

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 72 (1954)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Die Kontrolle der Zementbeigabe zum Beton  
**Autor:** Nyffeler, Arthur  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-61125>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 15.05.2025

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

## Die Kontrolle der Zementbeigabe zum Beton

Von Arthur Nyffeler, Dipl. Bau-Ing., Bern

DK 666.97.085.1

Der Zementgehalt im Beton ist im allgemeinen in Kilogrammen für 1 m<sup>3</sup> fertigen, das heisst frischen und verarbeiteten Beton vorgeschrieben<sup>1)</sup>.

Der Beton wird in einzelnen Mischungen hergestellt. Die Menge der Zementbeigabe für eine Mischung, in der Regel in Kilogrammen ausgedrückt, und der Kiessandbeigabe, vielfach in Litern angegeben, werden berechnet. Für deren Berechnung dienen verschiedene Formeln, die jedoch nur Richtwerte ergeben können. Sie bedürfen für die gegebenen Verhältnisse, wo mit mehr oder weniger feuchten Kiessanden, verschiedenen Korngemischen, andern Zementmarken usw. betoniert wird, der Ueberprüfung, sofern nicht erhebliche Abweichungen des vorgeschriebenen Zementgehaltes, und zwar sowohl im Sinne von Ueber- wie auch von Unterdosierungen in Kauf genommen werden sollen.

Die hier beschriebene Kontrolle der Zementbeigabe geht vom fertigen Beton aus und ist eine praktische Anwendung der als Ergiebigkeitsprobe bekannten Massnahme. Da sie sich ohne Störung des gewohnten Arbeitsganges auf der Baustelle anwenden lässt, bietet sie grosse praktische Vorteile.

Als erstes wird dabei die einer Probemischung zuzufügende Zementbeigabe  $Z$  gewogen, indem der Sack nach Entnahme der bestimmten Menge Bindemittel an eine Federwaage gehängt wird (Bild 1). Dann wird wie allgemein üblich der Mischer mit dem Zement, dem Kiessand und dem Anmachwasser beschickt. Der Mischvorgang ist ebenfalls normal. Nach dem Mischen wird die ganze Trommelfüllung in einen Transportbehälter von bekanntem Volumen, am besten in eine würfelförmige Betonmasskiste mit der Kantenlänge  $k$  entleert. Alsdann ist in dieser Kiste der Frischbeton zu verdichten, das heisst zu stampfen oder zu vibrieren, wie es für den betreffenden Bauteil vorgesehen ist. Bildet der

derart verarbeitete Beton eine ebene Oberfläche, wird mit einem gewöhnlichen Meter von der oberen Kistenkante bis zum Niveau des darin befindlichen Betons die *Abstichhöhe  $h$  gemessen* (Bild 2). Anhand der bekannten Kistenkantenlänge  $k$ , der gewogenen Zementbeigabe  $Z$  und der gemessenen Abstichhöhe  $h$  wird der *Zementgehalt  $P$  durch einfache Rechnung bestimmt*. Um die Kontrolle noch weiter zu vereinfachen und auf der Baustelle Rechenoperationen zu eliminieren, liegt es nahe, Kurvenbilder und Tabellen anzulegen, aus denen  $Z$ ,  $P$  und  $h$  ohne weiteres abzulesen sind (Bild 3 und Tabelle 1). Entspricht die geprüfte Mischung der gewünschten Dosierung, wird auf der selben Grundlage weiterbetoniert, wenn nicht, werden sofort die notwendigen Korrekturen vorgenommen. Der in der Masskiste eingefüllte Probeston lässt sich nach dem Messen des Abstichs ohne weiteres im Bau verwenden.

Die EMPA führte mit dieser Methode umfassende Bauplatz-Kontrollen durch (siehe Bericht Nr. 49366 vom 27. Mai 1953). Für eine Versuchsreihe mit einer kubischen 200 l-Betonmasskiste diente ein Mischer von 250 l bzw. 200 l. Die Zuschlagstoffe wurden mit einem Aufzugkübel, der für die beiden Füllungen markiert war, abgemessen und der Frischbeton mit einem Nadelvibrator verdichtet. Die Zementbeigabe erfolgte auf Verlangen der Bauleitung in Raumteilen. Die angestrebte Zementdosierung betrug  $P$  250. Es ergaben sich die Werte von Tabelle 2.

Tabelle 2. Versuchsergebnisse der EMPA

| Mischung Nr. | Zementgehalt pro m <sup>3</sup> Beton<br>effektiv in kg | Abweichung<br>in % <sup>2)</sup> | Bemerkungen                          |
|--------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 1 bis 8      | im Mittel $P$ 289                                       | +15,6                            | zu wenig Kiessand eingefüllt         |
| 9 bis 12     | im Mittel $P$ 254                                       | + 1,6                            | Kiessand-Füllung im Kübel korrigiert |
| 13           | $P$ 215                                                 | -14,0                            | Frischer Zement                      |
| 14           | $P$ 260                                                 | + 4,0                            | Zement-Beigabe im Volumen korrigiert |
| 15 bis 19    | im Mittel $P$ 260                                       | + 4,0                            | Kleine Ueberdosierung                |

<sup>2)</sup> vom Sollwert  $P$  250



Bild 1. Wägen der Zementbeigabe mit Federwaage

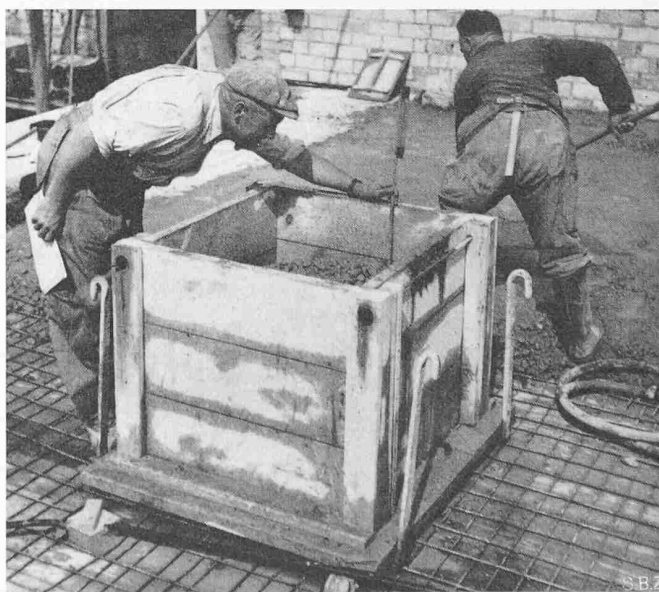
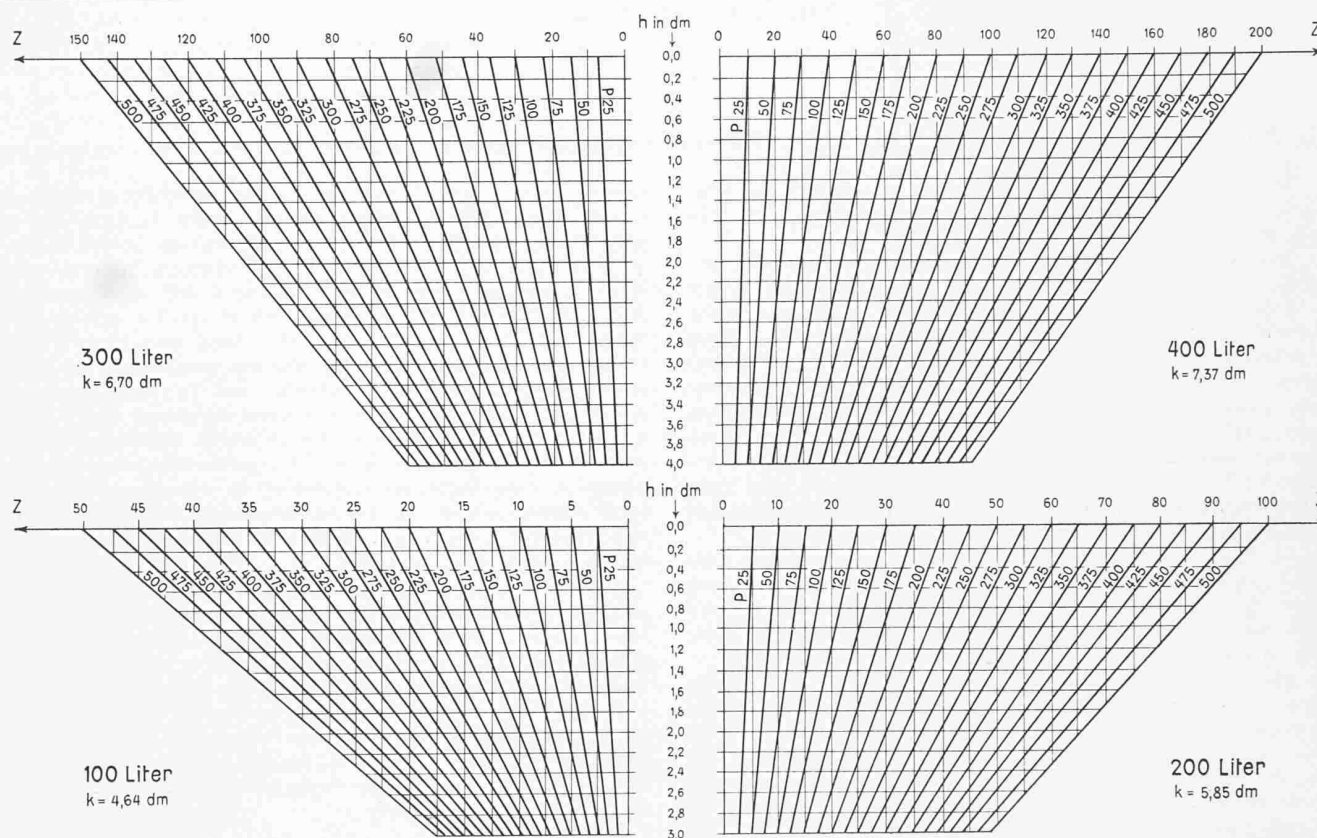


Bild 2. Messen des Abstichs in der Betonmasskiste

Bild 3. Bestimmung des Zementgehaltes  $P$  in  $\text{kg/m}^3$  Beton vermittelt kubischer Masskisten

$P$  Zementgehalt in  $\text{kg/m}^3$  frisch verarbeitetem Beton  $h$  Abstichhöhe in dm in der Masskiste  
 $k$  Kantenlänge der kubischen Betonmasskiste in dm  $Z$  Zementbeigabe in  $\text{kg/Mischung}$

$$P = \frac{Z \cdot 1000}{k^2 (k - h)}$$

Tabelle 1: Zementgehalt  $P$  in  $\text{kg pro m}^3$  Beton oder Mörtel für verschiedene Zementbeigaben  $Z$  in  $\text{kg pro Mischung}$ 

| Abstichhöhe $h$      | Masskiste | $Z = 10 \text{ kg}$ | $Z = 20 \text{ kg}$ | $Z = 30 \text{ kg}$ | $Z = 40 \text{ kg}$ | $Z = 50 \text{ kg}$ | $Z = 60 \text{ kg}$ | $Z = 70 \text{ kg}$ | $Z = 80 \text{ kg}$ | $Z = 90 \text{ kg}$ | $Z = 100 \text{ kg}$ |
|----------------------|-----------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| $h = 0 \text{ dm}$   | 100 l     | $P 100$             | $P 200$             | $P 300$             | $P 400$             | $P 500$             | —                   | —                   | —                   | —                   | —                    |
|                      | 200 l     | 50                  | 100                 | 150                 | 200                 | 250                 | $P 300$             | $P 350$             | $P 400$             | $P 450$             | $P 500$              |
|                      | 300 l     | 33                  | 67                  | 100                 | 133                 | 167                 | 200                 | 233                 | 267                 | 300                 | 333                  |
|                      | 400 l     | 25                  | 50                  | 75                  | 100                 | 125                 | 150                 | 175                 | 200                 | 225                 | 250                  |
| $h = 0,5 \text{ dm}$ | 100 l     | 112                 | 224                 | 337                 | 449                 | 561                 | —                   | —                   | —                   | —                   | —                    |
|                      | 200 l     | 55                  | 109                 | 164                 | 218                 | 273                 | 328                 | 382                 | 437                 | 492                 | 546                  |
|                      | 300 l     | 36                  | 72                  | 108                 | 144                 | 180                 | 216                 | 252                 | 287                 | 323                 | 359                  |
|                      | 400 l     | 27                  | 54                  | 80                  | 107                 | 134                 | 161                 | 188                 | 214                 | 241                 | 268                  |
| $h = 1,0 \text{ dm}$ | 100 l     | 128                 | 255                 | 383                 | 510                 | —                   | —                   | —                   | —                   | —                   | —                    |
|                      | 200 l     | 60                  | 120                 | 181                 | 241                 | 301                 | 361                 | 422                 | 482                 | 542                 | —                    |
|                      | 300 l     | 39                  | 78                  | 117                 | 156                 | 195                 | 234                 | 274                 | 313                 | 352                 | 391                  |
|                      | 400 l     | 29                  | 58                  | 87                  | 116                 | 145                 | 173                 | 203                 | 231                 | 260                 | 289                  |
| $h = 1,5 \text{ dm}$ | 100 l     | 148                 | 296                 | 444                 | 592                 | —                   | —                   | —                   | —                   | —                   | —                    |
|                      | 200 l     | 67                  | 134                 | 202                 | 269                 | 336                 | 403                 | 470                 | 537                 | —                   | —                    |
|                      | 300 l     | 43                  | 86                  | 129                 | 171                 | 214                 | 257                 | 300                 | 343                 | 386                 | 428                  |
|                      | 400 l     | 31                  | 63                  | 94                  | 125                 | 157                 | 188                 | 220                 | 251                 | 282                 | 314                  |
| $h = 2,0 \text{ dm}$ | 100 l     | 176                 | 352                 | 528                 | —                   | —                   | —                   | —                   | —                   | —                   | —                    |
|                      | 200 l     | 76                  | 152                 | 228                 | 304                 | 379                 | 455                 | 531                 | —                   | —                   | —                    |
|                      | 300 l     | 47                  | 95                  | 142                 | 190                 | 237                 | 284                 | 332                 | 379                 | 427                 | 474                  |
|                      | 400 l     | 34                  | 69                  | 103                 | 137                 | 171                 | 206                 | 240                 | 274                 | 309                 | 343                  |
| $h = 2,5 \text{ dm}$ | 100 l     | 217                 | 434                 | —                   | —                   | —                   | —                   | —                   | —                   | —                   | —                    |
|                      | 200 l     | 87                  | 174                 | 262                 | 349                 | 436                 | 523                 | —                   | —                   | —                   | —                    |
|                      | 300 l     | 53                  | 106                 | 159                 | 212                 | 265                 | 318                 | 371                 | 424                 | 477                 | 530                  |
|                      | 400 l     | 38                  | 76                  | 113                 | 151                 | 189                 | 227                 | 265                 | 302                 | 340                 | 378                  |
| $h = 3,0 \text{ dm}$ | 100 l     | 283                 | 566                 | —                   | —                   | —                   | —                   | —                   | —                   | —                   | —                    |
|                      | 200 l     | 103                 | 205                 | 308                 | 410                 | 513                 | —                   | —                   | —                   | —                   | —                    |
|                      | 300 l     | 60                  | 120                 | 181                 | 241                 | 301                 | 361                 | 421                 | 482                 | 542                 | —                    |
|                      | 400 l     | 42                  | 84                  | 126                 | 169                 | 211                 | 253                 | 295                 | 337                 | 379                 | 421                  |
| $h = 3,5 \text{ dm}$ | 300 l     | 70                  | 139                 | 209                 | 278                 | 348                 | 418                 | 487                 | 557                 | —                   | —                    |
|                      | 400 l     | 48                  | 95                  | 143                 | 190                 | 238                 | 285                 | 333                 | 381                 | 428                 | 476                  |
| $h = 4,0 \text{ dm}$ | 300 l     | 83                  | 165                 | 248                 | 330                 | 413                 | 495                 | 578                 | —                   | —                   | —                    |
|                      | 400 l     | 55                  | 109                 | 164                 | 219                 | 273                 | 328                 | 382                 | 437                 | 492                 | 546                  |

Nach dem Wägen der Zementbeigabe  $Z$  wird eine Mischung in der würfelförmigen Betonkiste verdichtet, die Abstichhöhe  $h$  gemessen und der Zementgehalt  $P$  bestimmt.

Die ersten acht Mischungen ergaben eine Ueberdosierung von 15,6 %, die in erster Linie durch eine zu kleine Kiessandzugabe verursacht wurde, weil der Aufzugkübel nur bis zur untern 200 l-Marke und deshalb nicht ganz gefüllt werden durfte. Nachdem die entsprechende Korrektur dort vorgenommen worden war, entsprachen die folgenden vier Mischungen auf 1,6 % genau dem Sollwert. Eine sehr instruktive Beobachtung wurde gemacht, als der Zement aus dem Magazin aufgebraucht und frische Ware angeliefert wurde: infolge unterschiedlichen Raumgewichtes der beiden Zemente sank die Dosierung der 13. Mischung 14 % unter den Sollwert. Dank unserer Kontrolle mit der Betonmasskiste wurde dieser Fehler sofort erkannt und schon bei der 14. Mischung korrigiert. Die letzten Mischungen zeigten dann wieder eine kleine Ueberdosierung.

Unser Verfahren zur Bestimmung des Zementgehaltes des frisch verarbeiteten Betons ist bauplatzmässig einfach zu handhaben, weil es ohne jegliche Rechenoperation auch durch ungelernete Arbeiter ausgeführt werden kann und nicht dem überbeschäftigten Polier oder Bauführer zur Last liegt. Es verursacht nur kleine Kosten, da es wenig Zeit beansprucht und die Betonierungsarbeit nicht hemmt; zudem können die beiden notwendigen Geräte, Waage und Betonmasskiste, stets wieder verwendet werden. Die grössten Vorzüge liegen aber darin, dass innerhalb einer gewissen Fehlergrenze genaue Ergebnisse geliefert werden in einem Zeitpunkt, da allfällig notwendige Aenderungen in der Zementdosierung noch möglich sind.

Adresse des Verfassers: Arthur Nyffeler, Dr. rer. pol., Dipl. Bau-Ing., Bauunternehmung Nyffeler AG., Bern, Breitenrainplatz 42.

Schluss von Seite 18

DK 628.8

## Zur Berechnung von Raumklimaanlagen Von Dipl. Ing. A. Ostertag, Zürich

### 5. Zur Frage der Regelung des Raumluftzustandes

#### a) Anforderungen

Wie bereits bemerkt, wird die Wahl des Verfahrens der Luftbehandlung durch die Anforderungen massgeblich beeinflusst, die an das Konstanthalten der Temperatur und der Feuchtigkeit im zu klimatisierenden Raum gestellt werden. Diese Anforderungen sind im vorliegenden Fall hoch, indem nur minimale Abweichungen von den Sollwerten zugelassen werden können. Ihre Einhaltung wird dadurch erschwert, dass die Luftzuteilung im Verhältnis zum Raumvolumen gross ist, und sich daher Schwankungen im Zuluftzustand verhältnismässig rasch im Raum auswirken. Die Regelung muss auf geringste Zustandsänderungen ansprechen und die geregelte Grösse (Kälteleistung, Heizleistung, Feuchtigkeitszufuhr) rasch genug verändern. Es werden somit hohe Anforderungen sowohl an die Empfängerorgane (Thermostaten, Hygrostaten) als auch an die Kühl-, Heiz- und Befeuchtungsorgane gestellt. Man muss beiden Anforderungen genügen und die regeltechnischen Grössen der zu einem Regelkreis gehörenden Organe sinngemäss aufeinander abstimmen. Man kann nicht, wie das gelegentlich versucht wird, z. B. hochempfindliche Empfänger mit einer träge wirkenden Heiz- bzw. Kuhlapparat koppeln.

#### b) Empfängersysteme

Hier sind hauptsächlich elektrische, pneumatische und elektronische Systeme im Gebrauch. Alle sind technisch zu hoher Vollkommenheit entwickelt und in der Praxis gut eingeführt. Die Empfindlichkeit ist bei den elektrischen Empfängern am geringsten, bei den elektronischen am grössten; aber auch die pneumatischen Apparate reagieren sehr fein. Die Empfindlichkeit der elektrischen Apparate genügt überall dort, wo nicht besonders hohe Anforderungen gestellt werden und die massgeblichen Grössen sich nur langsam verändern. Im vorliegenden Fall wird man eines der anderen beiden Systeme bevorzugen, womit auch jegliche Funkenbildung im Operationsraum vermieden ist.

#### c) Kühl-, Heiz- und Befeuchtungsapparate

Betrachten wir z. B. den Regelkreis zum Nachheizen der Zuluft (Bild 6). Er besteht aus dem Thermostaten  $T$ , dem ferngesteuerten Ventil  $M_{13}$ , das die Heizwasserzufuhr steuert, dem Heizelement 13 und dem Luftstrom durch 13. Einer Veränderung der Lufttemperatur im Raum (bei  $T$ ) folgt mit einer geringen, durch das Empfängersystem gegebenen Verzögerung eine entsprechende Veränderung der Heizwasserzufuhr durch  $M_{13}$ . Dadurch verändert sich sinngemäss die an die Luft abgegebene Heizleistung; jedoch läuft dieser Teil des Regelvorganges wegen der Wärmespeicherung in 13 meist verhältnismässig langsam ab. Seine Geschwindigkeit hängt von der Konstruktion und vom Verhältnis der effektiven zur maximalen Heizleistung des betreffenden Lufterhitzers ab. Eine weitere Verzögerung ergibt sich durch den Luftweg, indem die Aenderung der Heizleistung von 13 erst nach einiger Zeit bei  $T$  spürbar wird. Sie lässt sich dadurch verringern, dass man den Lufterhitzer möglichst nahe an die Ausblasöffnungen heranrückt. Infolge dieser Verzögerungen kann  $M_{13}$  überregulieren und trotz hoher Empfindlichkeit von  $T$  unzulässige Temperaturschwankungen im Raum verursachen. Dies lässt sich durch eine Anordnung gemäss Bild 7 vermeiden, bei der der Lufterhitzer 13 in einen Teilluftstrom

eingebaut ist und durch den Thermostaten  $T_{13}$  auf konstante Luftaustrittstemperatur geregelt wird, während der Raumthermostat  $T$  über den Motor  $M_{14}$  die verzögerungsfrei wirkenden Mischklappen 14 steuert. Für die Vorwärmung durch den Lufterhitzer 6 genügt im allgemeinen die einfache Steuerung durch  $T_6$  und  $M_6$ .

Zur Feuchtigkeitsregelung im Sommer wirkt der Raumhygrostat  $H$  (Bild 6) auf das Ventil  $M_7$ , das die Kältemittelzufuhr zum Luftkühler 7 steuert. Wird mit natürlichem oder künstlich gekühltem Wasser von konstanter Temperatur gearbeitet, so dürfte diese einfache Steuerung im allgemeinen den Anforderungen genügen. Vielfach zieht man direkte Verdampfung des Kältemittels vor. Alsdann können folgende Möglichkeiten in Betracht kommen:

α. Man teilt jedem Raum (bzw. jeder Raumgruppe) ein Kompressoraggregat zu, dessen Leistung durch  $H$  verändert oder das einfach durch  $H$  ein- oder ausgeschaltet wird.

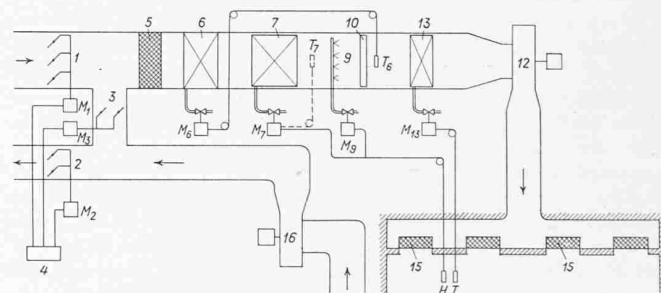


Bild 6. Prinzipielles Regulierschema für bescheidene Anforderungen.

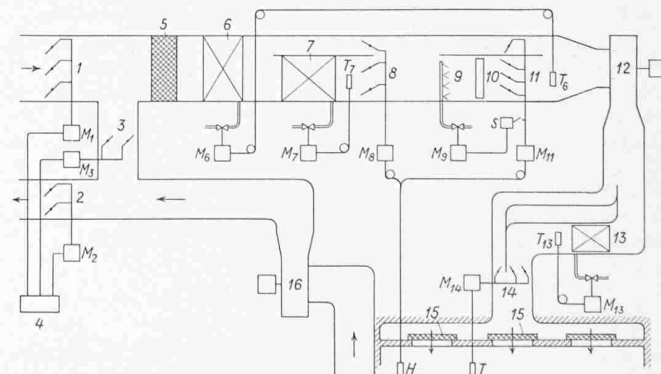


Bild 7. Prinzipielles Regulierschema für höhere Anforderungen.

1 Frischluftansaugklappen; 2 Abluftklappen; 3 Rückluftklappen für Umluftbetrieb;  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$  Betätigungsgeräte zu 1, 2, 3; 4 Steuergerät zu  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ; 5 Vorfilter; 6 Lufterhitzer; 7 Luftkühler;  $M_6$ ,  $M_7$  ferngesteuerte Regulierventile zu 6 und 7; 8 Mischklappen;  $M_8$  Betätigungsgerät zu 8; 9 Wasserzerstäuber;  $M_9$  ferngesteuertes Ventil zu 9;  $S$  Schalter zum Steuern von  $M_9$ ; 10 Tropfenabscheider; 11 Mischklappen;  $M_{11}$  Betätigungsgerät zu 11; 12 Frischluftventilator; 13 Lufterhitzer für Nachheizung;  $M_{13}$  ferngesteuertes Ventil zu 13; 14 Mischklappen;  $M_{14}$  Betätigungsgerät zu 14; 15 Feinfilter; 16 Abluftventilator;  $H$  Hygrostat;  $T$  Raumthermostat;  $T_6$ ,  $T_7$ ,  $T_{13}$  Kanalthermostaten.