

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 78 (1960)  
**Heft:** 16

**Artikel:** Qualitätskontrolle der Silozement-Lieferungen durch die EMPA  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-64872>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 21.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

und undichte Packungsringe können nicht mit Sicherheit vermieden werden. Je rascher solche Störungen erkannt und behoben werden, um so geringer ist der Produktionsausfall. Dies ist durch fortlaufende Kontrolle der Betriebsdrücke, sowie der Gastemperaturen jeder Stufe bei laufender Maschine leicht möglich. Auch die Dichtheit der Kolbenpackungen lässt sich mittels Temperaturkontrolle überwachen. Bei steigender Undichtheit der Packung strömt mehr Leckgas durch, und die Leckgasleitungen erwärmen sich entsprechend mehr. Durch Einbau von Temperaturlühlern in allen Leckgasaustritten der Packungen kann die Maschine gut auf Dichtheit geprüft werden. Zur Vereinfachung der Betriebskontrolle werden alle Kontrollinstrumente, wie Manometer für Gas, Wasser und Oeldruck, Temperaturanzeiger, Sicherheitsventile und Kondensatablasshähne auf einem gemeinsamen Schaltzelt vereinigt, das auch den Notschalter für den Antriebsmotor enthält. Aus Gründen der Betriebssicherheit erhalten die Hochdruckstufen je zwei Sicherheitsventile und zwei Manometer. Ein Manometer der letzten Stufe ist sehr häufig als Kontaktmanometer gebaut, welches entweder ein Warnsignal oder den Notschalter betätigt, sobald der Enddruck in der letzten Stufe zu hoch steigt.

Neben den Ueberwachungsinstrumenten sind auch die Steuerorgane für die Volumenregulierung auf der Schaltzelt angeordnet. Je nach Art des Verfahrens kann es notwendig sein, dass der Kompressor mit verringertem Ansaugvolumen arbeiten muss. Da es sich im allgemeinen um grosse Arbeitsleistungen von einigen 1000 PS handelt, sind stufenlos regulierbare Motoren meist sehr teuer. Durch Veränderung der Öffnungsperiode der Saugventile, Vergrösserung der schädlichen Räume der Zylinder, Einbau

von Ausschubventilen in den Zylindern oder Rückströmventilen nach den Zylindern, sowie durch Kombination dieser Mittel kann meist die gewünschte Feinregulierung erreicht werden. Bei doppeltwirkenden oder mehreren Zylindern der gleichen Stufe, welche parallel arbeiten, lässt sich auch durch Aufdrücken der Saugventile eine stufenweise Regulierung der Ansaugmenge erzielen. Alle Steuerorgane werden meist hydraulisch oder pneumatisch fernbetätigt, wobei das Bedienungsorgan auf der Schaltzelt aufgebaut ist und von Hand eingestellt wird. In neuerer Zeit wurden im Zuge der Vollautomatisierung auch schon Anlagen gebaut, bei welchen die Einstellung der Volumenregulierung automatisch unter Einfluss verschiedener Grössen, wie Qualität und Zustand der anfallenden Gase oder Bedarf an verdichtetem Gas erfolgt.

Abschliessend kann darauf hingewiesen werden, dass, wenn sich die Drücke für die Ammoniaksynthesen in den letzten Jahren eher verringert haben, bei der Fabrikation von Polyäthylen, dem bekannten plastischen Material, die Ansprüche immer mehr steigen. Im Jahre 1953 bauten wir Kompressoren für einen englischen Konzern mit Enddrücken von 1500 atm. Es folgten Maschinen mit 1700 atm (Bild 12), und heute sind Kompressoren in unserem Werk im Bau, welche für einen Enddruck von 2500 atm berechnet sind. Der Umstand, dass schon vor einigen Jahren Laboratoriumsmaschinen für 4000 und 7000 atm geliefert wurden, lässt darauf schliessen, dass die moderne Chemie auch in Zukunft dem Konstrukteur von Kompressoren für hohe und höchste Drücke immer neue Aufgaben stellen wird.

Adresse des Verfassers: E. Bener, Ing., Wasserhaus 9, Neuwelt bei Basel.

## Qualitätskontrolle der Silozement-Lieferungen durch die EMPA

DK 666.942.4

Als in den Jahren 1955/56 auch auf kleinen Baustellen in zunehmendem Masse Zementsilos zur Verwendung kamen und damit die Belieferung mit Silozement — sei es per Bahn oder mit Lastwagensilo — grösseren Umfang erreichte, wurde im Einvernehmen zwischen der E.G. Portland, dem Schweiz. Baumeisterverband (S. B. V.) und der Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt (EMPA) die Silozement-Qualitätskontrolle eingeführt<sup>1)</sup>. Die Anzahl der jährlich hiefür durch Bahnbeamte oder örtliche Vertreter des S. B. V. aus den Silos der Bahn- oder Lastwagen zu erhebenden Proben und deren Verteilung auf die einzelnen Fabriken wurde jeweils zu Beginn des Jahres festgelegt. Ueber die Ergebnisse der Kontrollprüfungen der EMPA wurde die E. G. Portland laufend orientiert, welche ihrerseits die Organe des S. B. V. über die Feststellungen der EMPA informierte. In den wenigen Fällen, da Silozementproben in irgendeiner Weise den Normvorschriften nicht entsprachen, wurde die Technische Forschungs- und Beratungsstelle der E. G. Portland unverzüglich durch die EMPA benachrichtigt. Diese traf darnach die gebotenen Anordnungen, um unerwünschte Folgen nicht normgemässer Silozementlieferungen zu verhüten. Für die Anzahl der in der einzelnen Fabrik zu erhebenden Proben waren zunächst die Liefermengen an Silozement massgebend; seit 1958 wurde dagegen bei der Festsetzung der Probezahl tunlichst berücksichtigt, ob und wieviele Beanstandungen sich im Vorjahr ergeben hatten.

Nach allen bisher mit dieser Silozement-Qualitätskontrolle gemachten Erfahrungen darf erklärt werden, dass sich das bisher geübte Verfahren bewährt und den ihm zugeschriebenen Zweck durchaus zu erfüllen vermocht hat. Es soll daher auch in Zukunft weitergeführt werden, und zwar in der folgenden, den bisherigen Erfahrungen voll Rechnung tragenden Form:

1. Unter den Auspizien des S. I. A., des Vereins Schweiz. Zement-, Kalk- und Gips-Fabrikanten und der EMPA werden die Silozement-Lieferungen der schweizerischen Port-

landzement - Fabriken einer laufenden Qualitätskontrolle durch die EMPA unterstellt, deren Durchführung in den Einzelheiten durch die E. G. Portland, den S. B. V. und die EMPA festgelegt werden.

2. Die Anzahl der jährlich zur Normenprüfung (gemäß der S. I. A.-Norm Nr. 115: «Normen für die Bindemittel des Bauwesens») in den Zementfabriken aus zum Versand in Bahn- oder Lastwagensilos bereiten Silozement-Lieferungen zu erhebenden Proben soll 300 betragen.

3. Für die Verteilung dieser Silozementproben auf die sämtlichen Portlandzement-Fabriken wird folgender Schlüssel gelten:

- a) bei Zementmarken ohne Beanstandungen während der drei vorangehenden Jahre: eine Probe pro Monat und Marke (ohne Berücksichtigung der Lieferungsmenge);
- b) bei Zementmarken mit in den drei letzten Jahren ver einzelter beanstandeten Proben:

0 Proben pro Monat bei monatlicher PC-Lieferung unter 500 t

1 Probe pro Monat bei monatlicher Lieferung bis 3000 t

2 Proben pro Monat bei monatlicher Lieferung bis 6000 t

3 Proben pro Monat bei monatlicher Lieferung über 6000 t

(im Falle von gleichzeitig durch die Kraftwerk-Lieferungskontrolle erfassten Zementmarken soll sich dagegen die Anzahl der Proben während der Bausaison — Mai bis Oktober — auf eine Probe pro Monat beschränken).

c) bei Zementmarken mit in den drei letzten Jahren wiederholt beanstandeten Proben in bezug auf die bautechnisch wichtigen Eigenschaften (Raumbeständigkeit, Abbindezeit und Festigkeiten): doppelte Anzahl Proben wie unter b).

4. Die Entnahme der Proben aus den abgangsbereiten Bahn- oder Lastwagensilos erfolgt durch vom S. B. V. bezeichnete und die EMPA instruierte Vertreter des S. B. V., zur Ausnahme durch SBB-Beamte der betr. Abgangsstation.

5. Ausser den Proben, wie sie nach dem alljährlich durch die E. G. Portland, den S. B. V. und die EMPA festgelegten, um 200 bis 250 Proben umfassenden, regulären Probeentnahmen erhoben werden, bestimmt die EMPA für die verbleibenden 50 bis 100 Proben, wo und wann diese im Sinne

<sup>1)</sup> Siehe SBZ 1956, H. 10, S. 144, sowie den Beitrag von Prof. E. Brandenberger in SBZ 1955, H. 49, S. 766.

einer zusätzlichen, ungezielten Kontrolle von Silozementlieferungen beschafft werden sollen.

6. Ueber alle Ergebnisse der Silozementqualitäts-Kontrolle wird die E.G. Portland durch die EMPA mit periodisch erstatteten Berichten für sich und zu Handen des

S.B.V. orientiert; jeder Fall, da eine Silozementprobe die Normenprüfung in irgend einer Beziehung nicht erfüllt, wird dagegen seitens der EMPA umgehend der Technischen Forschungs- und Beratungsstelle der E.G. Portland gemeldet, damit diese die im Einzelfall gebotenen Massnahmen trifft.

## Kleinere Luftverflüssigungs- und Trennanlagen

Von Ulrich Binder, dipl. Masch. Ing., Zürich

DK 621.593

### 1. Luftverflüssigungsanlagen für kleine Leistungen

Luftverflüssigungsanlagen sind seit vielen Jahrzehnten bekannt, sie spielen in Wissenschaft und Technik eine bedeutende Rolle. Im folgenden soll nicht eine theoretische Abhandlung gegeben, sondern anhand einiger praktischer Ausführungsbeispiele über dabei entstehende Probleme berichtet werden.

Das meist gebräuchliche Verfahren, das in dieser Form erstmals von Claude angegeben wurde, ist in Bild 1 schematisch dargestellt. Die Luft wird in den drei Stufen K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub> eines Kompressors auf 100 at verdichtet, anschliessend mit Wasser auf +15°C gekühlt und sodann in diesem Zustand einem Gegenstrom-Wärmeaustauscher KT zugeführt, in dem sie sich auf -50°C abkühlt. Dabei scheidet sich die Luftfeuchtigkeit bis auf einen sehr kleinen Rest aus, weshalb der Austauscher auch Kältetrockner genannt wird. Nach ihm trennt sich der Luftstrom; etwa 75% fließen einer Expansionsmaschine ExM zu, in der sich dieser Teil in einer Stufe von 100 auf etwa 1,7 ata entspannt und dabei auf -160°C abkühlt. Die restliche Luft wird, immer noch unter 100 at Druck, im Gegenstrom zur expandierten Luft im Tiefkühler TK auf etwa -150°C abgekühlt. Aus diesem überkritischen Zustand wird sie in einer Düse entspannt, wobei ein Teil flüssig wird und den Behälter des Ausscheiders LA für flüssige Luft füllt. Ein besonderes Ventil, wel-

ches das Niveau in diesem Ausscheider konstant hält, gestattet, die Flüssigkeit beinahe kontinuierlich zu entnehmen. Der Teil der flüssigen Luft, der bei der Drosselung und infolge der Isolationsverluste verdampft, strömt im Rücklauf zusammen mit der in der Expansionsmaschine entspannten Luft durch den Tiefkühler und den Kältetrockner zurück in die freie Atmosphäre oder in den Ansaugstutzen EP des Kompressors.

Im Entropie-Temperatur-Diagramm stellt sich das Verfahren wie folgt dar (Bild 2): Verdichtung von 6 nach 1, Abkühlung im Kältetrockner nach 2, möglichst adiabatische Entspannung eines Teils der Luft in der Expansionsmaschine von 2 nach 4 und Rückstrom über 5 nach 6. Die Distanz von 4 bis 5 zeigt den Kältegegewinn gegenüber einer Düsenexpansion von 2 nach 5. Die Restluft wird bei 100 at von 2 nach 3 gekühlt, worauf die Düsenexpansion auf den Gegengradienten erfolgt. Auf der Druckgeraden kann der Anteil der flüssigen Phase zum wieder verdampfenden Teil abgelesen werden.

Das hier beschriebene Verfahren, das im Gegensatz zu der ursprünglich von Linde beschriebenen, nur mit Drosselentspannung arbeitenden Luftverflüssigung den wesentlichen Teil der Entspannung in einer Expansionsmaschine unter Leistung äusserer Arbeit durchführt, kommt mit einem kleineren Energieaufwand aus und wurde deshalb für grössere

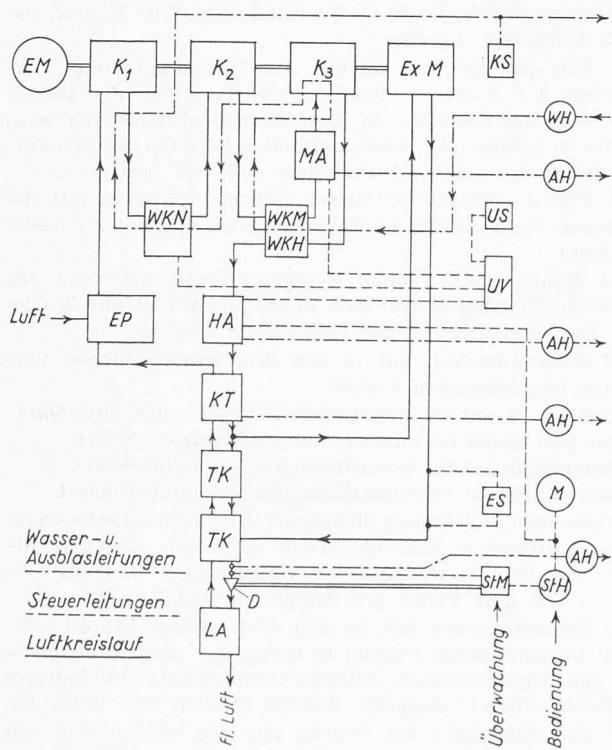


Bild 1. Schaltungsschema der Luftverflüssigungsanlage

EP	Eingangspufferraum
EM	Elektromotor
K <sub>1</sub> K <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	dreistufiger Luftkompressor
ExM	Expansionsmaschine
WKN	Wasserkühler Niederdruck
WKM/WKH	Wasserkühler Mittel/Hochdruck
MA	Mitteldruck-Abscheider

HA	Hochdruck-Abscheider
KT	Kältetrockner
TK	Tiefkühler
LA	Ausscheider für flüssige Luft
D	Expansionsdüse
KS	Kühlwasser-Schalter
US	Überdruck-Schalter

UV	Überdruck-Ventil
ES	Durchfluss-Schalter
StM	Steuermembran
WH	Kühlwasserhahn
AH	Ausblasventile
M	Manometer
StH	Betriebsdruckventil

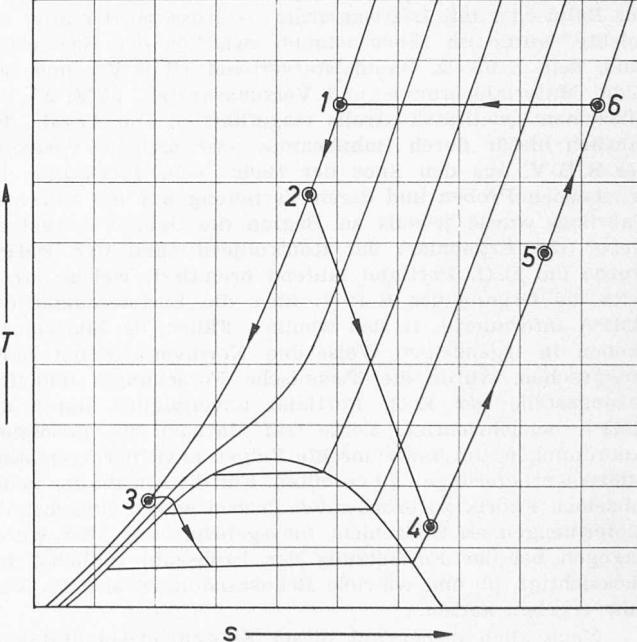


Bild 2. Entropie-TS-Diagramm für Luft  
Die Zahlen bezeichnen die im Text beschriebenen Zustände