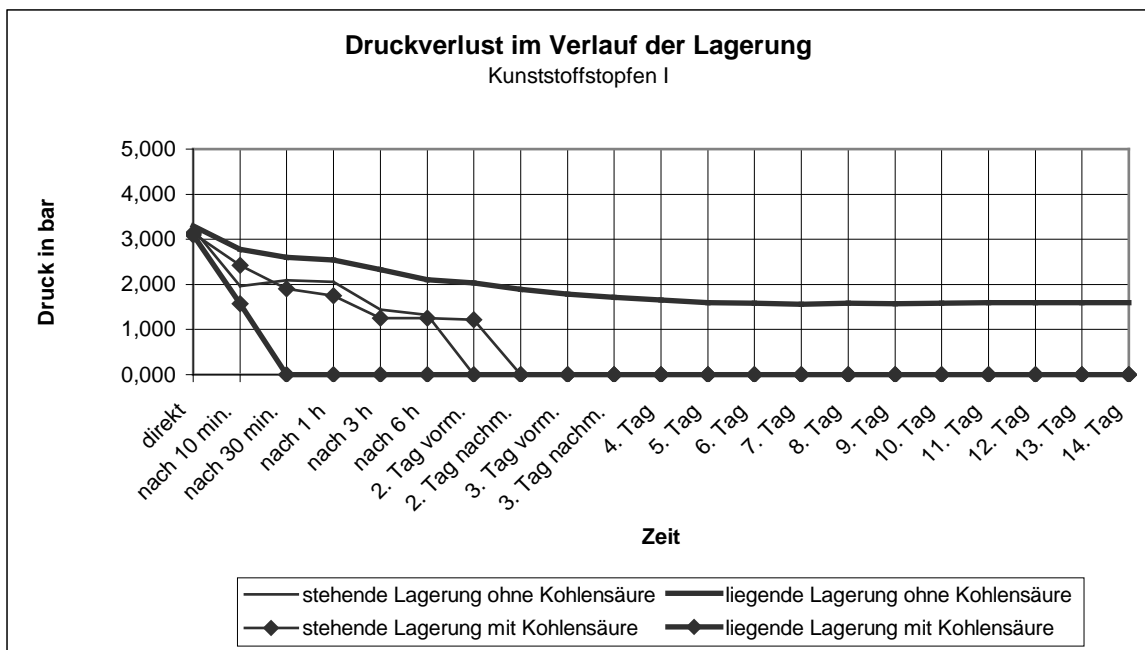
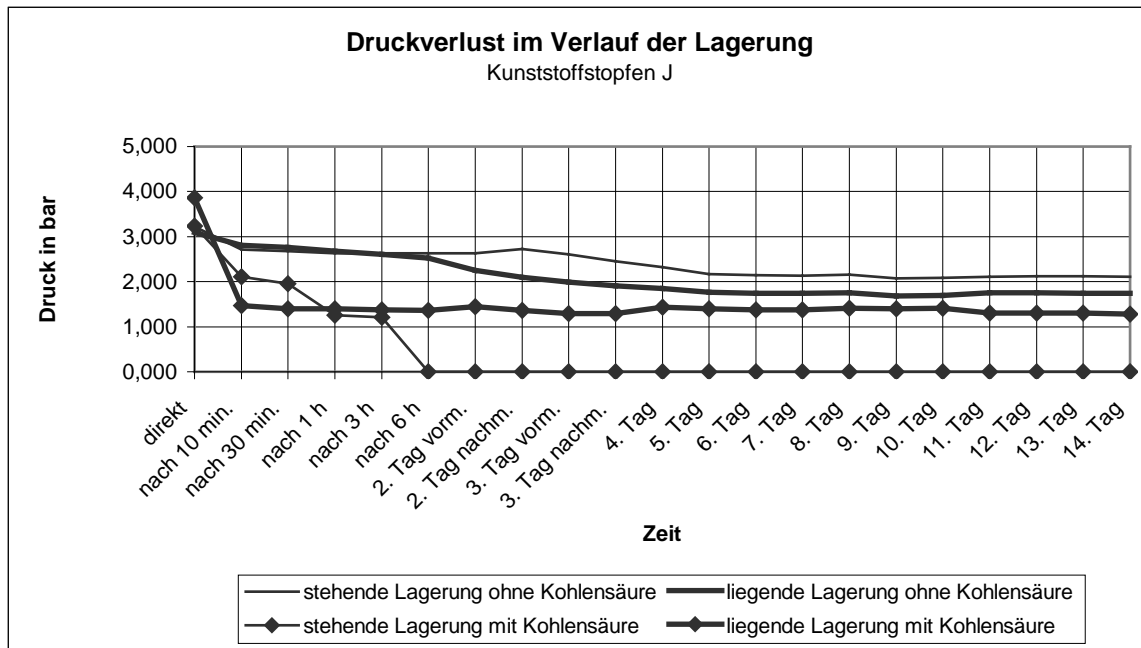


Abb. 21: Druckverlaufskurven Kunststoffstopfen J, Verschleißleistung 1800 FI./h



Die bei der höheren Verschleißleistung festgestellten Druckverläufe unterscheiden sich wesentlich von denen bei niedrigerer Einstoßgeschwindigkeit der Stopfen. Es fällt auf, dass die Kopfraumüberschichtung mit CO<sub>2</sub> nur teilweise Wirkung zeigte und die Drücke bis am Ende des Untersuchungszeitraumes von 14 Tagen in den meisten Fällen noch nicht abgebaut waren. Insbesondere das Wiederansteigen von Drücken bei einzelnen Varianten, wie z. B. bei Naturkork A, ist unerklärlich.

### 4.3 Festigkeit des Korksitzes

Die Abbildung 22 zeigt den zum Entkorken notwendigen Kraftbedarf aller Korken im Überblick. Dargestellt wurden hier die Durchschnittsergebnisse der Korken aller Varianten bei der Verschleißgeschwindigkeit 900 Flaschen/h. Abbildung 23 zeigt den gleichen Zusammenhang bei der Verschleißgeschwindigkeit 1800 Flaschen/h.

Wie bereits im Kapitel 3.6.3 erläutert, sollten die Kräfte beim Entkorken von Weinflaschen, bei korrektem Korksitz, zwischen 200 und 400 N liegen.

Abb. 22: Kraftbedarf beim Entkorken, Verschleißleistung 900 Fl./h

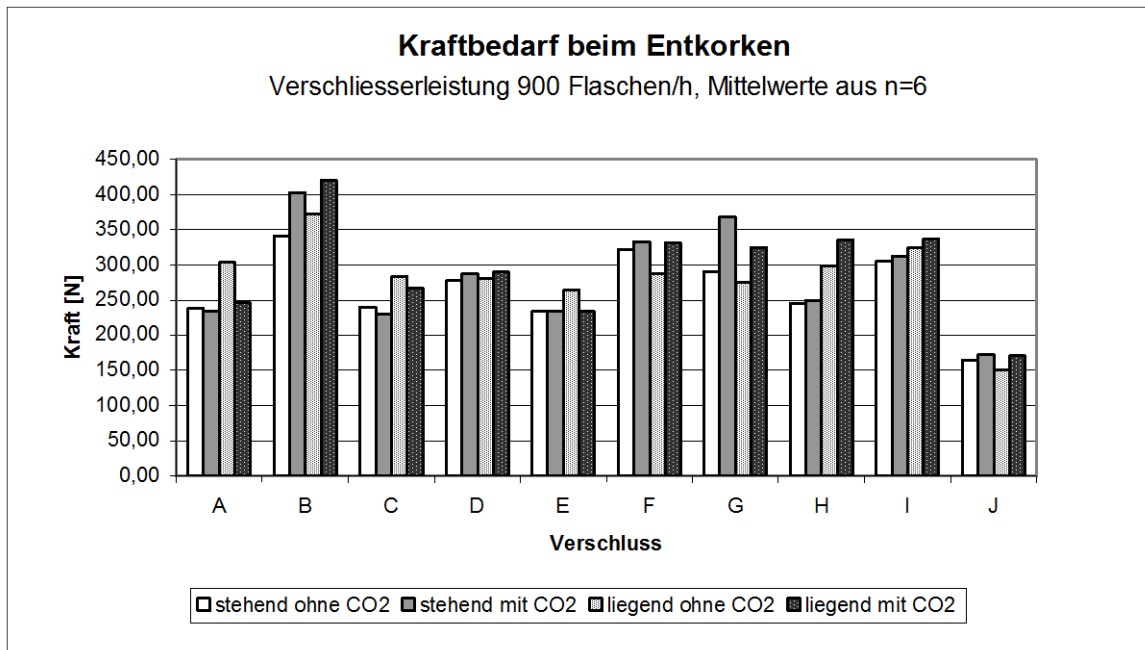
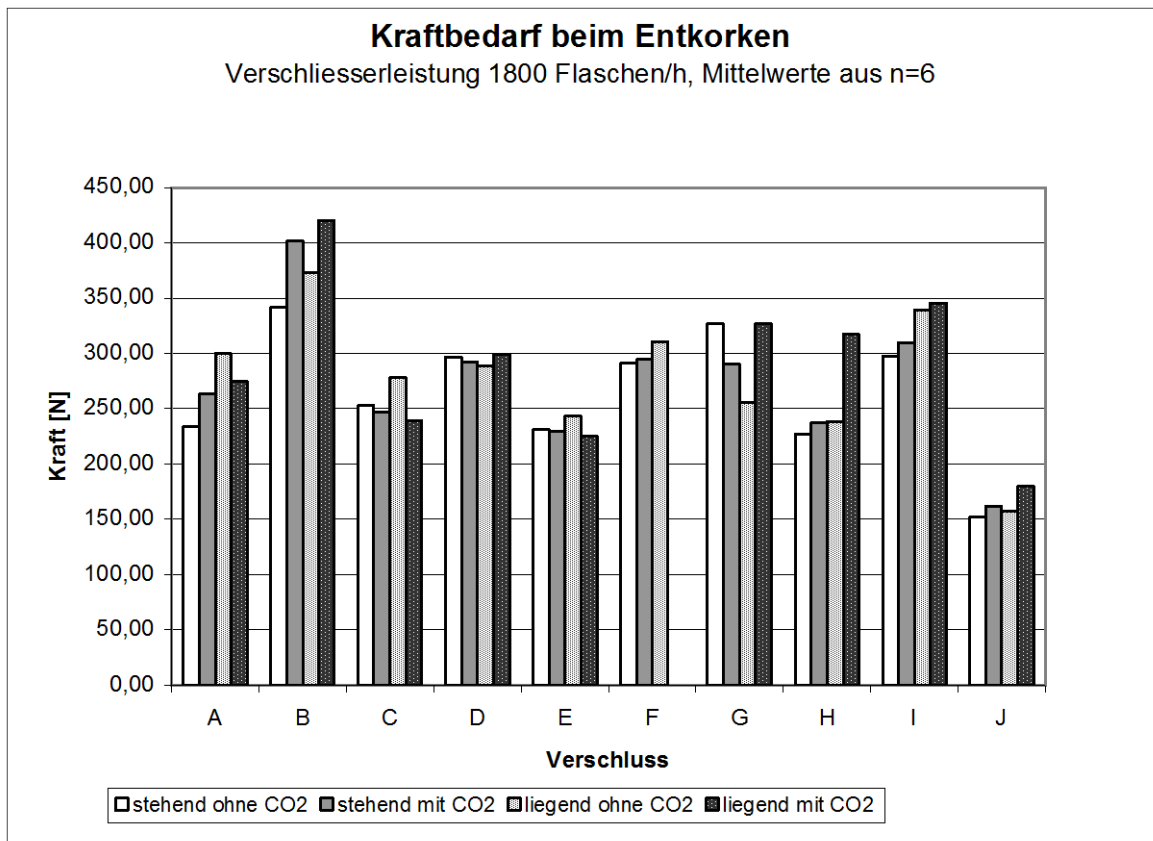


Abb. 23: Kraftbedarf beim Entkorken, Verschleißleistung 1800 Fl./h



Die Werte der Aufziehkräfte aller Verschlussvarianten im Vergleich zwischen 900 und 1800 Flaschen Verschleißleistung pro Stunde unterscheiden sich kaum. Die Unterschiede liegen im Bereich der normalen Streuung zwischen den Einzelmessungen.

Beim Kunststoffstopfen B wurden Kräfte im oberen Akzeptanzbereich, teilweise auch Werte über 400 N gemessen. Alle Varianten des Kunststoffstopfens J saßen zu lose in den Mündungen und konnten daher keine gute Abdichtleistungen bewirken.

Bei allen anderen Verschlussvarianten wurden Aufziehkkräfte zwischen 200 und 400 N gemessen. Ein Einfluss der Lagerart und Kopfraumbehandlung konnte nicht festgestellt werden.

#### 4.4 Ermittlung des Trockengewichtes und der Korkfeuchte

Zur vollständigen Interpretation der beim Verschließvorgang und im Verlauf der Lagerung auftretenden Druckverhältnisse in den Flaschen wurden auch die Trockengewichte und die Feuchtegehalte der Verschlussvarianten untersucht.

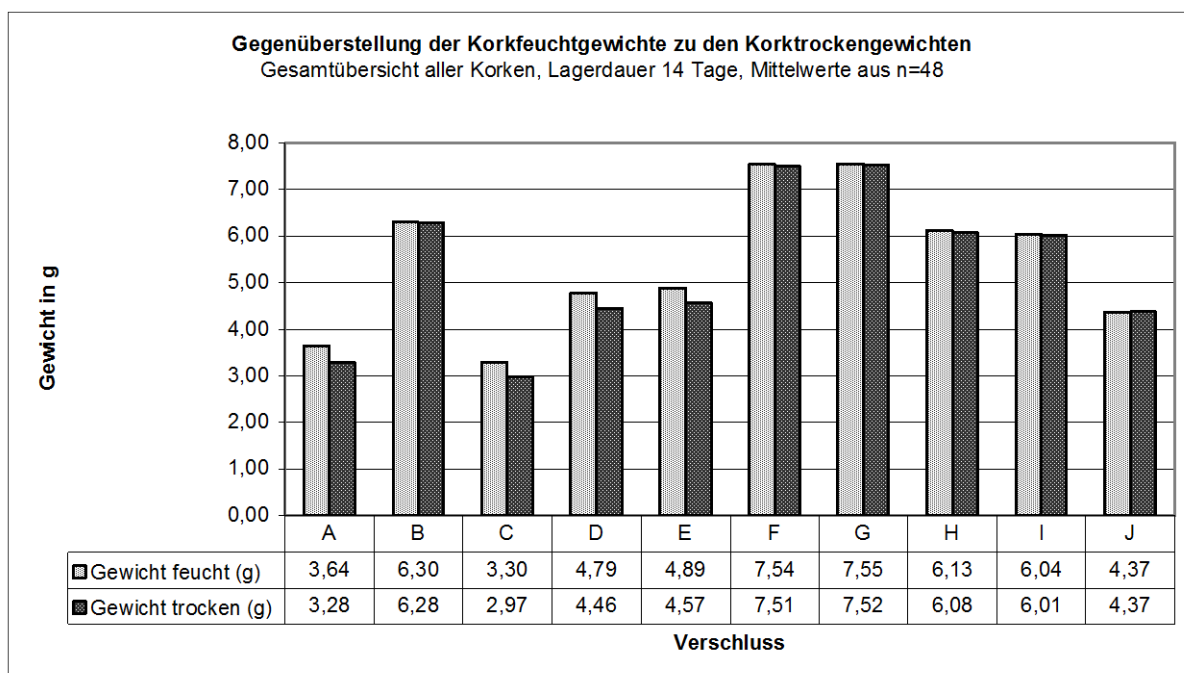
Die Verschlussvarianten hatten, wie in Tabelle 1 aufgeführt, sehr unterschiedliche Dimensionen und variierten daher auch stark im Trockengewicht. Aufgrund der Gewebestruktur haben Naturkorken eine niedrige Dichte, sie bestehen größtenteils aus sehr kompakt angeordneten, luftgefüllten Zellen. Durch die natürliche, poröse Oberflächenstruktur bei Naturkorken kann im Verlauf der Lagerung Wein (bzw. Flüssigkeit) in die Korken eindringen, was im Lauf der Zeit - meist nach mehreren Jahren - der Lagerung zu Elastizitätsverlusten und damit zu geringerer Abdichtfähigkeit führen kann.

Presskorken und Presskorken mit Naturkorkscheiben haben, bedingt durch den Leimanteil der zum Verkleben der Korkpartikel eingesetzt wird, höhere spezifische Gewichte und eine Struktur, in die während der Weinlagerung verstärkt Flüssigkeit eindringen kann.

Bedingt durch die unterschiedlichen Herstellungsverfahren ist die Dichte bei den Kunststoffstopfen recht unterschiedlich, in jedem Fall aber höher als die von Naturkorken. Durch die glatten Oberflächen ist ein Eindringen von Wein kaum möglich.

Die nachfolgende Abbildung 24 zeigt die Feucht- und Trockengewichte aller Varianten, gemessen nach der maximalen Lagerdauer von 14 Tagen.

Abb. 24: Korkfeucht- und Korktrockengewichte nach 14 Tagen Lagerung

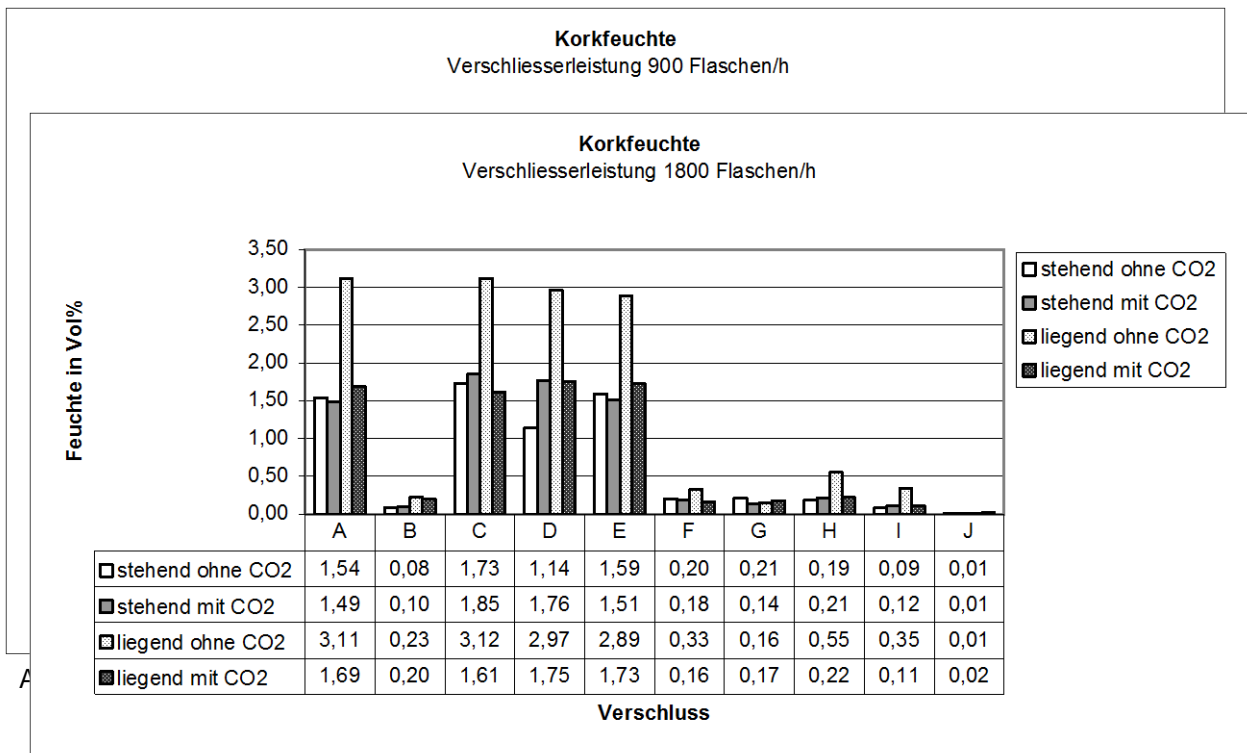


Wie bereits beschrieben, lagen die Gewichte für die Naturkorken (Varianten A und C) am niedrigsten und während der kurzen Lagerung war hier bereits eine Feuchtigkeitsaufnahme festzustellen. Ebenso hatten die Presskorken und Presskorken mit Naturkorkscheiben (Varianten D und E) bereits Feuchtigkeit aufgenommen. Das Trockengewicht war aufgrund des Leimanteils höher als bei den Naturkorken.

Die höchsten Gewichte wurden bei den Kunststoffvarianten F und G gemessen, diese Stopfen wogen im Mittel 7,54 bzw. 7,55 g. Die Varianten B, H und I wogen mit über 6 g auch noch fast doppelt so viel wie die Naturkorken, wobei natürlich zu berücksichtigen bleibt, dass teilweise unterschiedliche Dimensionen vorlagen.

Um den Einfluss der Kopfraumbehandlung und der Lagerart auf die Feuchtigkeitsaufnahme der Verschlüsse zu untersuchen, wurden für die Verschleißleistungen 900 bzw. 1800 Fl./h die beiden nachfolgenden Grafiken zusammengestellt.

Abb. 25: Korkfeuchte nach 14 Tagen Lagerung, Verschleißleistung 900 Fl./h



Generell fällt bei beiden Darstellungen auf, dass alle Naturkork- bzw. Presskorkprodukte während der kurzen Lagerzeit schon relativ viel Feuchtigkeit aufgenommen hatten, während die Feuchtigkeitsaufnahme bei den Kunststoffverschlüssen absolut zu vernachlässigen war und innerhalb des Messfehlers lag.

Die Feuchtigkeitsaufnahme in die Korke war bei höherer Abfülleistung generell höher, insbesondere bei den Varianten ohne Kohlensäureüberschichtung und liegender Lagerung (jeweils zweit-letzte Säule in den Viererbalkengruppen). Hier konnte durch die erhöhten Innendrucke auch Wein, wahrscheinlich auch seitlich zwischen Kork und Glas, in das Korkmaterial eindringen. Durch die Kohlensäurekopfraumbehandlung wurde dieser Effekt deutlich reduziert (jeweils letzte Säule) und die Feuchtegehalte der Korke waren teilweise sogar niedriger, als bei stehender Lagerung ohne CO<sub>2</sub>-Behandlung des Kopfraumes.



## 5 DISKUSSION UND ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen der hier durchgeführten Untersuchungen wurden zehn innenabdichtende Flaschenverschlüsse hinsichtlich des Flascheninnendrucks beim Verschließvorgang untersucht. Neben der Messung des momentan beim Einstoßvorgang auftretenden Druckes wurde auch der Druckabbau während der Lagerung der Flaschen über zwei Wochen beobachtet. Bei den Messungen wurde die Verschliesserleistung mit 900 Fl./h bzw. 1800 Fl./h variiert.

Als weitere Untersuchungsparameter wurden die beim Öffnen der Flaschen notwendigen Aufziehkraften und die Feuchtigkeitsaufnahme der Stopfen während der Lagerung bewertet.

Die momentanen Verschließdrücke, gemessen direkt beim Einstoßvorgang der Stopfen in die Flaschen, schwankten je nach Verschluss und Verschließgeschwindigkeit zwischen 2,6 und 4,6 bar. Bei Erhöhung der Verschließgeschwindigkeit von 900 auf 1800 Flaschen Stundenleistung erhöhte sich der Flascheninnendruck im Mittel über alle Verschlussvarianten berechnet um rund 0,5 bar. Bei Naturkorken und Agglomeratkorken mit und ohne Naturkorkscheiben waren diese Unterschiede nur sehr gering, bei den Kunststoffverschlüssen aber wurden in den meisten Fällen durch die erhöhte Verschließgeschwindigkeit Verschleißdruckerhöhungen von ca. 1 bar verursacht.

Schon eine Minute nach dem Verschließen der Flaschen hatte sich der Innendruck bei allen Varianten deutlich reduziert. Gegenüber 3,13 bar im Mittel bei der Verschliesserleistung von 900 Flaschen pro Stunde wurden nach 60 Sekunden nur noch 1,78 bar im Mittel über alle Verschlussvarianten gemessen.

Bei 1800 Flaschen Stundenleistung sanken die Werte von durchschnittlich 3,51 bar auf 1,97 bar ab. In der kurzen Wartezeit hatte sich der Druck beim Naturkorken und den Kunststoffstopfen H und I am deutlichsten reduziert, während bei den anderen Kunststoffstopfen-Varianten und den Agglomeratkorken der Druckabbau langsamer verlief.

Analysiert man die Flascheninnendrucke der Varianten im Verlaufe der zweiwöchigen Lagerung, so kann festgestellt werden, dass durch den Einsatz der Kohlensäure-Kopfraumüberschichtung bei allen Varianten eine beschleunigte Druckreduzierung erreicht werden konnte. Während bei den Varianten ohne CO<sub>2</sub>-Überschichtung die Flascheninnendrucke auch am Ende des 14-tägigen Untersuchungszeitraumes in den meisten Fällen noch zwischen 1 und 2 bar lagen, wurde bei fast allen Varianten durch Einsatz der Kohlensäure im Kopfraum schon nach 10 Minuten bis maximal drei Stunden ein vollständiger Druckabbau erreicht. Prozentual war der Abbau des Flascheninnendrucks bei allen Varianten vergleichbar, wenn auch die Absolutwerte der momentanen Drücke beim Verschliessen, wie bereits beschrieben, schwankte.

Bei fast allen untersuchten Varianten erfolgte der Druckabbau in den Flaschen mit Kohlensäureüberschichtung bei liegender Lagerung schneller als bei stehenden Flaschen. Dies kann durch die vergrößerte „Luftblase“ bei liegender Lagerung mit der damit verbesserten Löslichkeit der CO<sub>2</sub> bei größerer Oberfläche erklärt werden.

Die Druckabbaukurven bei der Verschliesserleistung 900 Flaschen pro Stunde verliefen, von einzelnen Ausnahmen abgesehen, wie zuvor beschrieben. Nach Erhöhung der Leistung auf 1800 Flaschen pro Stunde trat bei den Messungen im Verlaufe der Lagerung das Problem auf, dass bei einigen Varianten Druckanstiege zu verzeichnen waren. Normalerweise kann dies nur durch Temperaturveränderungen im Verlaufe der Lagerung oder aber durch Längendehnung der Stopfen erklärt werden.

Temperaturerhöhungen können unter den beschriebenen Versuchsbedingungen im klimatisierten Raum ausgeschlossen werden. Längendehnungen der Kunststoffe wurden nicht beobachtet und fanden auch bei der geringeren Verschleißleistung nicht statt. Die Druckabfälle bzw. -anstiege bei der Verschleißleistung von 1800 Flaschen pro Stunde sind daher momentan nicht erklärbar und müssen bei weiteren Untersuchungen abgeklärt werden.

Generell kann festgestellt werden, dass bei der erhöhten Verschleißleistung bei fast allen Varianten, trotz Kohlensäureüberschichtung des Kopfraumes, auch nach 14-tägiger Lagerzeit noch Restdrücke im Bereich von 1 bis 1,5 bar blieben. Teilweise lagen die Werte nur geringfügig unterhalb der Varianten ohne Kopfraumbehandlung.

Ein Einfluss der Verschleißleistung, Lagerart und Kopfraumbehandlung auf die Festigkeit des Stopfensitzes in der Mündung konnte nicht festgestellt werden. Die Aufziehkkräfte schwankten jedoch deutlich zwischen den einzelnen Verschlussvarianten. Wie bereits aus früheren Untersuchungen bekannt (JUNG /ZÜRN, 2000) saßen einige Kunststoffstopfen relativ fest in den Flaschenmündungen, während andere Varianten leicht oder zu leicht zu ziehen waren und die Flaschen daher nicht gut abdichten konnten.

Hinsichtlich der Feuchtigkeitsaufnahme während der kurzen Lagerzeit von zwei Wochen gab es zwischen den Varianten bereits deutliche Unterschiede. Während die Natur- bzw. Presskorkprodukte bereits Wein aufgenommen hatten, war bei den Kunststoffverschlüssen keine Feuchtigkeitszunahme messbar.

Bei liegender Lagerung war die Feuchtigkeitsaufnahme bei den Korkprodukten höher als bei stehender Lagerung. Da infolge des erhöhten Drucks in den Flaschen Wein zwischen Kork und Mündungsglas gedrückt wurde und seitlich in die Korke eindringen konnte, führten die erhöhten Innendrücke bei höherer Verschleißleistung zu einer deutlich höheren Weinaufnahme in die Korke. Dieser Effekt wurde durch die Kohlensäureüberschichtung deutlich gemindert und führte dazu, dass bei liegender Lagerung mit Kopfraumüberschichtung teilweise niedrigere Feuchtegehalte in den Korke gemessen wurden, als bei stehender Lagerung ohne Kohlensäureüberschichtung.

## 6 LITERATURVERZEICHNIS

FREUND, M. (1992): Einfluss der Verschleißtechnik und Füllhöhe auf die Verschlussqualität Diplomarbeit, FH Wiesbaden, Standort Geisenheim, Fachgebiet Kellerwirtschaft

HUNDEMER, H. (1992): Beeinflussung der Verschlussqualität durch verschiedene Parameter Diplomarbeit, FH Wiesbaden, Standort Geisenheim, Fachgebiet Kellerwirtschaft

JUNG, R., ZÜRN, F.(1995): Kork als Verschlussmaterial KTBL, ATW-Abschlussbericht Nr. 62

JUNG, R., ZÜRN, F. (1999): Geisenheimer Testmethoden, Teil 1, Prüfvorschriften für die Qualitätskontrolle von Weinkorken Kork Marketing Gesellschaft, Mainz

JUNG, R., ZÜRN, F.(2000): Alternative Verschlüsse für Weinflaschen KTBL, ATW-Abschlussbericht Nr. 103

SCHLÖSSER, B. (1991): Verschleißdruck, Druckabbau und Weinqualität in Abhängigkeit von Verschleißsystem, Füllhöhe und Lagerart. Diplomarbeit, FH Wiesbaden, Standort Geisenheim, Fachgebiet Kellerwirtschaft

SECKLER, J., SCHLÖSSER, B., ZÜRN, F. (1992): Einfluss der Verschleißtechnik auf Verschleißdruck, Druckabbau und Lagerfähigkeit von Weinen. Die Weinwissenschaft, 47, 159-164

VOLZ, O. L. (1985): Die Abhängigkeit des Schließdrucks von Korktyp, Korkqualität und Verschleißmethode Diplomarbeit, FH Wiesbaden, Standort Geisenheim, Fachgebiet Kellerwirtschaft