

# Kieselgur – Filterhilfsmittel für wirtschaftliche Bierfiltration

**ÖKOLOGISCHE ZWEITVERWERTUNG** | Seit über 60 Jahren wird Kieselgur weltweit erfolgreich zur Filtration von Bier eingesetzt und zeichnet sich dabei durch exzellente Wirtschaftlichkeit, hohe Flexibilität gegenüber Rohstoffschwankungen und sehr gute Filtratqualitäten aus. Erprobt, robust und für den Brauer beherrschbar sowie beeinflussbar.

**1954 ÜBERNAHM** die Firma Lehmann&Voss&Co. KG, Hamburg, den exklusiven Deutschland-Vertrieb des Kieselgur-Filterhilfsmittels Celite® des US-amerikanischen Unternehmens Johns Manville, heute Firma Imerys Filtration. Lehmann&Voss&Co. wurde dadurch ab Mitte der 50er-Jahre zum Pionier bei der Einführung von Kieselgur als Filterhilfsmittel zur Anschwemmfiltration in der deutschen Brau- und Getränkeindustrie. Kieselgur, das sind die Skelette von Kieselalgen, die vor über zehn Millionen Jahren abgestorben sind und sich am Boden von Salz- und Süßwassergewässern abgelagert haben. Durch Naturgewalten verschob sich das Vorkommen zur Landmasse. Seit Ende des 19. Jahrhunderts wird Kieselgur auf vielen Kontinenten, so z. B. in Nordamerika, in Lompoc/Kalifornien, dem weltweit größten Abbaugelände, im Tagebau gewonnen und zu unterschiedlichen Feinheitsgraden weiterverarbeitet. Besonders die einzigartige Struktur, das sehr große innere Mikroporensystem (Abb. 1), die Inkompressibilität sowie die sehr große Oberfläche von ca.

20 m<sup>2</sup>/g stattet Kieselgur mit allen für die Anschwemmfiltration von Bier erforderlichen Eigenschaften aus.

Nach primärem Einsatz als Filterhilfsmittel für Bier wird gebrauchte Kieselgur ökologisch als wertvoller Reststoff sekundären Verwertungswegen zugeführt. In diesem Bereich ist das Unternehmen SF-SoepenberGmbH, Hünxe, tätig. Dieses gibt es seit 1954, sein Ursprung liegt in den Niederlanden. Schon immer beschäftigte sich die SF-SoepenberGmbH mit der Verwertung von Reststoffen, 2004 eröffnete sie die erste Verarbeitungsstätte in Deutschland und spezialisierte sich auf die Verarbeitung und Vermarktung von Abfällen der verarbeitenden

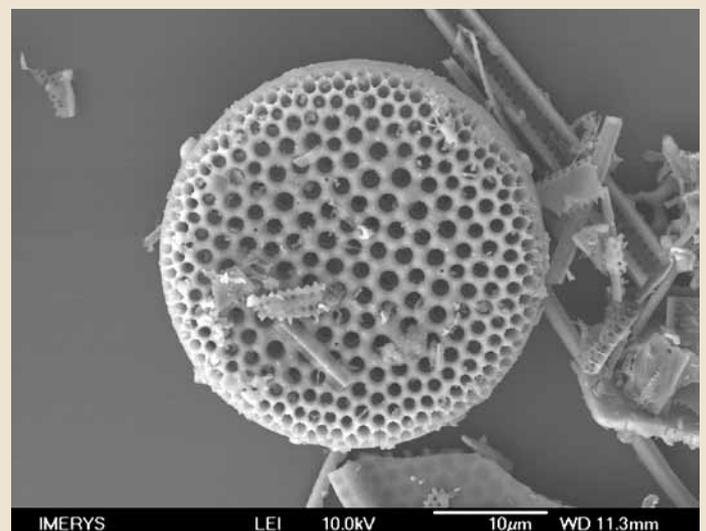
den Industrie. Zu den Abnehmern der neu erstellten Produkte zählen Landwirtschaft und Industrie.

## Das Image von Kieselgur

Immer richtig dargestellt oder oftmals dramatisiert? Seit vielen Jahren ist immer wieder von Nachteilen der Kieselgur zu hören. Angefangen mit dem Mythos, das vorhandene Kieselgur-Vorkommen bald aufgebraucht und damit Kieselgur nicht mehr verfügbar wäre. Weltweit wird u. a. in den USA, Mexiko, Frankreich und China Filtrationskieselgur abgebaut. 2016 wurde die weltweite Kieselgurproduktion auf knapp unter drei Millionen Tonnen geschätzt. Die derzeit weltweit bekannten und bislang unberührten Reserven wurden im selben Jahr auf ca. eine Milliarde Tonnen geschätzt. Alleine diese Reserven würden den aktuell weltweiten Kieselgur-Bedarf für ca. 500 Jahre abdecken. Eine Ressourcenbewertung des Abbaugeländes Lompoc in Kalifornien zeigte, dass alleine dieses Vorkommen den aktuellen Bedarf weltweit für mehrere hundert Jahre abdecken würde [1]. Daran

**Autoren:** Christian Galaske, Senior Technical Sales Manager, Geschäftsbereich Filtration, Brauerei und Getränkeindustrie, Lehmann&Voss&Co. KG, Hamburg; Norbert Scholten, Geschäftsführender Gesellschafter, SF-SoepenberGmbH, Hünxe

**Abb. 1**  
Mikroskopische Aufnahme von Kieselgur



ist zu erkennen, dass die Versorgung mit Kieselgur zur Filtration mindestens das nächste halbe Jahrtausend – unter Berücksichtigung aller heute schon betriebenen Abbaugebiete vermutlich eher mehr als die nächsten 1000 Jahre – kein Problem und damit keinen Nachteil darstellt.

Salzwasser-Kieselguren von der amerikanischen Westküste und Süßwasser-Kieselguren aus Mexiko zeichnen sich durch gute Qualitäten in Bezug auf Ionengehalte aus, welche die Grenzwertempfehlungen für Kationen-Gehalte [2] einhalten. Bei Lehmann&Voss&Co. gehören Kationen-Monitoring, enge Spezifikationen mit dem Produzenten sowie regelmäßige Analysen durch unabhängige Institute als fester Bestandteil zum HACCP-System. Diese Thematik kann ebenfalls als beherrschbar eingestuft werden.

Beim Thema Cristobalit ist nach heutigem Stand der Absaugtechnik die Einhaltung von Arbeitsplatzgrenzwerten [3] in der Praxis durch Staubmasken und entsprechende Absaugvorrichtungen, angefangen mit dem sehr einfachen Prinzip der Wasserstrahl-Vakuum-Absaugung direkt

**Abb. 2**  
**Fahrzeug zur Abholung**  
**gebrauchter**  
**Kieselgur**



an der Dosage-Einheit über staubfreie Entnahmevorrichtungen für Säcke bis hin zu vollautomatisierten, staubfrei arbeitenden Big-Bag- und Siloanlagen, sichergestellt.

### **Verwertung von gebrauchter Kieselgur**

2017 wurde die SF-SoepenberGmbH für ihre Arbeit vom Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur-

und Verbraucherschutz des Landes NRW als innovatives Unternehmen ausgezeichnet. Es widmet sich u. a. der Verwertung gebrauchter Kieselgur. Dieses Thema wird in der Braubranche schon über 20 Jahre diskutiert. Es scheint, dass die Meinung, Kieselgurschlamm sei ein Risikofaktor, immer wieder um sich greift. Hier wird ein falsches Meinungsbild verbreitet. Kieselgur ist ein unproblematischer Stoff, wäre das anders, dürfte dieser Stoff nicht zur Her-

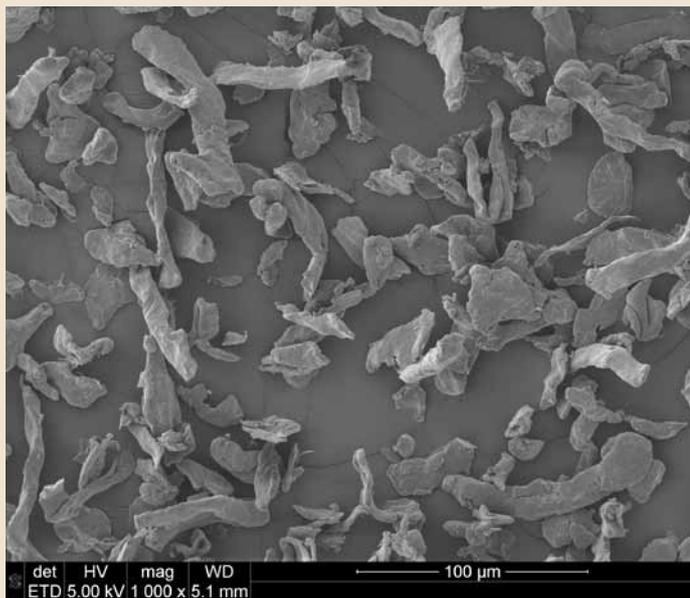


Abb. 3 Mikroskopische Aufnahme von Zellulose

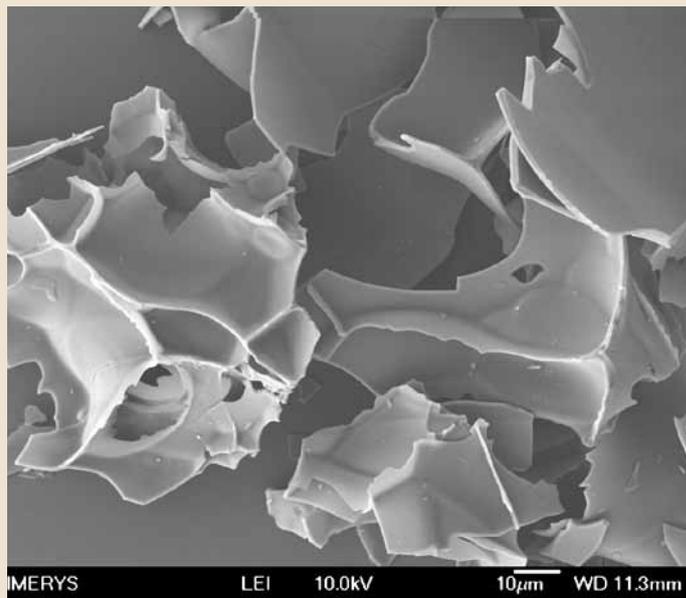


Abb. 4 Mikroskopische Aufnahme von Perlite

stellung von Nahrungsmitteln verwendet werden. So werden Kieselguren heute in Brauereien, Winzerbetrieben, in der Filtration von Pflanzenölen oder direkt als Nahrungsergänzungsmittel eingesetzt. Kieselgur besteht zu 89 - 94 Prozent aus SiO<sub>2</sub>. Aus Analysen der gebrauchten Kieselgur der letzten 19 Jahre hat das Verwertungsunternehmen einen Anteil Kieselgur im Filtrationsrückstand von 18,4 Prozent gemessen. Der Anteil der kristallinen Kieselsäure mit einem Durchmesser von kleiner 50 µm liegt zwischen 0,09 und 0,06 Prozent. Diese Werte ergeben sich aus internen Berechnungen und hängen von der Vormischung und dem Einsatz verschiedener Kieselguren ab. Regelmäßige externe Analysen liegen unterhalb der Nachweisgrenze. Die Anforderung zu den Siebdurchgängen wird durch eine Behandlung mit Stärke erreicht. Verunreinigungen mit Schwermetallen oder anderen Fremdstoffen gibt es nicht. Die Düngemittelverordnung erlaubt die Verwendung von Kieselgur als Ausgangsstoff zur Herstellung von Düngemittel oder Bodenhilfsstoffen. Die Kennzeichnungspflichten der Düngemittelverordnung werden eingehalten. Somit steht der landwirtschaftlichen Verwertung nichts im Wege. Soepenbergs organisiert den Absatz der anfallenden Kieselgurschlämme und verwertet diese. Folgende Wege stehen dabei zur Verfügung:

Der Anteil der kristallinen Kieselsäure mit einem Durchmesser von kleiner 50 µm liegt zwischen 0,09 und 0,06 Prozent. Diese Werte ergeben sich aus internen Berechnungen und hängen von der Vormischung und dem Einsatz verschiedener Kieselguren ab. Regelmäßige externe Analysen liegen unterhalb der Nachweisgrenze. Die Anforderung zu den Siebdurchgängen wird durch eine Behandlung mit Stärke erreicht. Verunreinigungen mit Schwermetallen oder anderen Fremdstoffen gibt es nicht. Die Düngemittelverordnung erlaubt die Verwendung von Kieselgur als Ausgangsstoff zur Herstellung von Düngemittel oder Bodenhilfsstoffen. Die Kennzeichnungspflichten der Düngemittelverordnung werden eingehalten. Somit steht der landwirtschaftlichen Verwertung nichts im Wege. Soepenbergs organisiert den Absatz der anfallenden Kieselgurschlämme und verwertet diese. Folgende Wege stehen dabei zur Verfügung:

Der Anteil der kristallinen Kieselsäure mit einem Durchmesser von kleiner 50 µm liegt zwischen 0,09 und 0,06 Prozent. Diese Werte ergeben sich aus internen Berechnungen und hängen von der Vormischung und dem Einsatz verschiedener Kieselguren ab. Regelmäßige externe Analysen liegen unterhalb der Nachweisgrenze. Die Anforderung zu den Siebdurchgängen wird durch eine Behandlung mit Stärke erreicht. Verunreinigungen mit Schwermetallen oder anderen Fremdstoffen gibt es nicht. Die Düngemittelverordnung erlaubt die Verwendung von Kieselgur als Ausgangsstoff zur Herstellung von Düngemittel oder Bodenhilfsstoffen. Die Kennzeichnungspflichten der Düngemittelverordnung werden eingehalten. Somit steht der landwirtschaftlichen Verwertung nichts im Wege. Soepenbergs organisiert den Absatz der anfallenden Kieselgurschlämme und verwertet diese. Folgende Wege stehen dabei zur Verfügung:

- landwirtschaftliche Verwertung als Bodenhilfsstoff (direkte Verwertung oder Einsatz zur Homogenisierung von Flüssigmist);
- Nutzung gebrauchter Filtrationskieselgur als Abdeckmaterial in der Stahlindustrie; damit wird Reisschalenasche ersetzt; die Herstellung ist allerdings aufwendig, es können nicht alle Herkünfte für die Aufbereitung verwendet werden;
- (im getrockneten Zustand) Nutzung zur Schädlingsbekämpfung in Hühnerställen oder zur Bekämpfung von Vorratschädlingen (biologischer Landbau).

### BETRIEBSKOSTEN DER KIESELGURFILTRATION AUS DER PRAXIS

Ø-Betriebskosten <sup>1)</sup> Kieselgurfiltration einer deutschen Großbrauerei Januar – Juni 2019	Einheit	Verbrauch pro Filtration	Kosten pro Einheit (EUR)	Kosten pro Filtration (EUR)
Entgastes Wasser	[hl]	115,00	0,30	34,50
Kaltwasser	[hl]	10,00	0,17	1,70
Heißwasser	[hl]	123,08	0,17	20,92
Abwasser	[hl]	133,08	0,48	63,88
Lauge 20 % konz.	[kg]	62,86	0,31	19,49
Säure 50 % konz.	[kg]	51,48	0,69	35,52
Sterilluft	[Nm <sup>3</sup> ]	15,05	0,06	0,90
CO <sub>2</sub>	[kg]	24,89	0,13	3,24
Dampf	[t]	2,38	31,10	74,16
Strom	[kWh]	318,12	0,13	41,36
Kieselgur	[kg]	735,66	0,88	647,38
Verwertung Kieselgurschlamm	[kg]	2206,98	0,06	139,04
Personal	[h]	17,23	24,69	425,41
Vor- und Nachlauf	[hl]	350,52		<sup>2)</sup>
Filterstandzeit	[hl]			7757
<b>KG-Filtration Betriebskosten pro Filtration</b>				<b>1507,49</b>
<b>KG-Filtration spez. Betriebskosten pro hl</b>				<b>0,19 EUR/hl</b>

1) inkl. CIP alle 5 Filtrationen und Sterilisation (angesäuertes HW) vor jeder Filtration

2) verlustfreie Verwertung des gesamten Vorlaufs/Nachlaufs

Tab. 1

Das Verwertungsunternehmen empfiehlt den Brauereien, Kieselgurschlämme in einem Tank zu sammeln. Das erlaubt eine saubere, geruchsfreie Lagerung. Zusätzlich ergibt sich dadurch die Möglichkeit, Transporte zu optimieren. Mit speziellen Fahrzeugen (Abb. 2) wird die gebrauchte Kieselgur bei den Brauereien abgeholt und je nach Verwendungszweck behandelt. Reststoffverwerter Soepenbergt ist bestrebt, neue Verwertungswege für Kieselgurschlämme zu entwickeln, neue Anwendungsmöglichkeiten werden zurzeit erforscht und können voraussichtlich schon 2020 vorgestellt werden. Kieselgur und gebrauchte Kieselgur sind sauberer Rohstoff und Reststoff. Kieselgur sollte gerade jetzt, in der Zeit intensiver Diskussion über die Umwelt, durch Fehlinformationen nicht einfach als „Sondermüll“ abgestempelt werden. Die letzte Überarbeitung der Düngemittelverordnung ist gerade abgeschlossen. Änderungen zur Kieselgurverwertung gibt es nicht. So ist zu erwarten, dass auch künftig die landwirtschaftliche Verwertung gesichert ist.

### ■ Kieselgur versus alternative Filterhilfsmittel

In der Vergangenheit waren immer wieder Anläufe zu beobachten, Kieselgur z. B. durch Zellulose und/oder Perlite oder gar durch Plastikmischungen zu ersetzen. Bis heute konnte sich kein alternatives Filterhilfsmittel großtechnisch, über mehrere Jahre mit allen dazugehörigen Rohstoffschwankungen und daraus resultierenden stark variablen Filtrierbarkeiten durchsetzen. Hier punktet Kieselgur u. a. durch Anpassung der Mischung an die jeweilige Filtrierbarkeit. Dies ist wenig verwunderlich, wenn man die unterschiedliche Struktur und die Eigenschaften von Kieselgur, Zellulose und Perlite betrachtet. Verglichen mit Kieselgur verfügen weder Zellulose (Abb. 3) noch Perlite (Abb. 4) über das eingangs erwähnte sehr große Mikroporensystem und nicht über die große Oberfläche. Sie sind zudem kompressibel, was schon bei geringsten Druckstößen zu einem „schwammartigen“ Zusammendrücken des Filterkuchens führt. Das wiederum kann die Abgabe von z. B. in Hohlräumen zwischen Perliten zunächst locker zurückgehaltenen Partikeln in Richtung Filtrat zur Folge haben. Alleine dadurch bedingt kann ein kompressibles Filterhilfsmittel auch eine deutlich redu-

zierte biologische Sicherheit für die Filtration bedeuten.

### ■ Kieselgur versus Membran

Die Versorgung mit Kieselgur ist gesichert. Die löslichen Ionengehalte der Kieselgur sind bekannt, gut erforscht und beherrschbar. Das Thema Staub ist nach heutigem Stand der Technik problemlos und sicher zu handhaben. Sekundäre Verwertungswege für gebrauchte Kieselgur sind vorhanden

und ökologisch sinnvoll. An weiteren sekundären Verwertungswegen wird geforscht. Bei modernen Kieselgurfiltern wird in der Regel alle drei bis fünf Filtrationen eine basische Reinigung gefahren. CIP-Medien werden dabei nachhaltig zurückgestapelt. Die laufenden Betriebskosten sind bei der Kieselgurfiltration äußerst wirtschaftlich. Die von einer deutschen Großbrauerei zur Verfügung gestellten Verbrauchswerte im Zeitraum Januar bis Juni 2019 ergaben

spezifische Betriebskosten für die Kieselgurfiltration von 0,19 EUR/hl, die Zusammensetzung der Kosten kann der beigefügten Tabelle (Tab. 1) entnommen werden. Durch zum Teil schlechtere Filtrierbarkeiten im 1. Halbjahr 2019 war die durchschnittliche Filterstandzeit im Vergleich zu 9463 hl im Jahr 2018 deutlich reduziert, was zeigt, dass die ermittelten Kosten auch die beim Bier dazugehörenden schwankenden Filtrierbarkeiten beinhalten.

Für die Bier-Membranfiltration kommen vorwiegend Kunststoffmembrane, hauptsächlich bestehend aus Polyethersulfon (PES), zum Einsatz, die nach Erschöpfung oder nach Membranbrüchen ausgetauscht werden müssen. Die Verwendung und der Umgang mit Kunststoff erfahren aktuell eine an Brisanz zunehmende öffentliche Aufmerksamkeit. Über mögliche lösliche oder durch Scherkräfte abreibbare Bestandteile (Mikroplastik) aus Kunststoffmembranen in Bier und Abwasser, beispielsweise bei auftretenden Membranbrüchen, ist bislang wenig bekannt. Bei der Membranfiltration kommt es – bedingt durch einen hohen Reinigungsaufwand, um Membran-Fouling zu verhindern, und durch die in Intervallen immer wieder notwendigen Rückspülvorgänge der Membranmodule – zu einem hohen Verbrauch an Spülwässern, zum Teil an teuren Reinigungsmedien und an Energie. Zur Stabilisierung werden oftmals Kieselgel und/oder Einweg-PVPP dosiert. Der Einsatz von Kieselgel ist meistens auf spezielle Hydrogele begrenzt und dadurch weniger flexibel, z. B. beim Einsatz höher wirkender Xerogele. Über Verwertungswege und Zusatzkosten für den dadurch anfallenden Filterschlamm [4] ist wenig bekannt. Bei den laufenden Betriebskosten sollten im Vergleich beider Filtrationstechnologien alle kostenbeeinflussenden Faktoren be-

trachtet werden. Ein starker Fokus sollte in diesem Zusammenhang auf den nachhaltigen Umgang mit Ressourcen wie Wasser, Energie, CO<sub>2</sub> sowie auf den Verbrauch von Reinigungsmitteln gelegt werden.

### ■ Fazit

Kieselgur wird noch lange verfügbar sein. Immer wieder hervorgebrachte Nachteile sind entweder falsch oder beherrschbar und stellen keine Probleme dar. Gebrauchte Kieselgur wird über sekundäre Verwertungswege ökologisch sinnvoll genutzt. Modernste Anlagen- und Automatisierungstechnik ist verfügbar [5]. Alternative Filterhilfsmittel als Substitut für die Kieselgur sind in Sachen Filtratqualität, Flexibilität und Wirtschaftlichkeit nach heutigem Stand im direkten Vergleich wenig bis nicht darstellbar. Bei einer anstehenden Investition in eine neue Filtration bzw. Filtrationstechnologie sollten nicht nur einseitige Berechnungen und Investitionskosten betrachtet werden. Der Fokus sollte vor allem auf praxisbezogene Betriebskosten gelegt werden, auch in Bezug auf Nachhaltigkeit, um damit die Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Filtrationstechnologien seriös bewerten zu können. Auch mögliche, bislang wenig untersuchte Nachteile oder mögliche Zusatzkosten der Membranfiltration, z. B. abreibbare Bestandteile oder bei Stabilisierung anfallender Filterschlamm, sollten bei einem Vergleich beachtet werden. Der weitere Verlauf der öffentlichen Diskussion Verwendung, Umgang und Entsorgung von Kunststoff sollte genau beobachtet werden und in eine Entscheidung „kieselgurfrei“ oder „kunststofffrei“ mit einfließen [6]. Optimierungspotenziale bestehender Anlagen sollten zunächst geprüft werden [7]. Bei Systemvergleichen sollte nicht der Fehler gemacht werden, veraltete Kieselgurfilter

neuen Membranfiltern gegenüber zu stellen [8]; hier sollte als Referenz immer ein moderner, vollautomatisierter Kerzenspaltfilter herangezogen werden [9, 10]. Werden diese Punkte bei einem Vergleich berücksichtigt, ist die Kieselgurfiltration in ihrer Wirtschaftlichkeit nicht zu schlagen und stellt, wie Hahn bereits 2007 anmerkte, eine Steilvorlage der Anschwemmfiltration dar [8]. ■

### ■ Literatur

1. Crangle, R. Jr.: U.S. Geological Survey Minerals Yearbook – 2016.
2. Harms, D.: „Optimierung und Bewertung der Kationenanalytik von Kieselgur“, BRAUWELT Nr. 6, 2014, S. 144-146.
3. Blümelhuber, G.: „Da wird viel Staub aufgewirbelt!“, Brauindustrie Nr. 4, 2006, S. 12-14.
4. Hahn, A.: „Ökonomische Betrachtung zweier Filtrationsphilosophien“, BRAUWELT Nr. 48-49, 2005, S. 1563-1564.
5. Goldhahn, K.; Sander, U.: „Villacher Brauerei mit Rundum-Filtrationskonzept“, BRAUWELT Nr. 3, 2011, S. 61-64.
6. Hahn, A.: „Bierfiltration – kieselgurfrei oder kunststofffrei“, BRAUWELT Nr. 23, 2008, S. 632-633.
7. Kalinowski, R.: „Nicht auf Propheten vertrauen“, Brauindustrie Nr. 11, 2013, S. 24-27.
8. Hahn, A.: „Steilvorlage der Anschwemmfiltration“, Brauindustrie Nr. 10, 2007, S. 48-51.
9. Westner, H.: „Kerzenfilter im Praxistest“, BRAUWELT Nr. 15-16, 2001, S. 576-578.
10. Kain, J.; Floßmann, R.; Hahn, A.: „Das Kerzenfiltersystem TFS in der Praxis“, BRAUWELT Nr. 46-47, 2002, S. 1750-1758.