

Mischdauer und Beurteilungskriterien.
Einfluss der Mischdauer auf die
Gleichmässigkeit des Mischgutes bei
Betonmischern. 2. Stufe.

F 1898

F 1898

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlußberichtes einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen -BMVBW- geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00
Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

INSTITUT MASCHINENWESEN IM BAUBETRIEB

UNIVERSITÄT KARLSRUHE

Der Bundesminister für Wohnungsbau

*Abschluß-Zwischen-Bericht
zum Forschungs-Auftrag*

Az.: B15-800180-39 Eing.: 27.6.83

*Vornahme der
Forschungsberichte
des Referats*

B15

Nr.

1898

BERICHT

B I 5 - 80 01 80 - 30

EINFLUß DER MISCHDAUER AUF DIE GLEICHMÄßIG-
KEIT DES MISCHGUTES BEI BETONMISCHERN

II. STUFE

AUFTRAGGEBER: Der Bundesminister für Raumordnung,
Bauwesen und Städtebau
Deichmanns Aue
Bonn - Bad Godesberg

DATUM: 31. Mai 1983

ANLAGEN: -

SACHBEARBEITER:



Dipl.-Ing. G. Bracko



PROF. DR.-ING. G. KÜHN

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Einleitung	1
2. Aufgabenstellung	2
3. Versuchsprogramm	3
3.1 Anlagenmischer	3
3.2 Fahrmischer	4
4. Versuchseinrichtung	8
4.1 Versuchsanlage für Anlagenmischer	8
4.2 Versuchsanlage für Fahrmischer	9
5. Betonzusammensetzung	12
5.1 Zuschlag	13
5.2 Zement	13
6. Versuchsdurchführung	14
6.1 Reihenfolge der Dosierung	14
6.2 Versuchsablauf Anlagenmischer	15
6.2.1 Beschicken	15
6.2.2 Mischen	15
6.2.3 Entleeren	16
6.2.4 Probenahme	16
6.3 Versuchsablauf Fahrmischer	17
6.3.1 Beschicken	17
6.3.2 Mischen	19
6.3.3 Entleeren	20
6.3.4 Probenahme	21
6.4 Bestimmung der Mischungsanteile	22
6.4.1 Darrverfahren	22
6.4.2 Auswaschversuch	23
7. Beurteilungskriterien	24

	Seite
8. Darstellung der Versuchsergebnisse für Anlagenmischer	25
8.1 Trommelmischer Füllmenge 500 ltr.	26
8.1.1 Mischsystem 1	26
8.2 Tellerischer Füllmenge 750 - 1000 ltr.	31
8.2.1 Mischsystem 2	31
8.3 Trogmischer Füllmenge 1000 - 2000 ltr.	36
8.3.1 Mischsystem 3	36
8.3.2 Mischsystem 4	41
8.3.3 Mischsystem 5	46
9. Darstellung der Versuchsergebnisse für Fahrmischer	51
10. Zusammenfassendes Ergebnis	58
Literaturverzeichnis	59

1. Einleitung

Durch die weitere Förderung vom Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau und mit der Unterstützung von Maschinenherstellern konnten die bisherigen Untersuchungen über die Mischgüte und Mischdauer bei der Betonbereitung [1,2] fortgesetzt werden.

Eine wertvolle Betreuung erhielt die Arbeit durch das Beratergremium, dessen Mitglieder zum Teil in Personalunion im Arbeitsausschuß Güterichtlinien für Betonmischer der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen wirken. Zur Durchführung dieser Untersuchung wurden wesentliche Hinweise und Anregungen gegeben.

Das erarbeitete Resultat aus den drei jetzt vorliegenden Untersuchungen geht in die Festlegung der Neufassung der Güterichtlinien für Betonmischer ein. Es dient damit direkt als Beurteilungskriterium für die Anforderungen gemäß DIN 1045 bezüglich der "besonders guten Mischwirkung", der "gleichmäßigen Durchmischung" sowie der "ausreichenden Mischdauer."

Indirekt wird damit eine Optimierung der Betonbereitung in der Ausnutzung von Grundstoff und Energie erreicht.

2. Aufgabenstellung

In den vorangegangenen Arbeiten [1,2] zeigte sich auf, daß für verschiedene Mischerbauarten und unterschiedliche Mischergrößen jeweils besondere - günstige und ungünstige - Mischzeiten bestehen. Dieses Ergebnis gilt für den Prüfbeton PB 2 (Neufassung der Güterichtlinien für Betonmischer), der zementreichere, steifere Betone, zum Beispiel die des Betonstraßenbaues oder der Betonwarenherstellung vertritt. Nach bestehender Auffassung sollten die Untersuchungen ebenso die Herstellung von Beton aus dem allgemeinen Hochbau umfassen.

Dafür wurde hauptsächlich ein Beton in sandreicher Zusammensetzung gewählt, der zudem die besonderen Anforderungen zwecks Prüfung der Mischwirksamkeit erfüllt.

Weiterhin sollte die Ermittlung der Wirk- und Einflußgrößen auf die Mischgüte von Beton im Zusammenhang mit der Mischdauer über die Anlagenmischer hinaus auf Fahrmischer ausgedehnt werden.

Wegen der Vergleichbarkeit und Übertragbarkeit der Versuche wurde mit der bereits in der ersten Stufe angewandten Prüfmethode gearbeitet.

3. Versuchsprogramm

Das Versuchsprogramm war durch Umfang des Forschungsauftrages, Vorgaben des Beratergremiums und Erkenntnisse der ersten Arbeitsstufe des Forschungsvorhabens "Einfluß der Mischdauer auf die Gleichmäßigkeit des Mischgutes bei Betonmischern" [2] im Rahmen vorgegeben.

3.1. Anlagenmischer

Die Mischsysteme für Anlagenmischer werden in der DIN 459 in absatzweise arbeitende Trommel-, Trog- und Tellermischer sowie in stetig arbeitende Mischer unterteilt.

Aus verfahrenstechnischen Gründen wurden ausschließlich absatzweise arbeitende Mischmaschinen untersucht.

Für die Gruppe der Trommelmischer ist stellvertretend ein Umkehrmischer verwendet worden. Als Vertreter der Tellermischer wurde ein Mischsystem mit feststehendem Mischsteller und umlaufenden Mischwerkzeugen gewählt. Die Gruppe der Trogmischer war sowohl durch Einwellentrogmischer als auch Zweiwellentrogmischer vertreten.

Der Nenninhalt der untersuchten Mischer betrug zwischen 500 ltr. und 2000 ltr. verdichtetem Frischbeton. Zum Einsatz kamen ausschließlich fabrikneue Mischmaschinen.

Wegen der Vergleichbarkeit mit den bereits vorliegenden Ergebnissen wurden gleichfalls Mischzeiten von 30 sec , 60 sec und 180 sec eingestellt. In der Regel sind zwei Versuche pro Mischzeit (unter gleichen Bedingungen) durchgeführt worden.

3.2 Fahrmischer

Nach der DIN 1045 werden die Verfahren zur Herstellung von Transportbeton in werksgemischtem und fahzeuggemischtem Transportbeton unterschieden.

Danach gelten folgende Definitionen:

- Transportbeton ist Beton, dessen Bestandteile außerhalb der Baustelle zugemessen werden und der in Fahrzeugen an der Baustelle in einbaufertigem Zustand übergeben wird.
- Werkgemischter Transportbeton ist Beton, der im Werk fertig gemischt und in Fahrzeugen zur Baustelle gebracht wird.
- Fahzeuggemischter Transportbeton ist Beton, der während der Fahrt oder nach Eintreffen auf der Baustelle im Mischfahrzeug gemischt wird.

Während somit der Fahrmischer bei Verwendung von werksgemischtem Transportbeton im wesentlichen als Transporteinrichtung oder Nachmischer dient, hat der Fahrmischer bei Einsatz von fahzeuggemischtem Transportbeton zusätzliche Aufgaben zu erfüllen. Der Fahrmischer muß im zweiten Fall vollständig die Funktion eines Mixers übernehmen und ist daher auch als solcher zu untersuchen und zu bewerten.

Voraussetzung für die Herstellung von fahzeuggemischtem Transportbeton der Betongruppe B II ist nach DIN 1045, daß der Füllungsgrad - der im übrigen nicht eindeutig definiert ist - der Mischtrommel 65% des geometrischen Trommelvolumens nicht überschreitet und die technische Ausrüstung des Mixers - insbesondere der Zustand der Mischwerkzeuge - so ist, daß auch bei erschwerten Bedingungen die Übergabe eines gleichmäßig gemischten Betons gewährleistet wird. Weiterhin soll die Mischdauer mindestens 50 Umdrehungen bei Mischgeschwindigkeit betragen, wobei bezüglich der Mischgeschwindigkeit

in der DIN 1045 ein Bereich von 4 bis 12 Umdrehungen je Minute angegeben ist.

Für die Versuche wurde ein Mischeraufbau mit einem Nutzraum der Mischtrommel von 6 m³ gewählt. Diese Baugröße repräsentiert laut Verbandsstatistik in Kombination auf 3 - Achsfahrgestell bei 22 t zulässigem Gesamtgewicht mit zur Zeit rund 80% Anteil die Mehrheit der in der BRD eingesetzten Fahrnischer.

Nutzraum in m ³	% der Fahrzeuge		
	1979	1980	1981
unter 5	5	10	13
5 - 6,5	89	80	77
über 6,5	6	10	10
	100	100	100

Tab. 1 Fahrnischergruppen nach Nutzraum aus [5]

Die zur Versuchsdurchführung gewählte Bauart vertritt in Abmessung und Ausrüstung den technischen Stand der Mehrzahl der zur Zeit produzierten Fahrnischer. Die zur Zeit üblichen Bauformen verschiedener Mischertrommeln sind in Abb. 1 dargestellt.

Der Bauart nach sind Fahrnischer mit dem Trommel-Umkehrmischer vergleichbar, die schrägliegende Mischtrommel hat jedoch nur eine Öffnung, durch welche die Beschickung und Entleerung erfolgt.

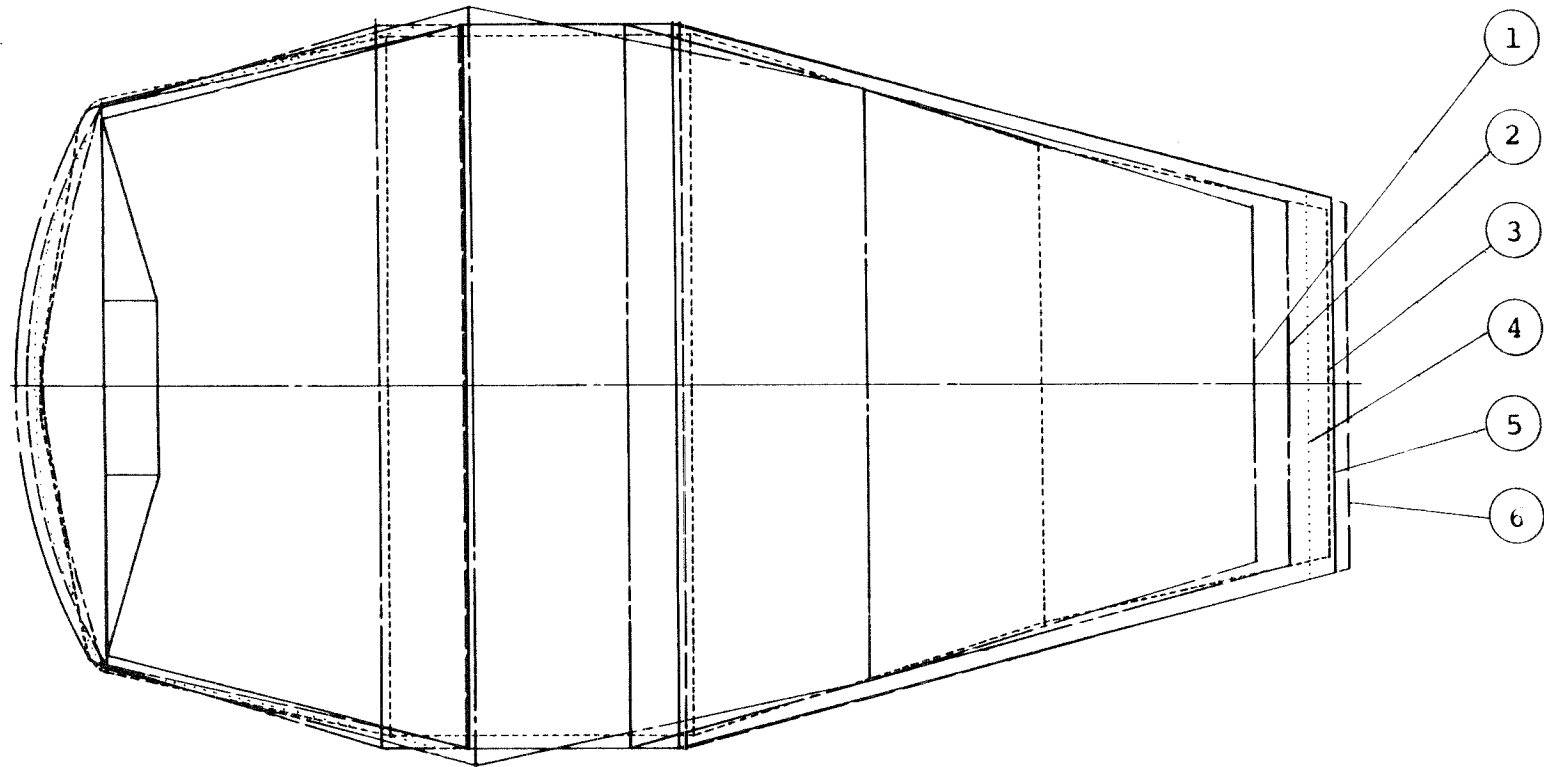


Abb. 1 Bauformen verschiedener Mischtrommeln mit 6 m^3 Nutzraum

Am Trommel-(innen)-Umfang sind zwei spiralförmige Bandbleche, die gegeneinander um 180° versetzt sind, eingebaut. Deren Steigung ist für die 6 m^3 - Trommel so gewählt, daß auf der Trommellänge ca. $3 \frac{1}{2}$ Gänge vorhanden sind. Die Höhe der Spiralbleche beträgt beim untersuchten Mischer im zylindrischen Trommelteil 400 mm und nimmt nach dem offenen Trommelende hin ab.

Die Mischspiralen erfüllen folgende Funktionen:

- a) Aufnehmen bzw. Einziehen des werksgemischten Betons, bzw. der ungemischten Betonkomponenten bei fahrzeuggemischtem Beton.
- b) In Bewegung halten (Agitieren) des werksgemischten Betons bzw. Mischen der eingefüllten Komponenten bei fahrzeuggemischtem Beton.
- c) Entleeren des fertiggemischten Betons durch Umkehren der Trommel-drehrichtung.

Für die Versuche kam ein fabrikneuer Mischeraufbau mit einer Mischertrommel, vergleichbar der Nr. 4 in Abb. 1, zum Einsatz.

Ausgehend von den Vorschriften der DIN 1045 wurden zunächst Versuche mit einer Mischdauer von 50 Umdrehungen vorgenommen, denen sich dann weitere Varianten bezüglich Mischdauer und Trommeldrehzahl anschlossen. Insgesamt wurden 8 Mischversuche mit dem Fahrmischer durchgeführt, wobei sich zeigte, daß die Versuchsdurchführung eines erheblichen technischen und personellen Aufwandes bedurfte.

4. Versuchseinrichtung

Die Versuche mit den stationären Mixchern und die am Fahrnischer wurden auf zwei separaten Versuchsanlagen vorgenommen. Jede Anlage war speziell auf den Versuchsablauf ausgerichtet. Dabei wurde angestrebt, daß die Randbedingungen, d.h. die des Befüllens und Entleerens, für alle Versuche annähernd gleich waren.

Jede der Versuchsanlagen bestand im wesentlichen aus drei Teilen, nämlich der Mischerbühne, der Dosieranlage und der Vorrichtung zur Probenahme.

4.1. Versuchsanlage für Anlagenmischer

Die Anlagenmischer standen auf einer Mischerbühne, die derart konstruiert war, daß sie sämtliche Mischsysteme aufnehmen konnte. Unter dieser Mischerbühne wurden in fahrbaren Wannen die Probebehälter durchgezogen. Dadurch war sichergestellt, daß die Bedingungen der Probenahme für alle Mischsysteme identisch waren.

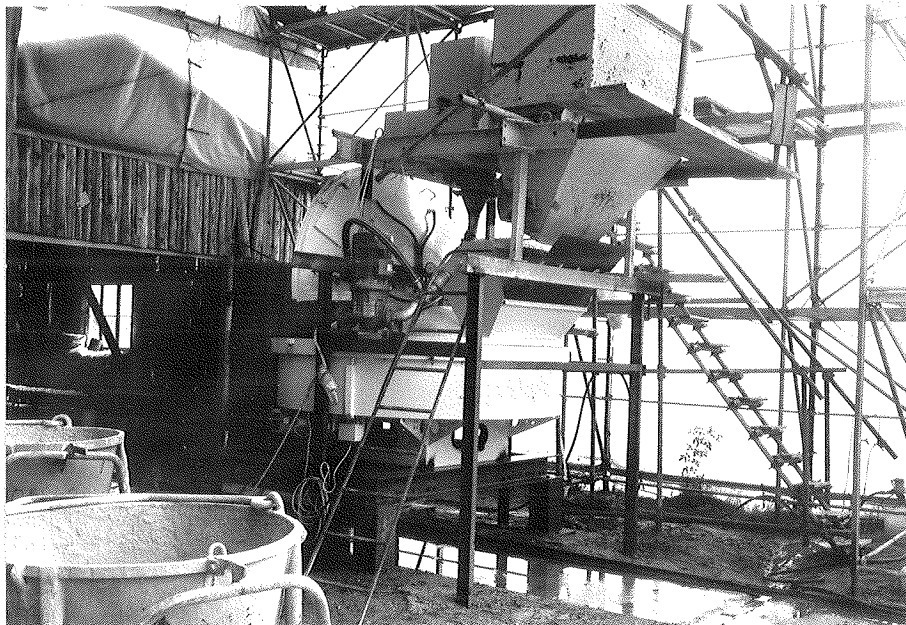


Abb. 2 Versuchsanlage für Anlagenmischer

Die Probenahme geschah jeweils mit einer maximalen Fallhöhe von ca. 40 cm. Einer Entmischung des Frischbetons während des Entleervorganges konnte somit weitgehend vorgebeugt werden.

Auf der Dosierbühne befand sich ein Vorsilo für Zuschlag und Zement und eine Einrichtung zur gewichtsmäßigen Dosierung des Wassers. Zuschlag und Zement wurden gewichtsmäßig auf einer separaten Zeiger-Bodenwaage, die einen Wägebereich bis 1000 kg mit 500 g Teilung aufweist, abgemessen und anschließend in 500 ltr. Beschickerkübeln mit einem Kranfahrzeug in das Vorsilo eingefüllt.

4.2 Versuchsanlage für Fahrmischer

Der zur Verfügung gestellte Mischeraufbau stand auf einer Mischerbühne, die durch zwei Längsträger und zwei Unterstellböcke gebildet wurde.

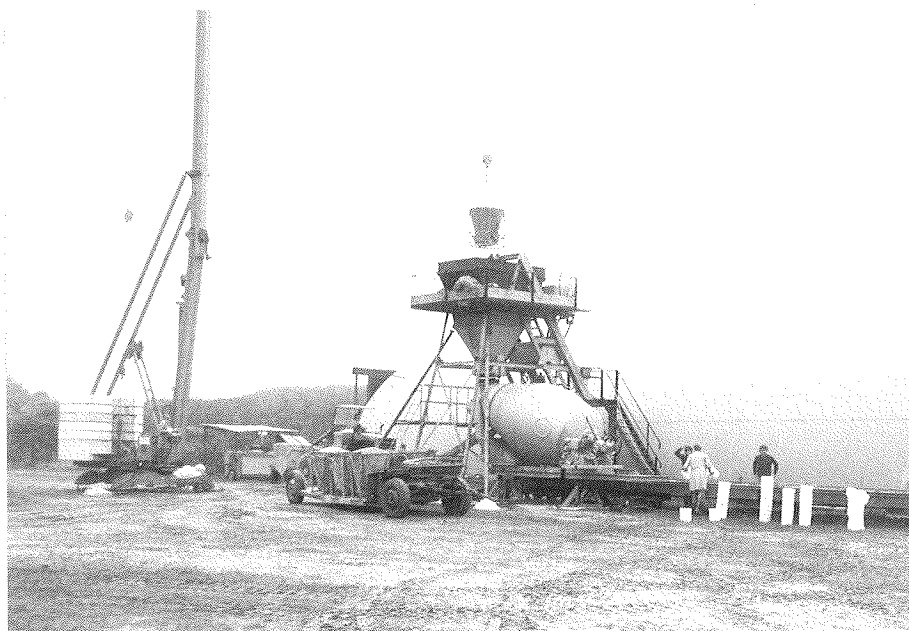


Abb. 3 Versuchsanlage für Fahrmischer

Auf der Dosieranlage war das Vorsilo für Zuschlag und Zement, die Wasserzugabevorrichtung und die Steuerungseinrichtung angeordnet. Die Kapazität des Vorsilos umfaßte die gesamte Zuschlagmenge einschließlich des Zements eines Mischversuches. Der Zuschlag und der Zement wurden hier in einzelnen Beschickerkübeln mit einer elektronischen Kranwaage von 2 t Wägebereich bei 1% Fehlergrenze abgemessen. Die Beschickung des hochstehenden Vorsilos wurde mit einem stationären Baustellenkran durchgeführt.

Die Einrichtung der Probenahme bestand aus einem Zug mit 6 Wannen, die auf einem Gleis unter der Schwenkschurre vorbeigezogen wurden.



Abb. 4 Versuchsaufbau mit Entnahmeeinrichtung

Die Wasserzugabevorrichtung bestand aus einem hochgebauten 1000 ltr. Wassertank, der durch eine Einrichtung zur gewichtsmäßigen Dosierung mit der jeweils benötigten Wassermenge befüllt wurde. Die Förderung zum Mischer lief über eine Kreiselpumpe, mit einer zusätzlichen Kontrolle der Wassermenge durch einen Wasserzähler.

Um zusätzlich den Einfluß der Art und Ausführung der Wasserzuführung auf die Mischgüte des Betons zu untersuchen, wurden in Zusammenarbeit mit dem Hersteller nach umfangreichen Vorversuchen drei Varianten des Wassereinlaufes in die Mischtrommel ausgeführt.

Der Mischtrommelantrieb erfolgte durch die serienmäßige hydrostatische Antriebseinheit, die eine stufenlose Drehzahlregelung ermöglichte. Als Kraftquelle diente ein aufgebauter Dieselmotor.

5. Betonzusammensetzung

Die Zusammensetzung der Prüfbetonmischungen im Gehalt an Zement, Wasser und Zuschlag sowie der Sieblinie entsprach dem Prüfbeton PB 3 und PB 1 nach der Neufassung der Güterichtlinien für Betonmischer.

Beton- sorte	Zement- gehalt	Korn- gehalt $\phi < 0,25\text{mm}$	Zuschläge (s.Bild 1)	W/Z	Ausbreit- maß	Verdichtungs- maß
	kg/m ³	kg/m ³	m ³	-	cm	-
PB-1	300	410	Sand u. Kies, gem.Siebl.	0,6	ca. 45	ca. 1,06
PB-2	350	420	Sand u. Kies bis 8mm, Splitt 8 - 22 mm gem.Siebl.	0,42	ca. 38	ca. 1,45
PB-3	240	325	Sand u. Kies, gem.Siebl.	0,75	ca. 38	ca. 1,20

Tab. 2 Zusammensetzung der Prüfbetonmischungen

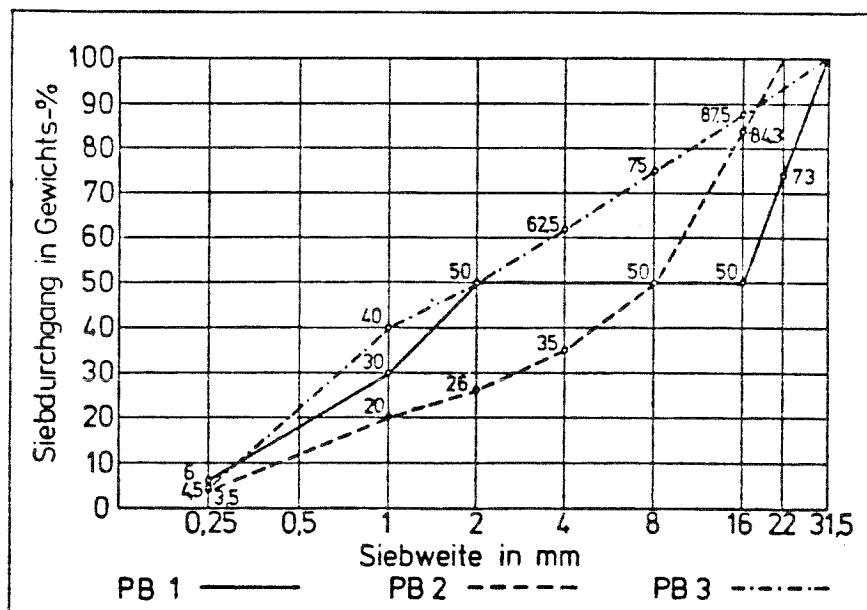


Abb. 5 Sieblinie der Prüfbetonmischungen

Hinzu kam ein modifizierter Prüfbeton, nachfolgend mit PB 3 ZV bezeichnet.

- PB 3 ZV:
- Sieblinie entsprechend PB 3
 - Zementgehalt 300 kg/m^3
 - Mehlkorngesamtgehalt 420 kg/m^3
 - W/Z-Wert 0,65
 - Ausbreitmaß ca. 45 cm
 - Konsistenz im Bereich K 2

Das Konsistenzmaß des Frischbetons wurde sowohl mit dem Verdichtungsversuch als auch mit dem Ausbreitversuch nach DIN 1048 bestimmt.

5.1 Zuschlag

Als Zuschlag wurden für alle Kornklassen Rheinsand und Rheinkies mit einer Rohdichte von $2,6 - 2,65 \text{ kg/dm}^3$ gewählt. Bei fehlendem Feinstsandgehalt wurde Quarzmehl "Silicit" zugegeben.

Für die Anlagenmischer sind die Zuschläge geschlossen in Boxen oberflächentrocken gelagert und mit einem Vibrationssieb nochmals wirksam abgesiebt worden.

Bei den Fahrmischerversuchen ist auf Ratschlag, um die üblichen Dosierverhältnisse nachzuvollziehen, aller Zuschlag mit Eigenfeuchte verarbeitet worden. Die Eigenfeuchte wurde laufend und umfangreich überprüft.

Das Material entsprach den Anforderungen der DIN 4226 und war frei von jeglichen Verunreinigungen.

5.2 Zement

Als Zement kam ein Normzement PZ 35 F zur Anwendung. Der Zement mit einem Blainewert von $3200 \text{ cm}^2/\text{g}$ war in einem Silo gelagert.

6. Versuchsdurchführung

Die Versuchsdurchführung erfolgte nach den vom jeweiligen Hersteller angegebenen Betriebsanweisungen. Die Versuche wurden mit der vom Hersteller angegebenen Füllung der Mischer gefahren.

Bei den Anlagenmischern wurden die betriebstechnischen Vorgaben wie Mischerdrehzahl oder Art der Wasserzugabe eingehalten.

Bei den Fahrmischerversuchen war die Mischdauer durch die Gesamtanzahl der Trommeldrehungen bestimmt. Es wurden verschiedene Trommeldrehzahlen eingestellt. Zeitpunkt und Dauer aller Versuchsphasen wurden bei jedem Versuch aufgezeichnet.

6.1 Reihenfolge der Dosierung

Aus Gründen der Vergleichbarkeit war für alle Mischer die Reihenfolge der Dosierung von Zuschlag und Zement gleich. Der Zement wurde im oberen Drittel des Vorsilos, zwischen Korngruppe 1/2 und 8/16 den Zuschlägen zugegeben. Die Reihenfolge der Dosierung von unten nach oben zeigt Tab. 3.

Reihenfolge der Dosierung	Korngruppen (mm)
6.	16 - 32
5.	8 - 16
4.	1 - 2
3.	0 - 1
2.	2 - 4
1.	4 - 8

Tab. 3 Reihenfolge der Dosierung

6.2 Versuchsablauf Anlagenmischer

6.2.1 Beschicken

Nach dem Start des Mixers wurden die Zuschläge einschließlich des Zements und das Wasser in den Mischraum gegeben. Das Beschicken des Mischraums ließ sich durch den Segmentschieber am Auslaß des Vorsilos regulieren. Zur gleichen Zeit lief die Wasserzugabe ab. Die Wasserzugabe in den Mischraum war durch die Anordnung der Einlauföffnungen bestimmt und entsprach der jeweils serienmäßig vorgesehenen Ausführung jedes Mixers.

Der zeitliche Ablauf des Beschickens wurde bei allen Mixern derart gesteuert, daß die Gesamtzeit der Wasserzugabe mit der Zugabezeit für Zuschlag und Zement ziemlich gleich war. Je nach Mischergröße betrug die Einfüllzeiten 15 bis 25 sec.

6.2.2 Mischen

Definitionsgemäß entspricht die Mischdauer dem Zeitraum, der zwischen dem Zeitpunkt des Beschickungsendes und dem Beginn des Entleerungsvorganges liegt. Die eigentliche Mischzeit beginnt daher erst nach den Einfüllzeiten.

Untersucht wurde die Mischgüte mit dem Prüfbeton PB 3 bei allen Anlagenmischern für Mischzeiten von 30 sec, 60 sec und - ein Mischer ausgenommen - 180 sec Dauer.

Die Versuche mit dem modifizierten Prüfbeton PB 3 ZV und dem Prüfbeton PB 1 wurden ausschließlich bei einer Mischdauer von 60 sec durchgeführt.

6.2.3 Entleeren

Nach Ablauf der jeweiligen Mischzeit ist der gesamte Mischerinhalt in eine, bzw. mehrere aneinandergeschaltete Wannen entleert worden. Die Wannen, die zur Aufnahme der nummerierten Probebehälter dienten, wurden kontinuierlich am Mischeraustrag vorbeigezogen. Dadurch war eine gleichmäßige Entnahme des Mischgutes gewährleistet und eine Zuordnung der Proben zum Entleerraum in Dauer und Ausdehnung gegeben.

Die Fahrgeschwindigkeit der Wannen bestimmte sich durch die Größe der Entleeröffnung und die benötigte Probengröße.

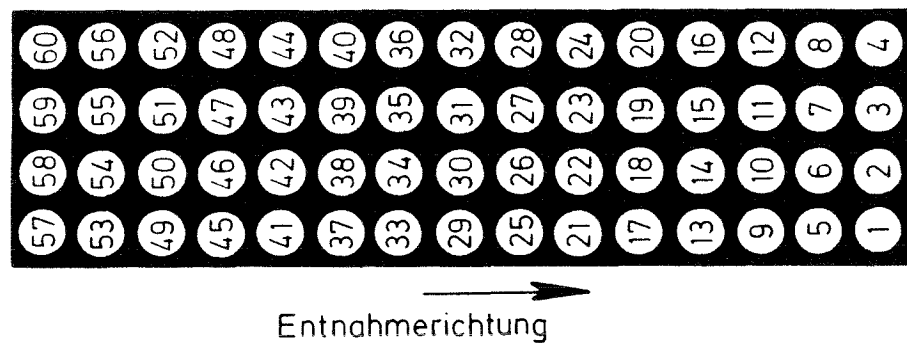


Abb. 6 Probenahme Anlagenmischer durch nummerierte Behälter

6.2.4 Probenahme

Die Probenahme geschah nach den Angaben aus dem Entwurf der neuen Güterrichtlinien für Betonmischer. Aus der in den Wannen befindlichen Grundgesamtheit des Mischerinhaltes wurden insgesamt 40 Probebehälter, verteilt über die gesamte Entleerzeit, entnommen. Dabei dienen 20 Probebehälter zur Bestimmung der Kornverteilung sowie des Mehlkorngehaltes und 20 Probebehälter zur Bestimmung des Wassergehaltes.

Die einmal erfaßte Probemenge je Probebehälter wurde nicht mehr verändert.

6.3 Versuchsaufbau Fahrmaschine

6.3.1 Beschicken

Die Mischtrommel wurde kontinuierlich aus dem, die Gesamtmenge an Zuschlag und Zement fassenden Vorsilo, beschickt. Die Reihenfolge der Dosierung entsprach jener der Anlagenmischer. Bis auf einen Mischversuch betrug die Trommeldrehzahl beim Einziehen der Betonkomponenten 10 U/min.

Erst nach dem Einfüllen des Zuschlags und Zements setzte die Wasserzugabe, bei gleicher Trommeldrehzahl, ein.

Es kamen drei Varianten des Wassereinflusses in die Mischtrommel zur Anwendung:

Variante 1: Serienmäßiges Original-Sprührohr mit seitlicher Zuführung.

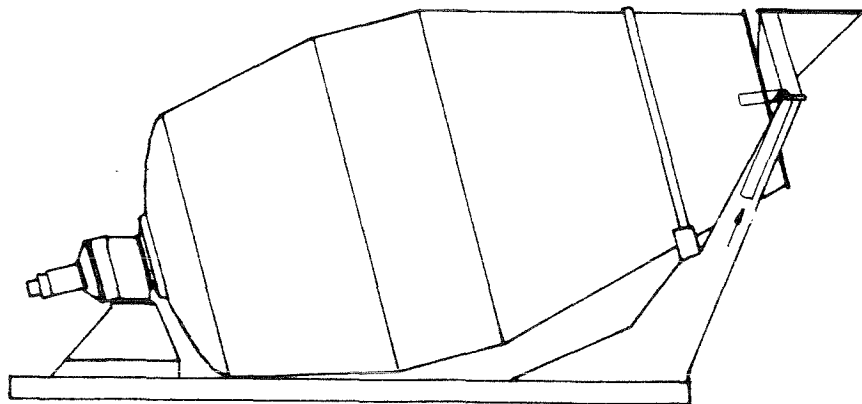


Abb. 7 Wasserzuführung Variante 1

Variante 2: Kurzes 2 1/2"-Rohr, das von oben durch die Mitte des Einlauftrichters geführt wurde und bis in Höhe des Lauf-ringes in die Mischtrommel hineinreichte.

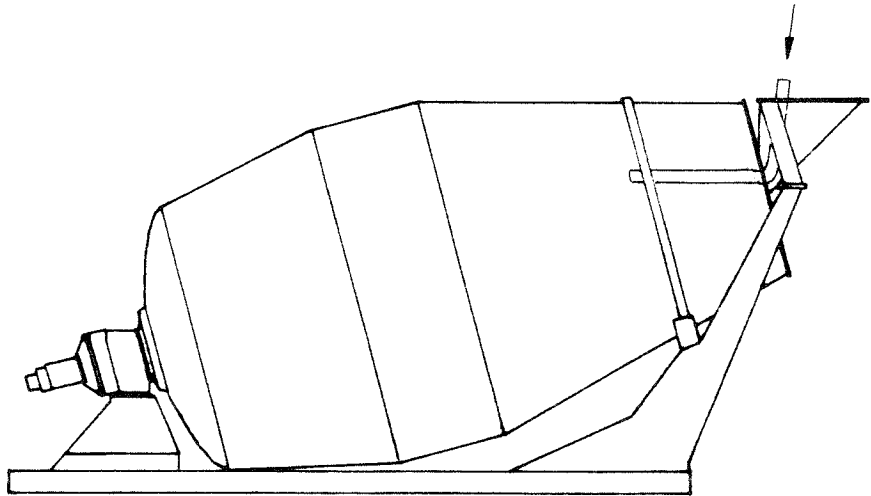


Abb. 8 Wasserzuführung Variante 2

Variante 3: Langes 2 1/2"-Rohr, das von oben durch die Mitte des Einlauftrichters geführt wurde und bis zum Übergang des zylindrischen Trommelteils in den hinteren Konus in die Mischtrommel hineinreichte.

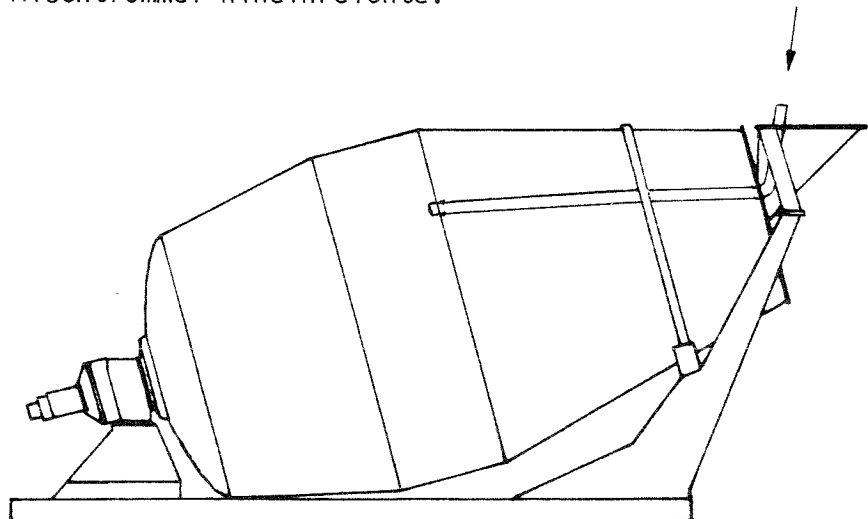


Abb. 9 Wasserzuführung Variante 3

Zum Befüllen der Mischtrommel mit Zuschlag, Zement und Wasser wurden durchschnittlich ca. 30 Trommeldrehungen benötigt, bei einer Trommeldrehzahl von 10 U/min. Die hierin enthaltene reine Wasserzugabezeit betrug beim Großteil der Versuche im Durchschnitt knapp 60 sec.

Bezogen auf den unverdichteten Frischbeton der Zusammensetzung PB 3, Konsistenzbereich K 2, Verdichtungsmaß von ca. 1,2, betrug der Füllungsgrad der Mischtrommel rund 58%.

6.3.2 Mischen

Die eigentliche Mischzeit begann erst nach Abschluß der Wasserzugabe. Es wurde die entsprechende Trommeldrehzahl eingestellt und die Anzahl der Trommeldrehungen mittels einer elektronischen Zähleinrichtung festgehalten.

Das Versuchsprogramm bestand aus folgenden Mischversuchen:

- | | |
|--|--|
| - Mit dem Prüfbeton PB 3
bei den 4 Mischdrehzahlen
auf die Mischdauer | 6 Mischversuche
16; 14; 10; 6 U/min
50; 100; 200 Umdrehungen |
| - mit dem PB 3 ZV (modifiziert)
bei der Mischdrehzahl
auf die Mischdauer | 1 Versuch
10 U/min.
200 Umdrehungen |
| - mit dem Prüfbeton PB 1
bei der Mischdrehzahl
auf die Mischdauer | 1 Versuch
10 U/min.
100 Umdrehungen |

6.3.3 Entleeren

Die Entnahmeeinrichtung bestand aus 6 fahrbaren Wannen zum Aufnehmen des gesamten Mischerinhaltes. Da aus versuchstechnischen Gründen die Wannen nicht vollständig mit Probebehältern vollgestellt werden konnten, waren je Wanne 18 Probebehälter, zusammengefaßt in jeweils 6-er-Gruppen, angeordnet.

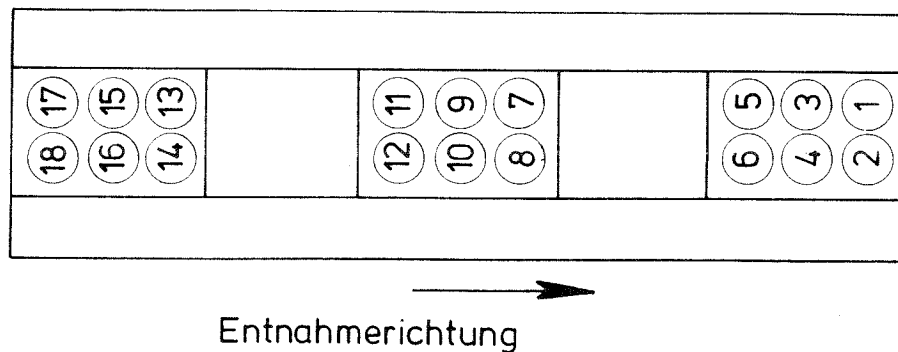


Abb. 10 Probenahme Fahrmischer durch nummerierte Behälter

Die Wannen mit den fortlaufend durchnummerierten Probebehältern wurden kontinuierlich unter der Schwenkschurre vorbeigezogen und möglichst gleichmäßig befüllt. Die Fallhöhe von der Schurre aus betrug ca. 20 cm.

Der Entleervorgang, der in Abb. 11 dargestellt ist, nahm im Mittel etwa 40 Umdrehungen in Anspruch und dauerte ungefähr 6 Minuten.

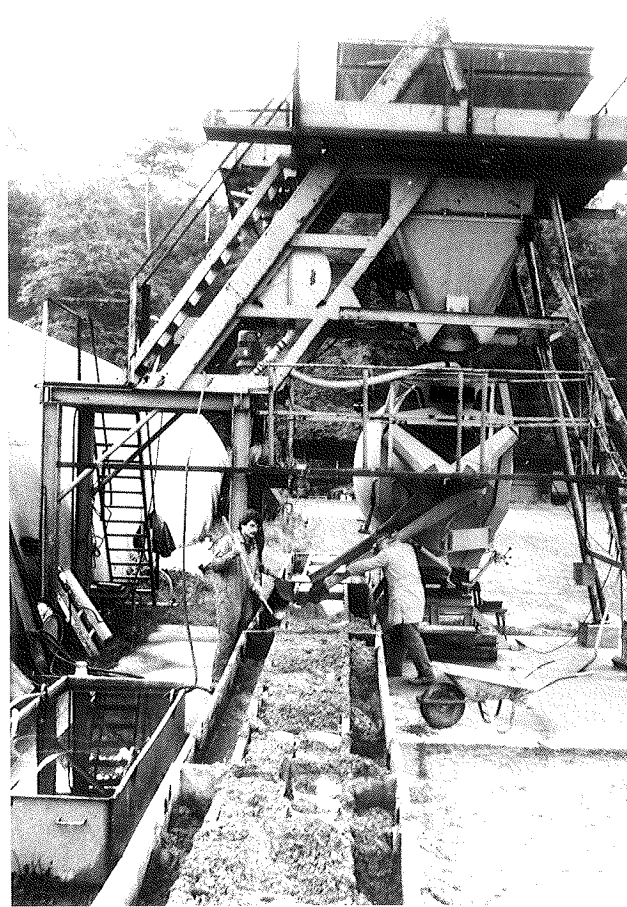


Abb. 11 Entleervorgang Fahrmischerversuch

6.3.4 Probenahme

Aus verfahrensökonomischen Gründen wurde auf einen jeweiligen Wiederholungsversuch verzichtet. Dafür wurde die Anzahl der Proben auf 2×30 erhöht. Aus jeder der 6 Wannen wurden jeweils 10 Probebehälter verteilt über die gesamte Entleerzeit, entnommen. Bevor die Probebehälter gewogen wurden, sind sie vorübergehend mit einem wasserdichten Deckel verschlossen und durch sorgfältiges Abspritzen von anhaftendem Beton gereinigt worden.

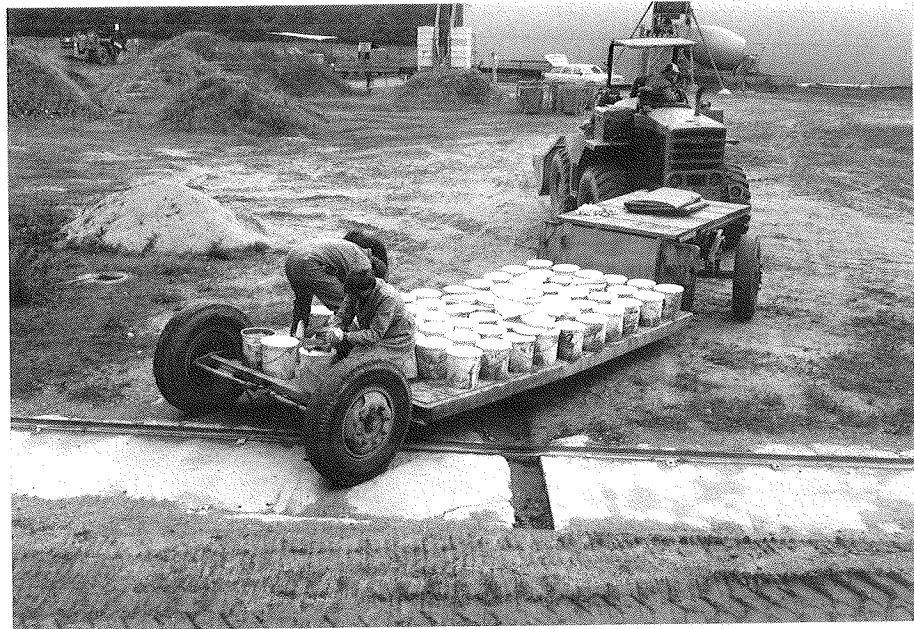


Abb. 12 Entnommene Probebehälter nach Fahrmischerversuchen

6.4 Bestimmung der Mischungsanteile

Das angewandte Verfahren zur Bestimmung der Mischungsanteile entsprach der im Entwurf der neuen Güterichtlinien für Betonmischer vorgeschlagenen, und bereits in der ersten Stufe dieses Forschungsvorhabens [2] praktizierten Methodik. Es wird an dieser Stelle nur kurz das grundsätzliche Verfahren beschrieben, näheres zeigen die Untersuchungen [3,4] auf. Der Wassergehalt wurde mit Hilfe des Darrverfahrens bestimmt.

6.4.1 Darrverfahren

Hierzu wurde der Frischbeton aus dem Probebehälter in eine Blechwanne entleert und mit einer unter der Blechwanne befindlichen Gasflamme gedarrt. Die getrocknete Probe wurde nach dem Abkühlen zur Bestimmung des Wassergehaltes erneut gewogen.

6.4.2 Auswaschversuch

Die Bestimmung des Mehlkorngehaltes und der Körnungsanteile erfolgte in einer Auswaschanlage gemäß Abb. 13.

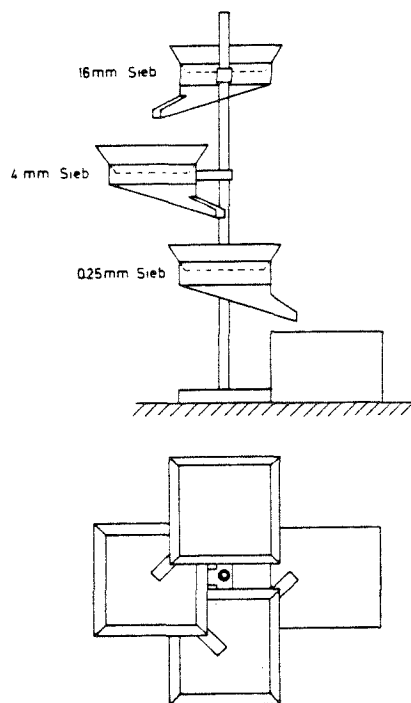


Abb. 13 Auswaschanlage

Über den Prüfsiebenen von 16 mm, 4 mm und 0,25 mm werden die Proben ausgewaschen, wobei das Waschwasser aufgefangen und abfiltriert wird. Der gesammelte Zuschlag ($\phi > 0,25$ mm), sowie das Filtrat ($\phi < 0,25$ mm) werden getrocknet und der Zuschlag entsprechend den vorgesehenen Güte-merkmalen abgeseibt und gewogen. Das Filtrat ergibt die Masse des Mehlkorns.

7. Beurteilungskriterien

Zur Beurteilung der Mischwirkung wurden absprachegemäß in Anlehnung an den Entwurf der neuen Güterichtlinien für Betonmischer folgende Probenmerkmale gewählt:

1. Wassergehalt
2. Mehlkorngesamt, $\phi < 0,25$ mm
3. Gehalt der Fraktion $\phi 2 - 16$ mm
4. Gehalt der Fraktion $\phi > 16$ mm

Die Gleichmäßigkeit des Mischgutes wird durch Vergleich dieser in den Proben enthaltenen Mischungsanteile beschrieben. Je geringer die Abweichungen der jeweiligen Mischungsanteile in den einzelnen Proben vom Mittelwert des aus den 20 bzw. 30 Proben errechneten Anteils sind, und je kleiner der Variationskoeffizient ist, desto gleichmäßiger stellt sich das Gemisch dar. Zur Kennzeichnung der Gleichmäßigkeit der vorhin genannten Merkmale, als Maß für die Streuung der Bestandteile in den Proben und ihrer Verhältnisse zueinander wird die Standardabweichung bzw. der Variationskoeffizient verwendet.

Anzahl der Proben	:	n
Wert der Einzelproben	:	x_i
Arithmetischer Mittelwert	:	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$

Standardabweichung	:	$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$
--------------------	---	---

Variationskoeffizient	:	$v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 [\%]$
-----------------------	---	--

Alle Ergebnisse wurden entsprechend den Empfehlungen des Beratergremiums ohne Eliminierung von Ausreißern dargestellt.

8. Darstellung der Versuchsergebnisse für Anlagenmischer

Die untersuchten Mischer sind in die Größenklassen < 750 ltr., 750 bis 1000 ltr. und 1000 bis 2000 ltr. eingeteilt. Die Abbildungen 14 bis 33 geben die jeweiligen Einzelergebnisse für jeden Mischversuch wieder.

Die Darstellungen umfassen sowohl die Versuchsergebnisse mit dem Prüfbeton PB 3, als auch die Ergebnisse für den Prüfbeton PB 3 ZV und PB 1.

Die einzelnen Prüfbetone sind entsprechend gekennzeichnet:

- - Versuche mit Prüfbeton PB 3
- o - Versuche mit Prüfbeton PB 3 ZV
- ⊙ - Versuche mit Prüfbeton PB 1

Zu Beginn der jeweiligen Abschnitte sind die Versuchsergebnisse in den Tabellen 4 - 8 mit Mittelwert, Standardabweichung und Variationskoeffizient zusammenfassend wiedergegeben.

Die Reihenfolge der Darstellung beginnt jeweils mit den Ergebnissen der Wasserverteilung, daran anschließend erfolgen der Mehlkorngesamt und die Fraktionen 2/16 sowie 16/32.

Die Mischsysteme sind absprachegemäß nur mit einer Numerierung versehen. Die Numerierung wurde willkürlich ausgewählt und stellt keine Einordnung oder Wertung dar.

8.1 Trommelmischer Füllmenge 500 ltr.

8.1.1 Mischsystem 1

Prüf- beton	Misch- zeit	Fraktion	M I S C H S Y S T E M 1					
			Versuch 1			Versuch 2		
			M	S	V	M	S	V
Pb 3	30 sec	16/32	8,6	1,38	16,1	7,7	1,59	20,6
		2/16	34,8	1,32	3,8	35,4	1,56	4,4
		Mehlkorn	13,0	1,08	8,3	13,6	1,17	8,6
		Wasser	8,2	0,39	4,8	8,5	0,46	5,5
Pb 3	60 sec	16/32	9,2	1,53	16,6	7,2	1,76	24,5
		2/16	34,9	0,87	2,5	36,2	1,09	3,0
		Mehlkorn	13,6	0,94	6,9	13,4	1,11	8,3
		Wasser	7,7	0,47	6,1	8,6	0,46	5,5
Pb 3	180 sec	16/32	9,0	1,31	14,5	8,1	1,78	22,0
		2/16	34,8	0,77	2,2	35,6	0,85	2,4
		Mehlkorn	14,0	1,27	9,1	14,1	0,93	6,6
		Wasser	8,6	0,18	2,1	8,6	0,16	1,9
Pb 3 ZV	60 sec	16/32	7,4	0,97	13,1			
		2/16	33,8	0,81	2,4			
		Mehlkorn	16,4	1,07	6,5			
		Wasser	9,0	0,20	2,2			
Pb 1	60 sec	16/32	40,7	2,40	5,9			
		2/16	-	-	-			
		Mehlkorn	19,7	0,93	4,7			
		Wasser	8,5	0,36	4,2			

Tab. 4 Trommelmischer Mischsystem 1

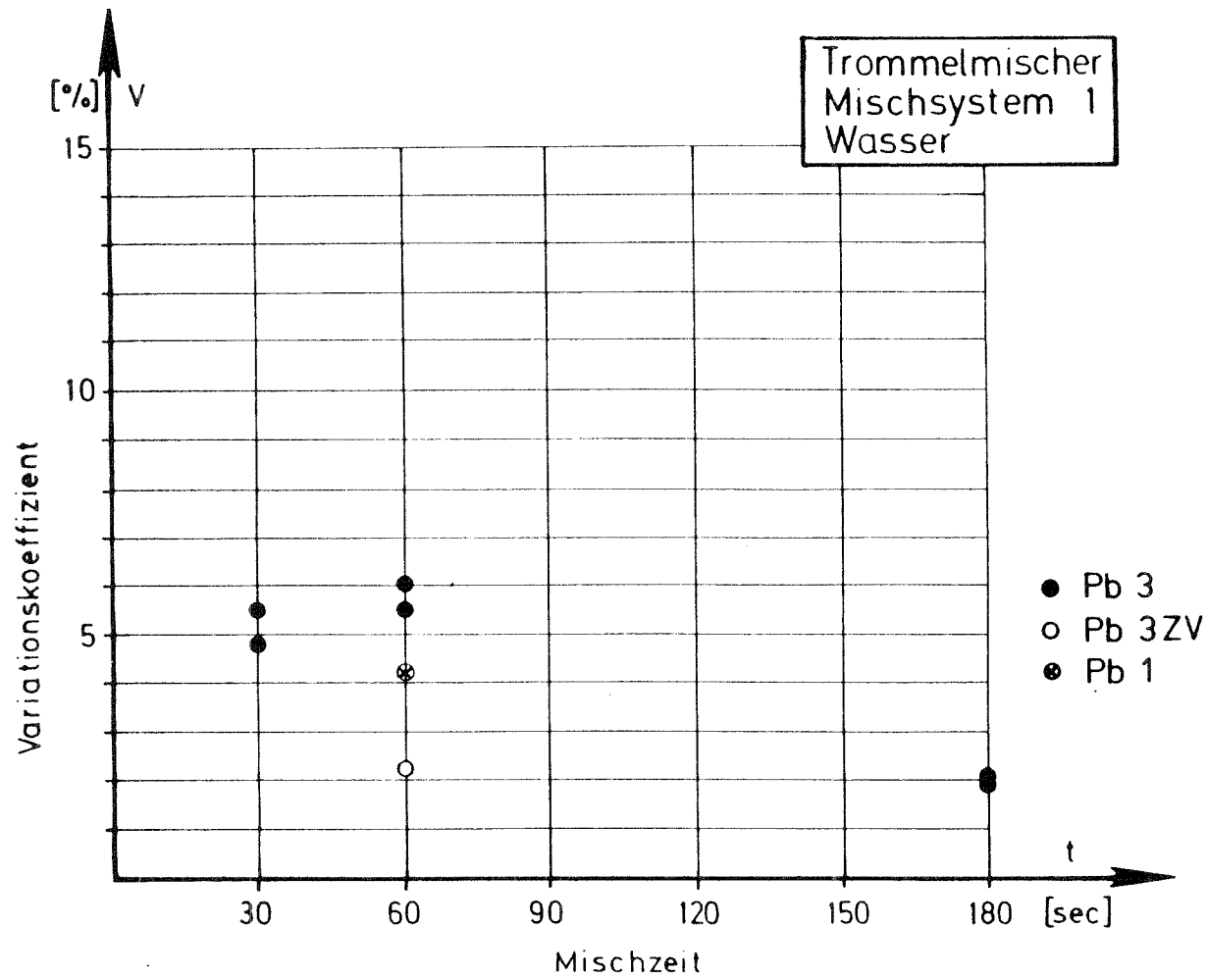


Abb. 14 Trommelmischer Füllmenge 500 ltr.
- Wassergehalt

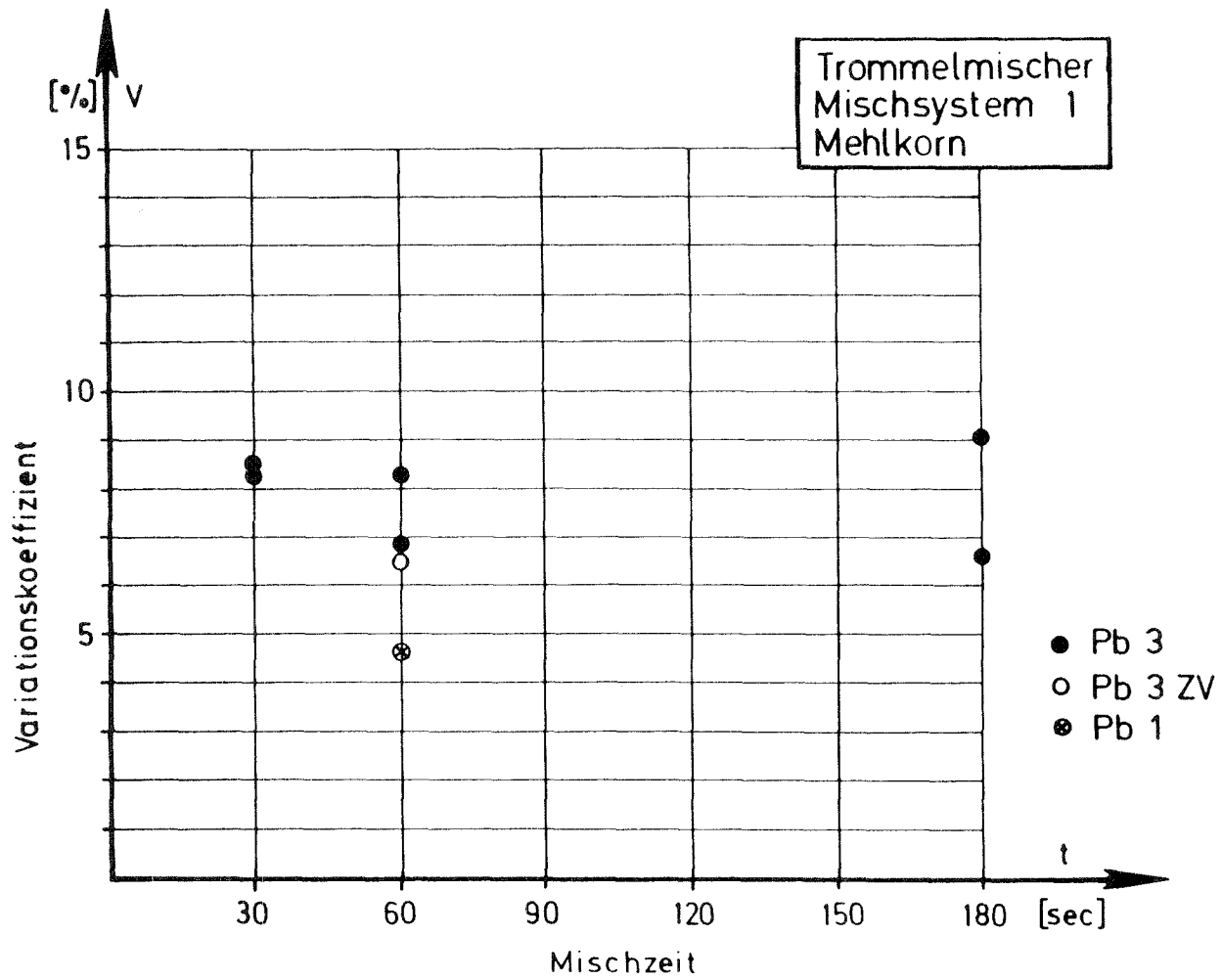


Abb. 15 Trommelmischer Füllmenge 500 ltr.
- Mehlkorngelalt

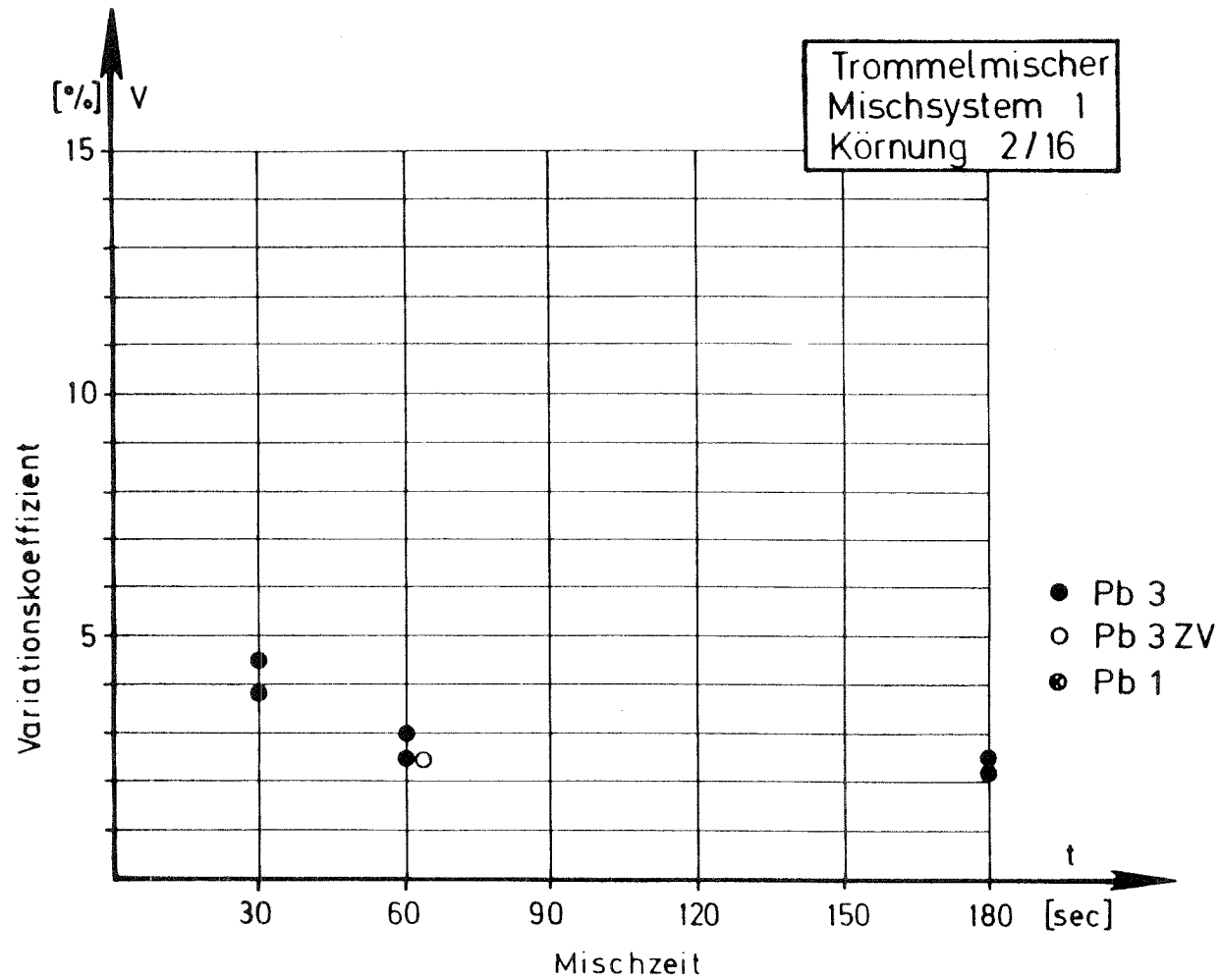


Abb. 16 Trommelmischer Füllmenge 500 ltr.
- Körnung 2/16

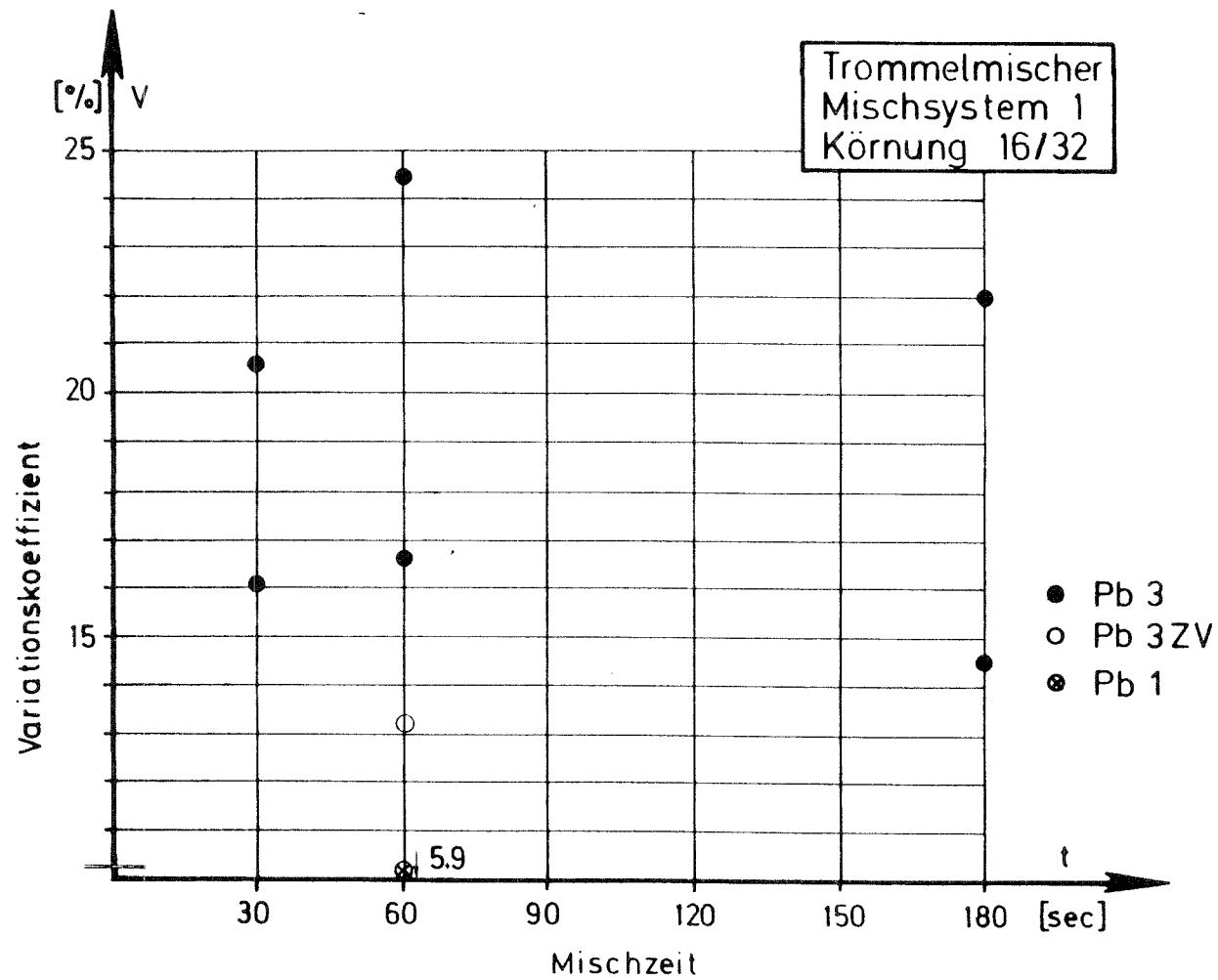


Abb. 17 Trommelmischer Füllmenge 500 ltr.
- Körnung 16/32

8.2 Tellerischer Füllmenge 750 - 1000 ltr.

8.2.1 Mischsystem 2

Prüf- beton	Misch- zeit	Fraktion	M I S C H S Y S T E M 2					
			Versuch 1			Versuch 2		
			M	S	V	M	S	V
Pb 3	30 sec	16/32	9,0	1,78	19,8	8,9	2,08	23,4
		2/16	33,1	1,42	4,3	33,5	0,94	2,8
		Mehlkorn	14,4	0,78	5,4	14,5	0,93	6,4
		Wasser	7,9	0,93	11,8	7,9	0,91	11,5
Pb 3	60 sec	16/32	8,2	2,07	25,3	9,3	2,36	25,4
		2/16	34,0	0,82	2,4	33,0	1,58	4,8
		Mehlkorn	14,9	0,63	4,2	14,3	0,54	3,8
		Wasser	7,9	0,61	7,7	7,5	0,43	5,7
Pb 3	180 sec	16/32						
		2/16						
		Mehlkorn						
		Wasser						
Pb 3 ZV	60 sec	16/32						
		2/16						
		Mehlkorn						
		Wasser						
Pb 1	60 sec	16/32						
		2/16						
		Mehlkorn						
		Wasser						

Tab. 5 Tellerischer Mischsystem 2

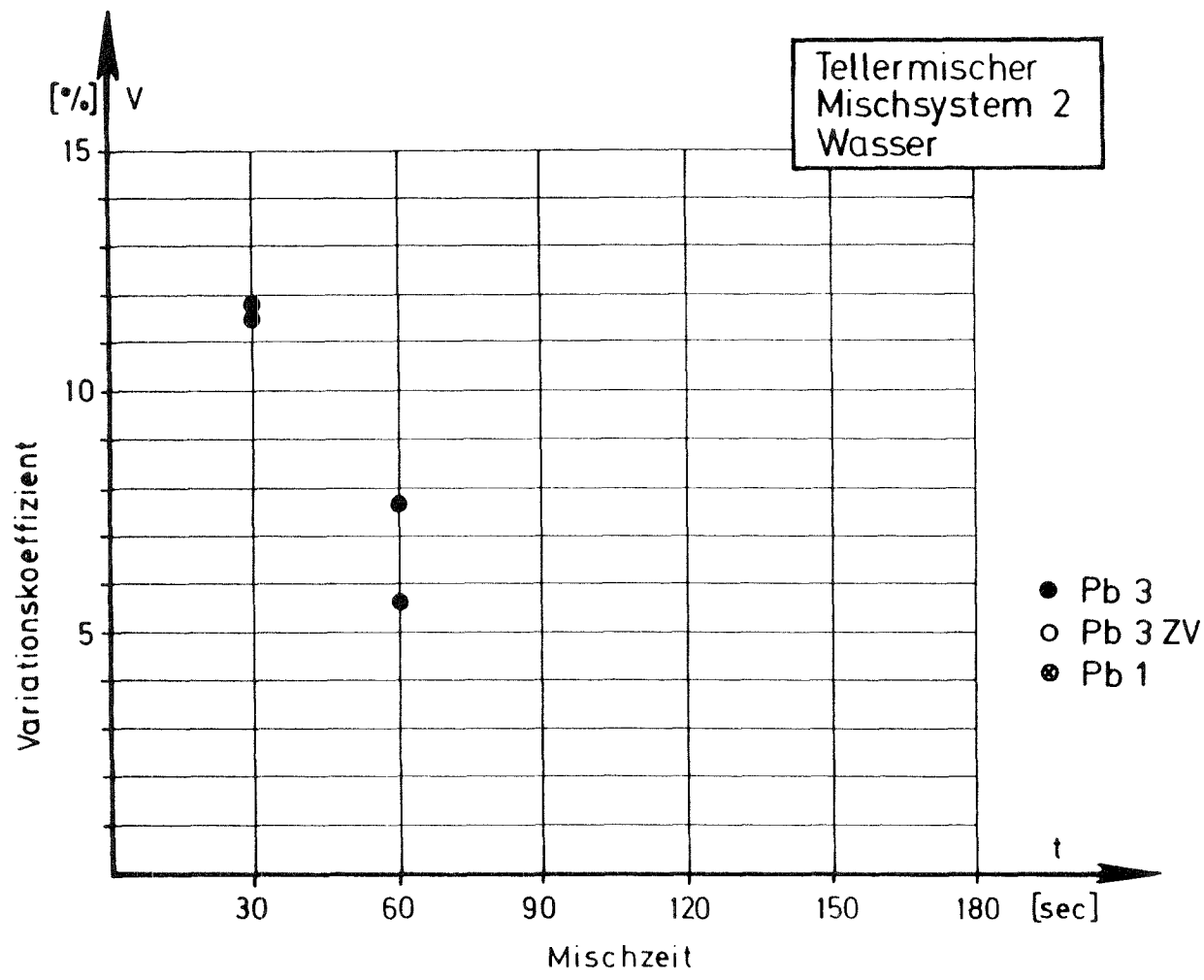


Abb. 18 Tellerischer Füllmenge 750 - 1000 ltr.
- Wassergehalt

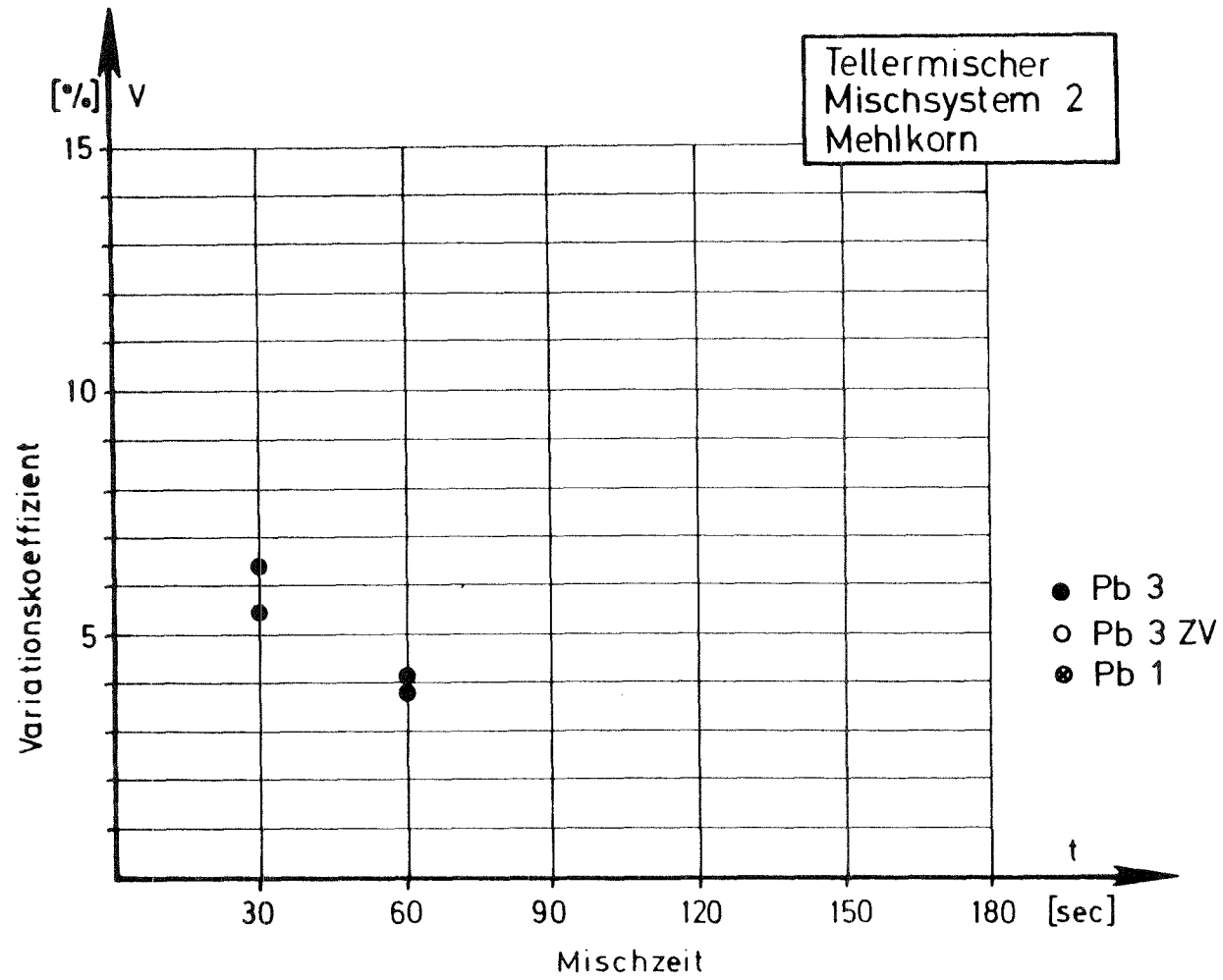


Abb. 19 Tellermischer Füllmenge 750 - 1000 ltr.
- Mehlkorngelalt

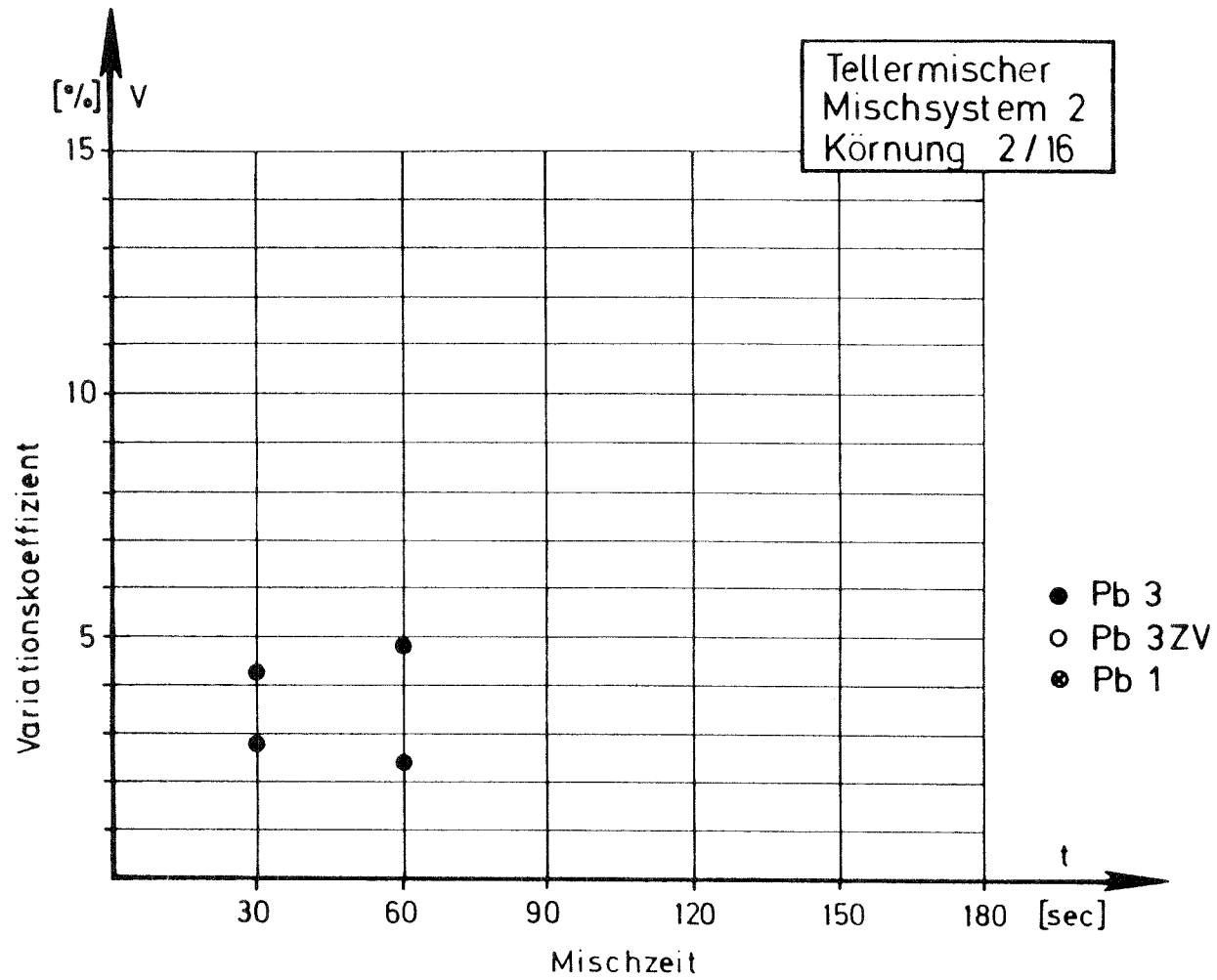


Abb. 20 Tellerischer Füllmenge 750 - 1000 ltr.
- Körnung 2/16

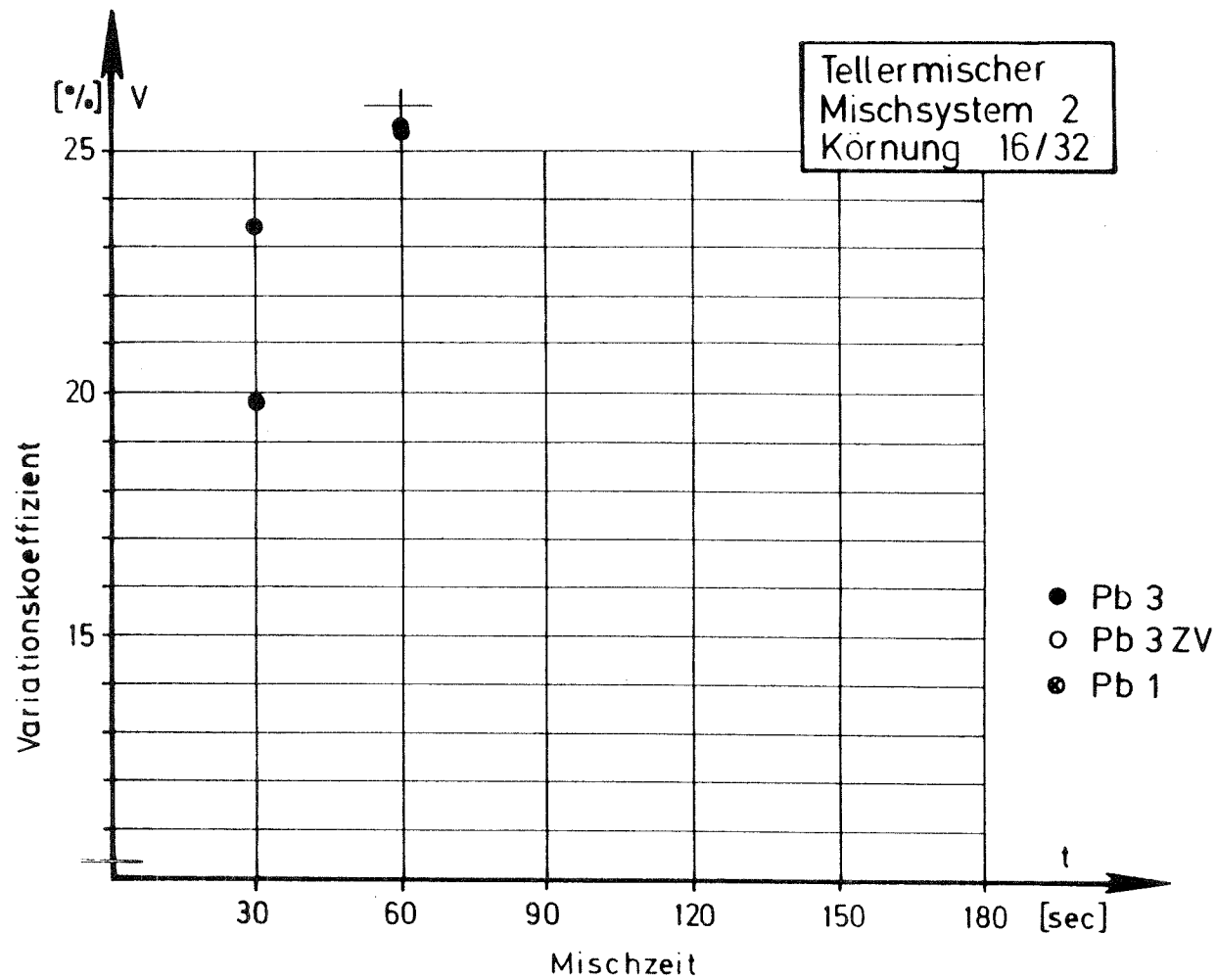


Abb. 21 Tellerischer Füllmenge 750 - 1000 ltr.
- Körnung 16/32

8.3 Trogmischer Füllmenge 1000 - 2000 ltr.

8.3.1 Mischsystem 3

Prüf- beton	Misch- zeit	Fraktion	M I S C H S Y S T E M 3					
			Versuch 1			Versuch 2		
			M	S	V	M	S	V
Pb 3	30 sec	16/32	9,9	1,28	12,9	9,2	1,12	12,2
		2/16	31,4	0,63	2,0	31,6	0,79	2,5
		Mehlkorn	14,7	0,51	3,5	14,5	0,94	6,5
		Wasser	9,0	0,24	2,7	8,8	0,37	4,2
Pb 3	60 sec	16/32	9,2	1,07	11,6	9,5	0,96	10,1
		2/16	31,7	0,67	2,1	31,4	0,66	2,1
		Mehlkorn	15,4	0,85	5,5	15,2	0,35	2,3
		Wasser	8,2	0,23	2,8	9,0	0,20	2,2
Pb 3	180 sec	16/32	9,3	1,47	15,8	9,0	1,03	11,4
		2/16	31,7	0,92	2,9	31,5	0,85	2,7
		Mehlkorn	14,7	0,34	2,3	15,1	1,03	6,8
		Wasser	9,0	0,20	2,2	9,1	0,25	2,7
Pb 3 ZV	60 sec	16/32	8,7	0,97	11,2			
		2/16	30,9	0,59	1,9			
		Mehlkorn	20,1	0,66	3,3			
		Wasser	8,6	0,21	2,4			
Pb 1	60 sec	16/32	39,9	2,35	5,9			
		2/16	-	-	-			
		Mehlkorn	19,3	0,62	3,2			
		Wasser	8,3	0,28	3,4			

Tab. 6 Trogmischer Mischsystem 3

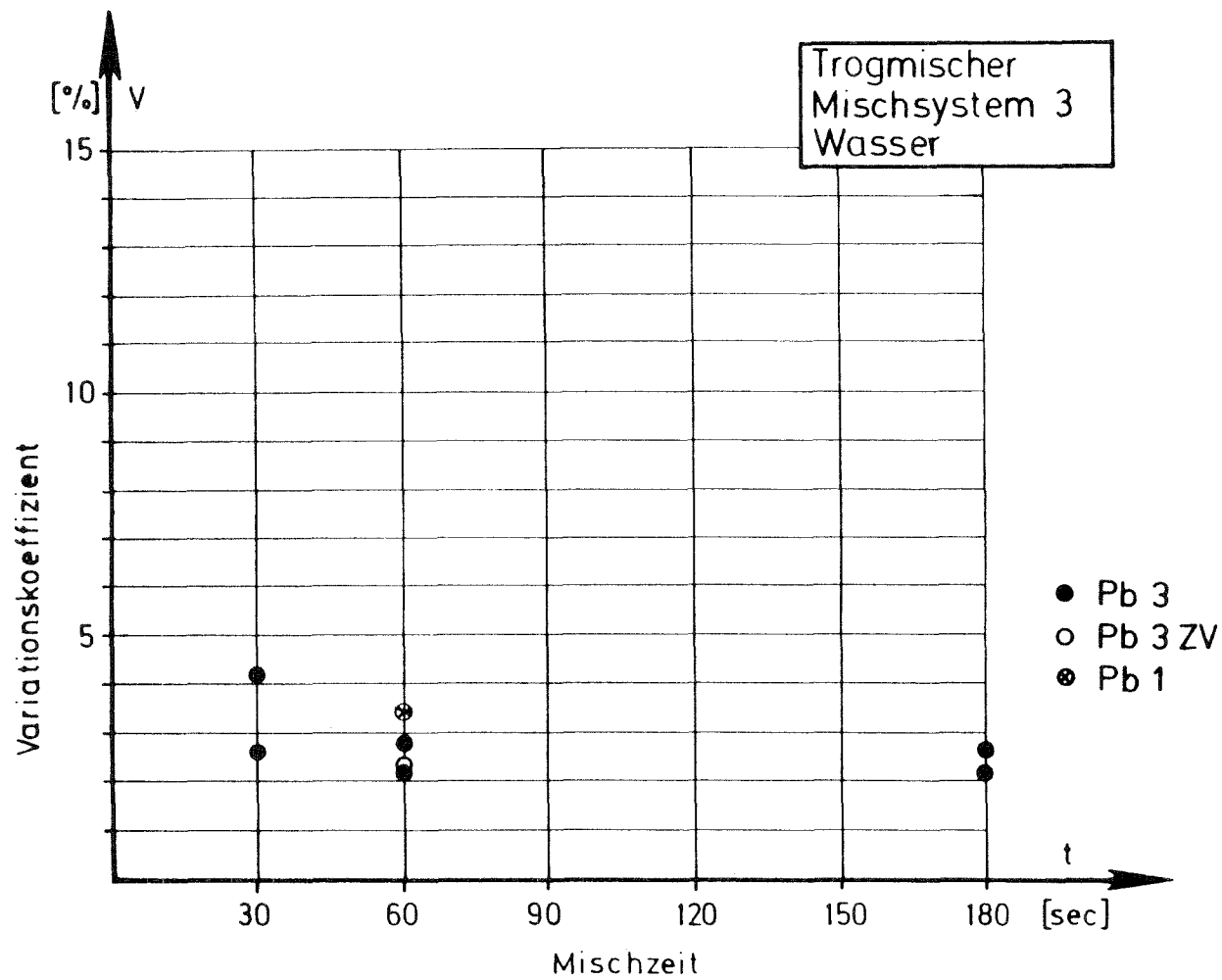


Abb. 22 Trogmischer Füllmenge 1000 - 2000 ltr.
- Wassergehalt

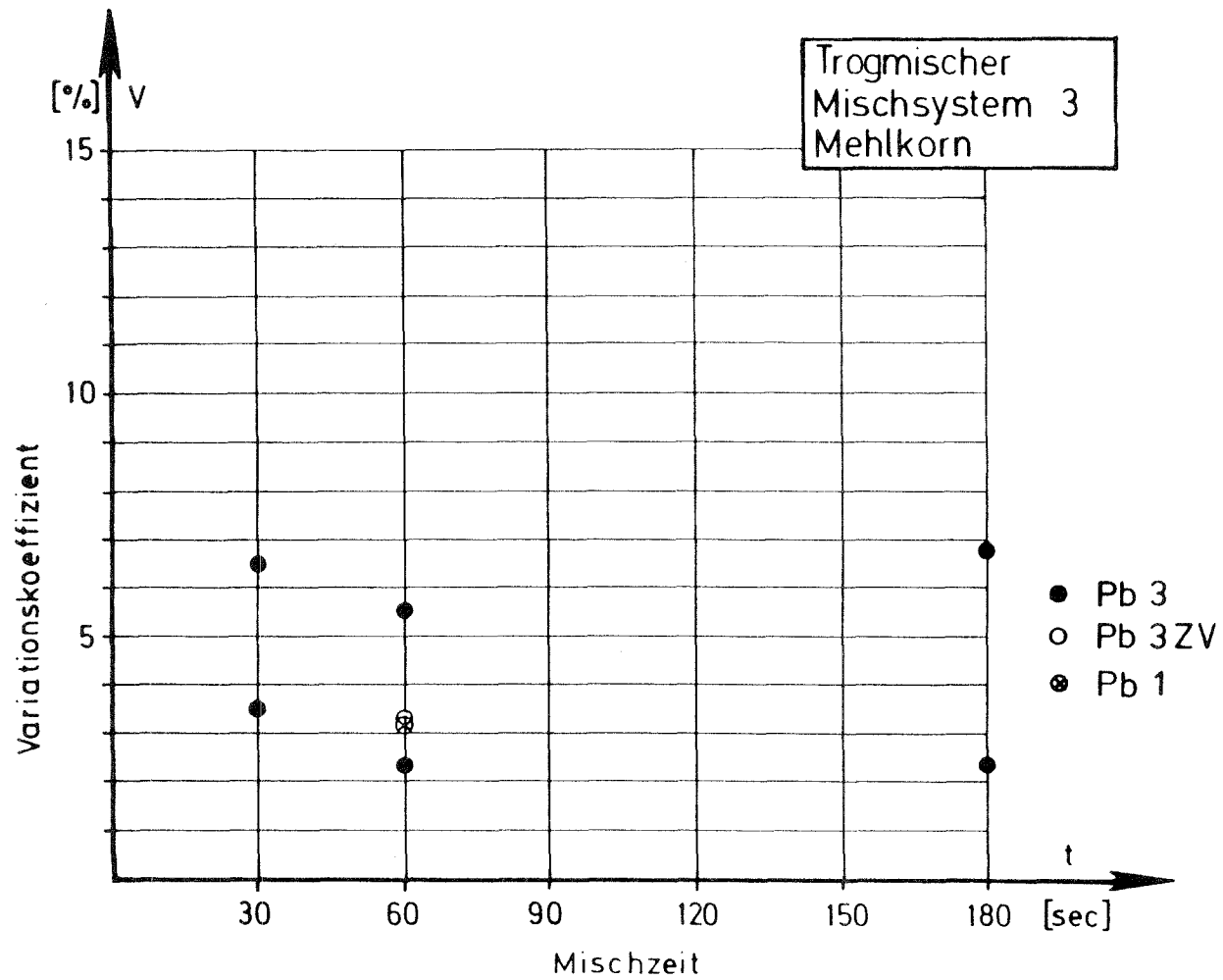


Abb. 23 Trogmischer Füllmenge 1000 - 2000 ltr.
- Mehlkorngelalt

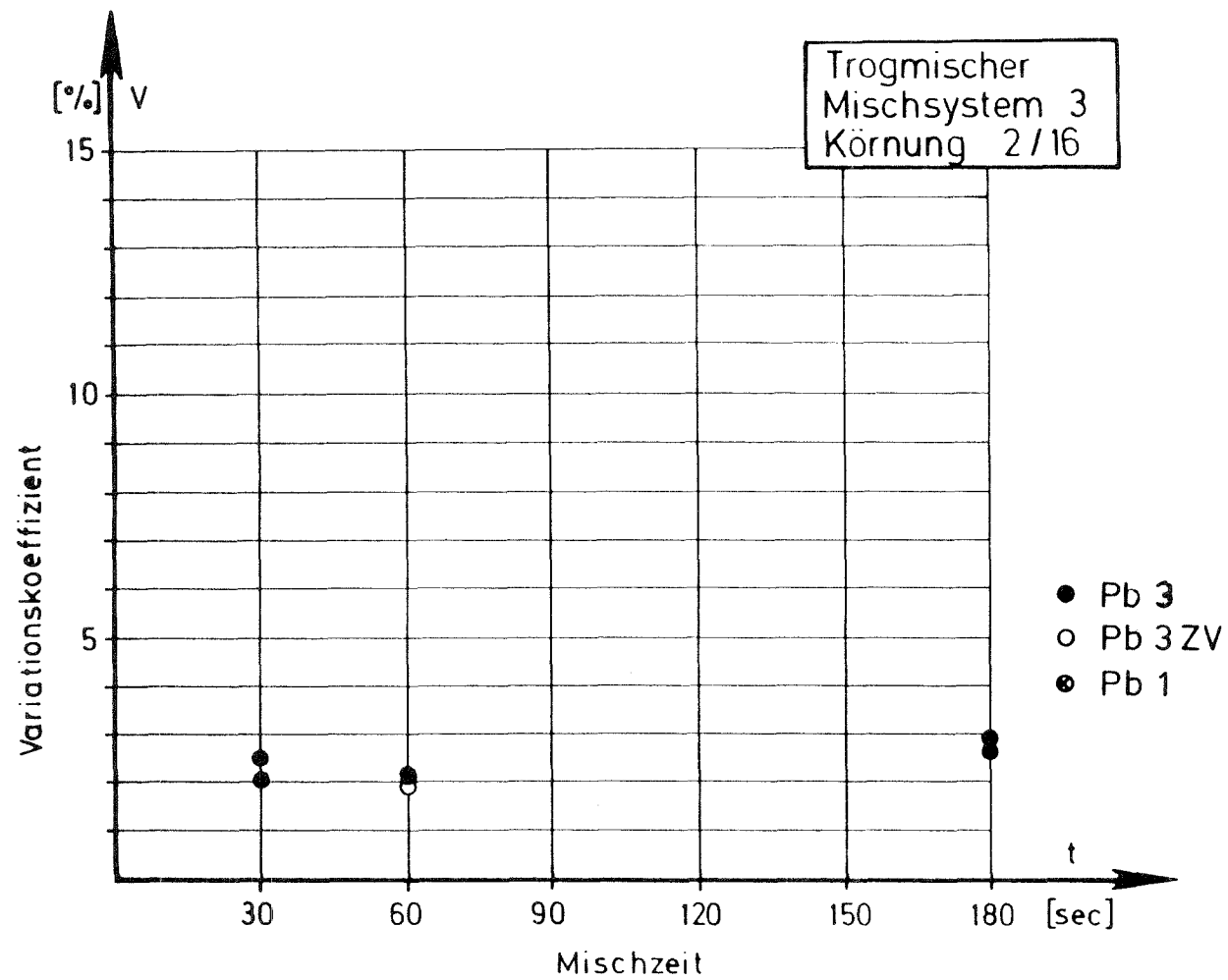


Abb. 24 Trochmischer Füllmenge 1000 - 2000 ltr.
- Körnung 2/16

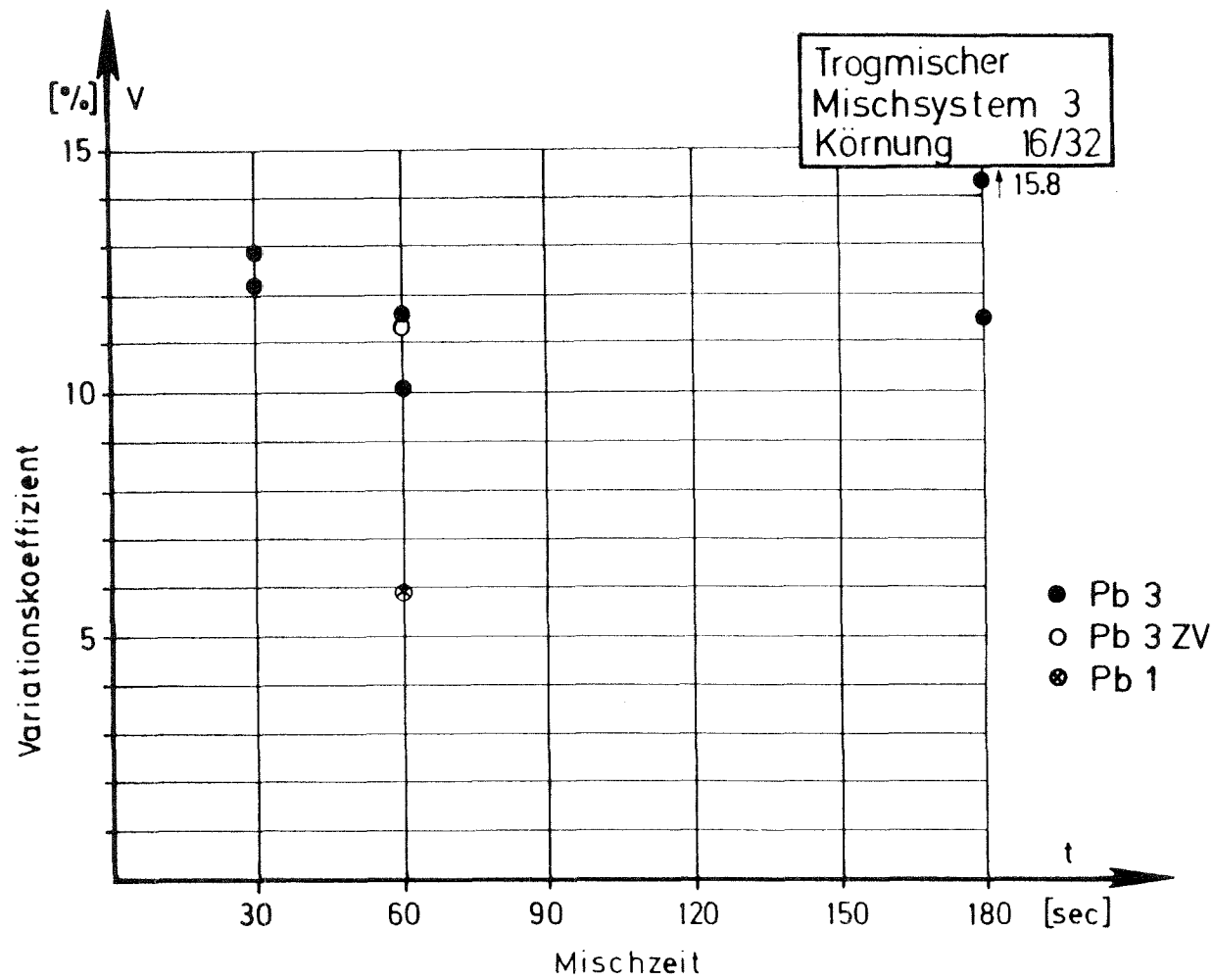


Abb. 25 Trogmischer Füllmenge 1000 - 2000 ltr.
 - Körnung 16/32

8.3.2 Mischsystem 4

Prüf- beton	Misch- zeit	Fraktion	M I S C H S Y S T E M 4					
			Versuch 1			Versuch 2		
			M	S	V	M	S	V
Pb 3	30 sec	16/32	8,6	1,10	12,8	8,9	0,85	9,6
		2/16	32,2	1,35	4,2	32,7	0,75	2,3
		Mehlkorn	14,9	1,27	8,5	15,0	1,14	7,6
		Wasser	8,3	0,67	8,1	8,6	0,42	4,9
Pb 3	60 sec	16/32	9,2	1,57	17,1	9,0	1,22	13,6
		2/16	34,5	1,0	2,9	32,6	1,01	3,1
		Mehlkorn	14,3	0,4	2,8	14,9	0,51	3,4
		Wasser	7,6	0,5	6,6	8,3	0,57	6,9
Pb 3	180 sec	16/32	9,1	1,0	11,0	8,9	1,35	15,2
		2/16	32,8	0,46	1,4	32,6	0,84	2,6
		Mehlkorn	15,1	0,51	3,4	15,4	0,48	3,1
		Wasser	8,6	0,28	3,2	8,6	0,19	2,2
Pb 3 ZV	60 sec	16/32	8,6	1,07	12,4			
		2/16	30,9	0,68	2,2			
		Mehlkorn	19,6	1,29	6,6			
		Wasser	9,5	0,22	2,3			
Pb 1	60 sec	16/32	40,2	1,13	2,8			
		2/16	-	-	-			
		Mehlkorn	17,6	0,42	2,4			
		Wasser	8,2	0,32	3,9			

Tab. 7 Trogmischer Mischsystem 4

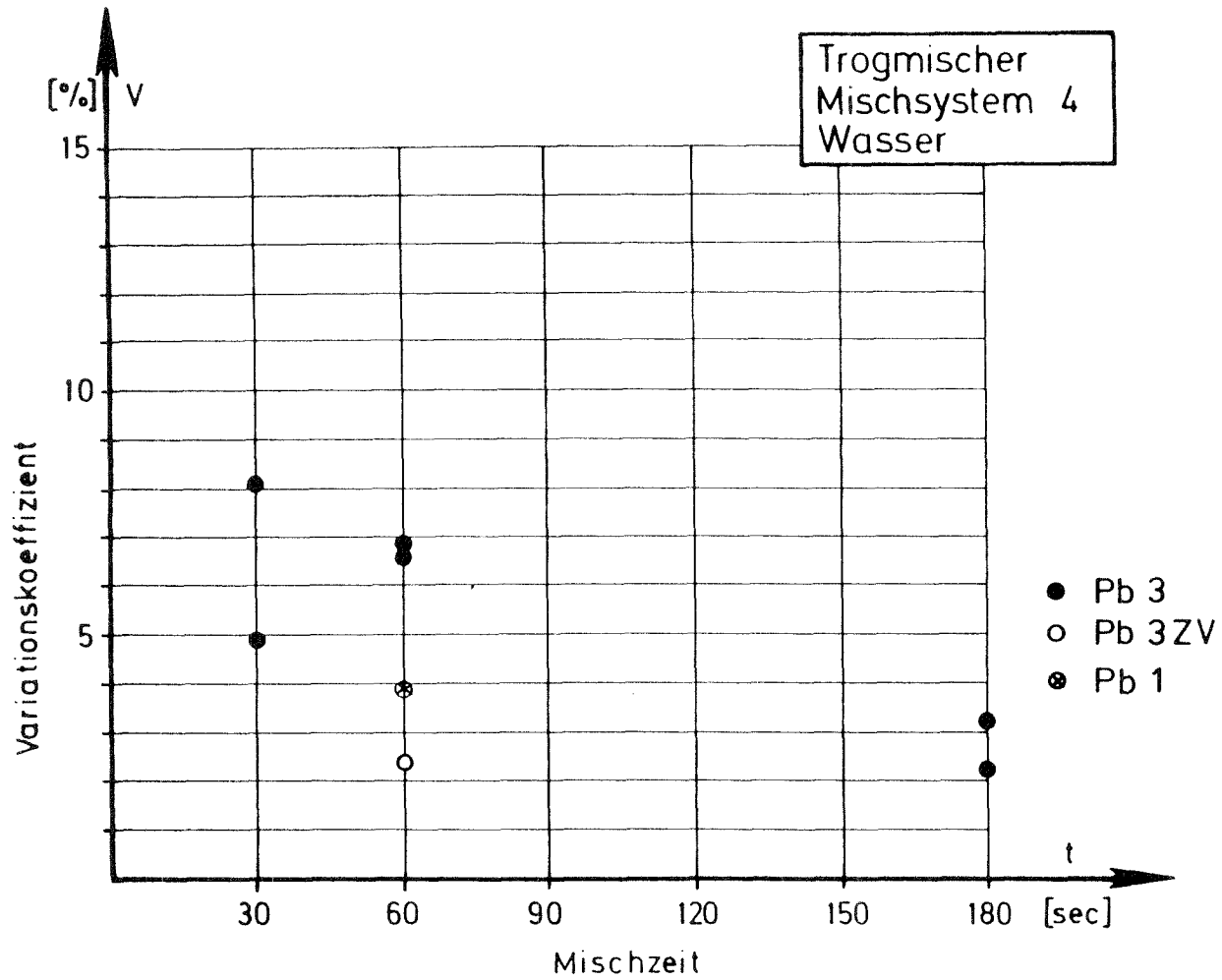


Abb. 26 Trogmischer Füllmenge 1000 - 2000 ltr.
- Wassergehalt

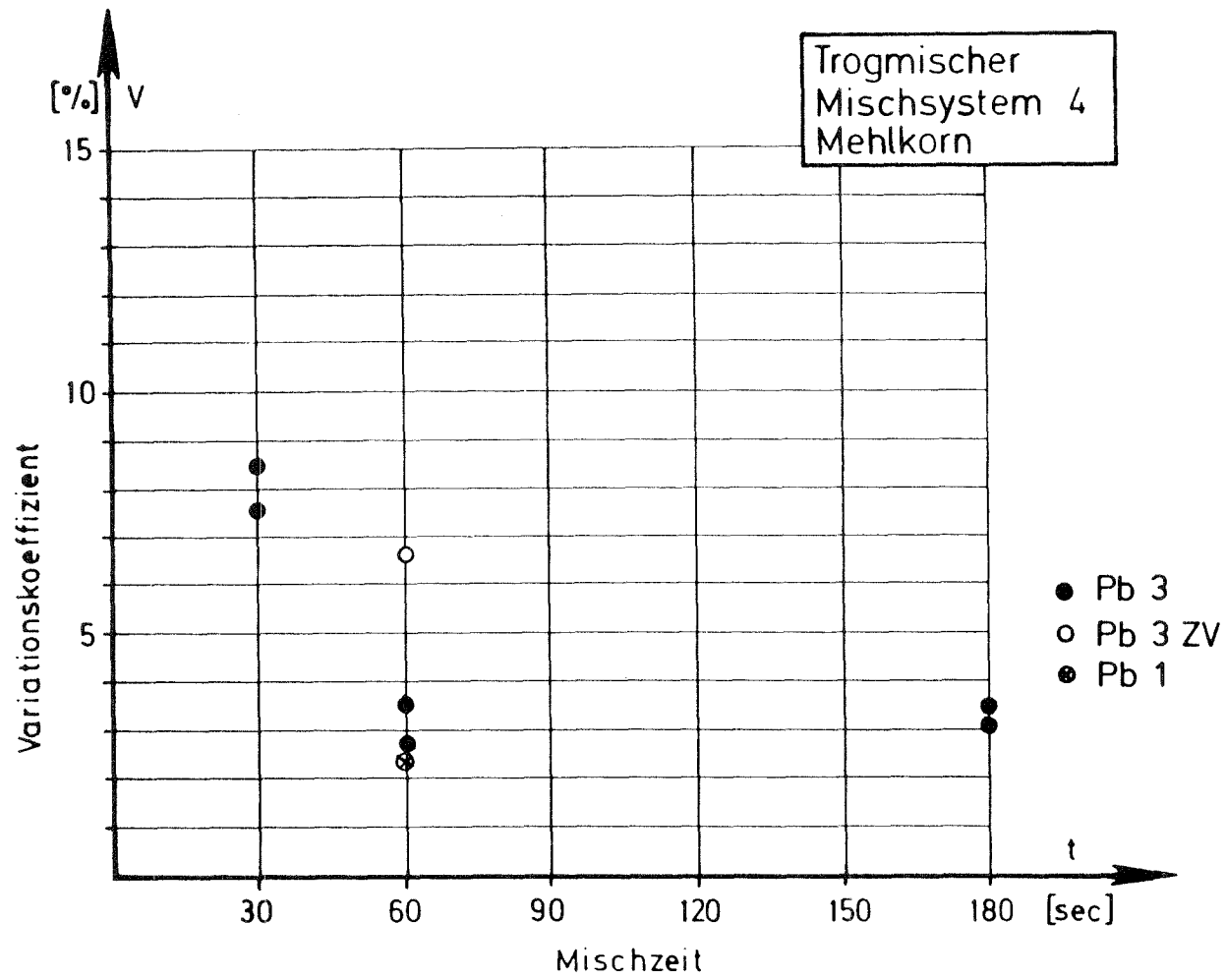


Abb. 27 Trogmischer Füllmenge 1000 - 2000 ltr.
- Mehlkorngehalt

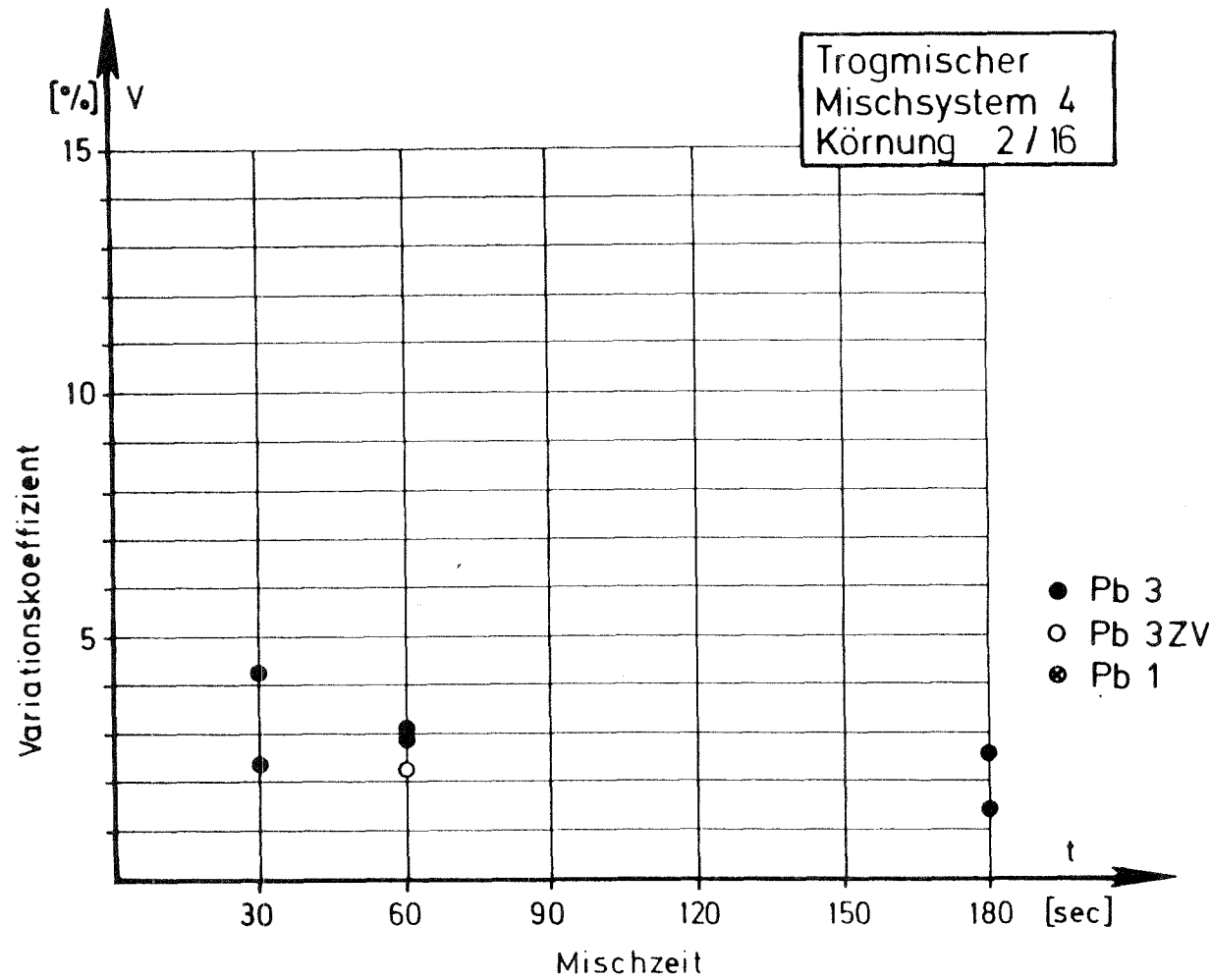


Abb. 28 Trogmischer Füllmenge 1000 - 2000 ltr.
- Körnung 2/16

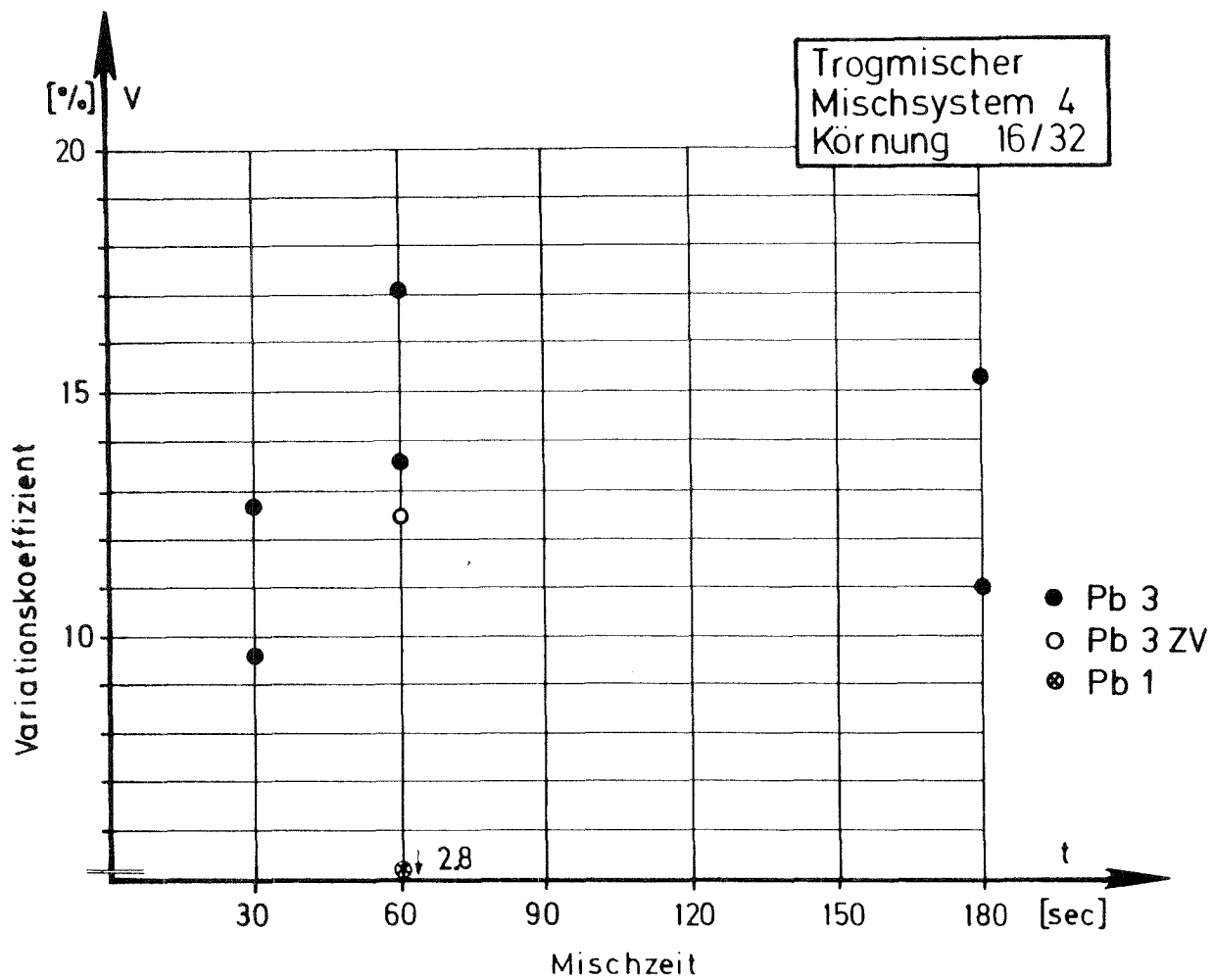


Abb. 29 Trogmischer Füllmenge 1000 - 2000 ltr.
- Körnung 16/32

8.3.3 Mischsystem 5

Prüf- beton	Misch- zeit	Fraktion	M I S C H S Y S T E M 5					
			Versuch 1			Versuch 2		
			M	S	V	M	S	V
Pb 3	30 sec	16/32	9,1	1,34	14,7	8,9	1,58	17,8
		2/16	34,2	0,99	2,9	33,7	1,31	3,9
		Mehlkorn	13,0	0,87	6,7	13,5	0,89	6,6
		Wasser	9,5	0,36	3,8	8,5	0,40	4,7
Pb 3	60 sec	16/32	7,5	1,15	15,3	9,8	1,90	19,4
		2/16	34,3	0,89	2,6	34,0	0,95	2,8
		Mehlkorn	12,9	0,52	4,0	13,2	0,45	3,4
		Wasser	7,9	0,24	3,1	7,8	0,18	2,3
Pb 3	180 sec	16/32	7,8	1,23	15,8	9,0	1,94	21,6
		2/16	33,8	1,15	3,4	34,4	0,96	2,8
		Mehlkorn	13,6	0,78	5,7	13,0	0,78	6,0
		Wasser	9,0	0,19	2,1	8,2	0,18	2,2
Pb 3 ZV	60 sec	16/32						
		2/16						
		Mehlkorn						
		Wasser						
Pb 1	60 sec	16/32						
		2/16						
		Mehlkorn						
		Wasser						

Tab. 8 Trogmischer Mischsystem 5

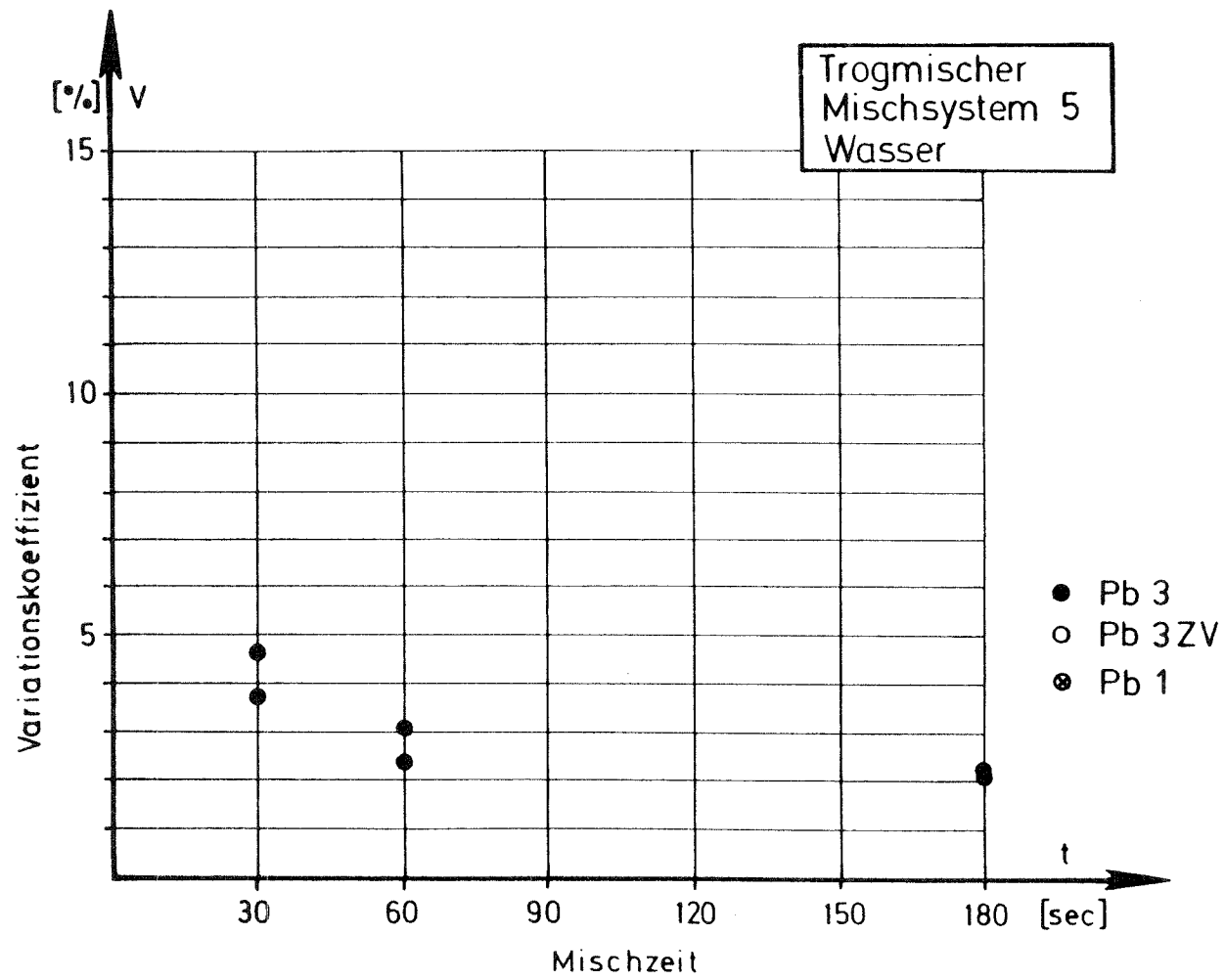


Abb. 3o Trogmischer Füllmenge 1000 - 2000 ltr.
- Wassergehalt

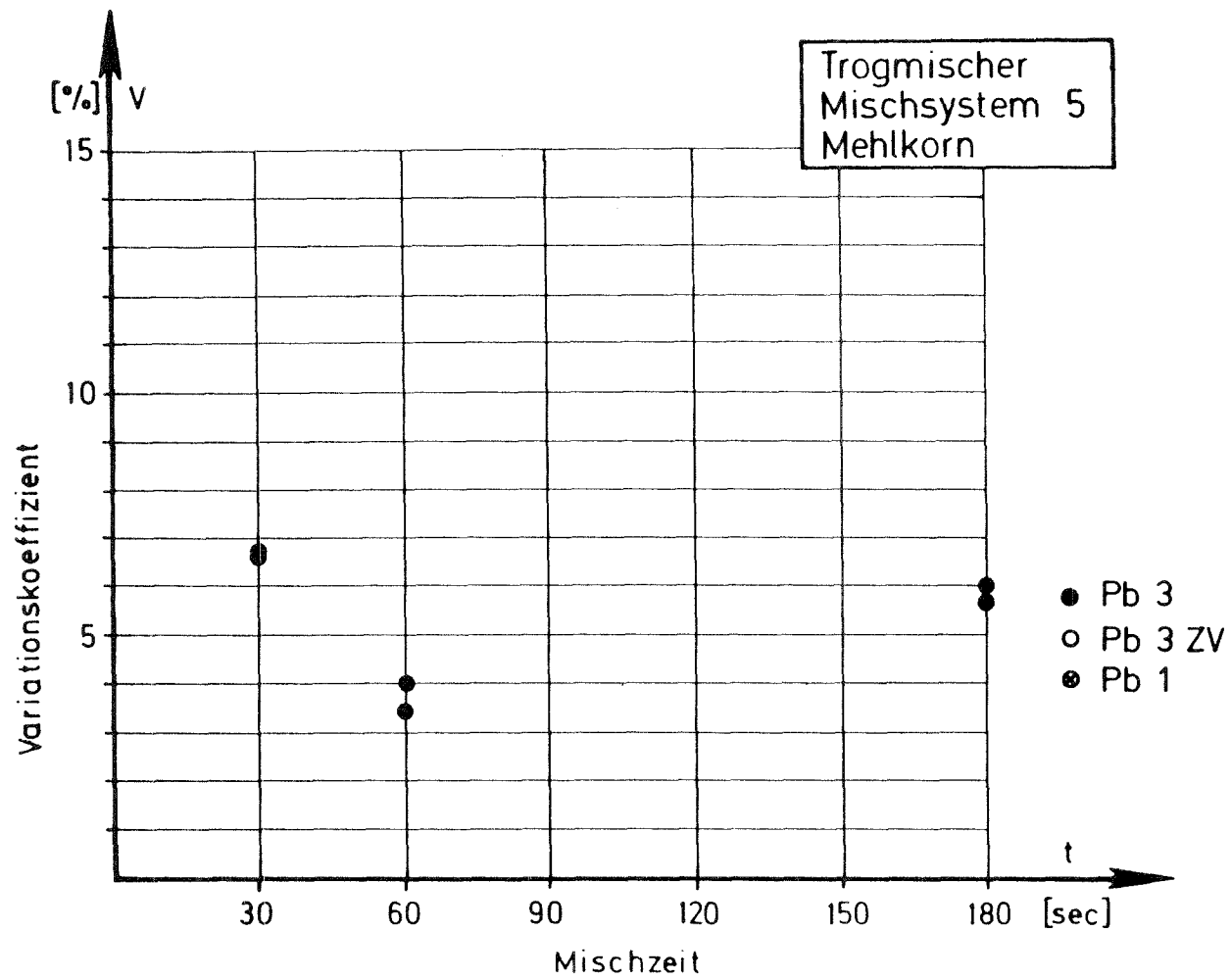


Abb. 31 Trogmischer Füllmenge 1000 - 2000 ltr.
- Mehlkorngelalt

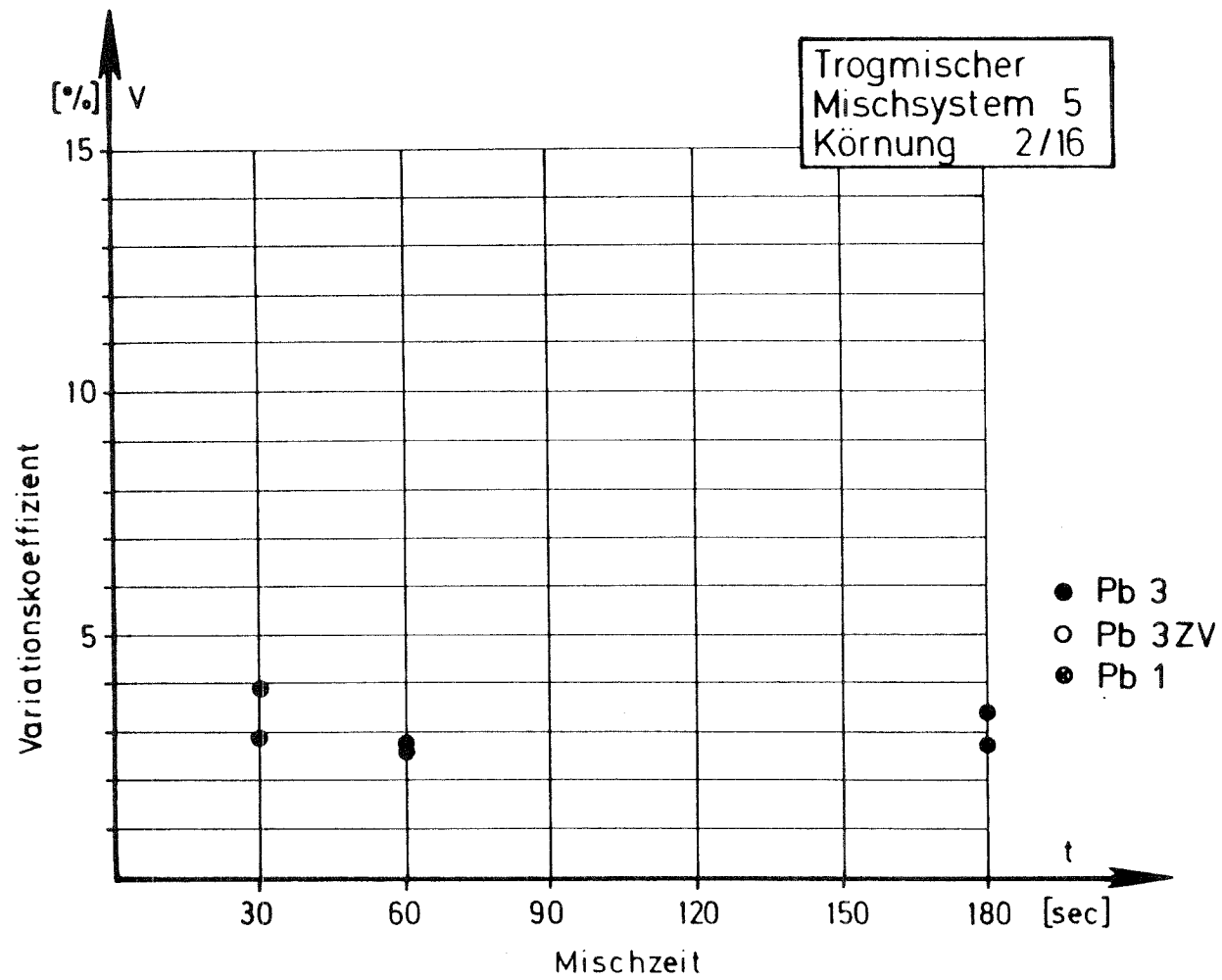


Abb. 32 Trogmischer Füllmenge 1000 - 2000 ltr.
 - Körnung 2/16

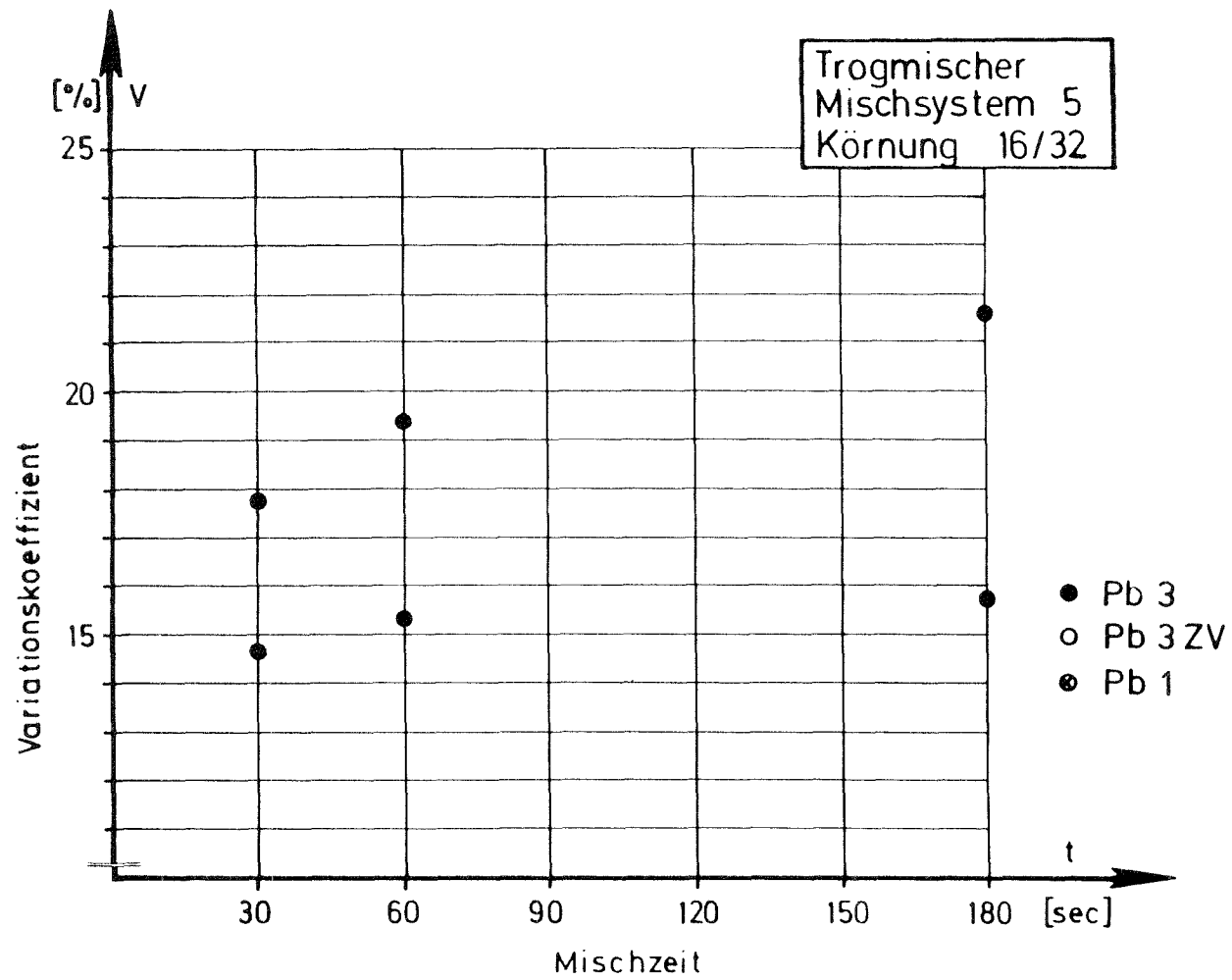


Abb. 33 Trogmischer Füllmenge 1000 - 2000 ltr.
 - Körnung 16/32

9. Darstellung der Versuchsergebnisse für Fahrmischer

Eine zusammenfassende Darstellung der Versuchsergebnisse geben die Tabellen 9 und 10. Hierin sind für jeden Versuch neben dem Mittelwert, der Standardabweichung und dem Variationskoeffizienten die jeweiligen Trommeldrehzahlen für das Einziehen und Mischen angegeben.

Die Art der Wasserzuführung ist in den Tabellen und den graphischen Darstellungen mit folgenden Symbolen gekennzeichnet:

	PB 3	PB 3 ZV	PB 1
Variante 1: Originale Wasserzuführung	◼	◻	◻
Variante 2: Kurzes 2 1/2"-Rohr, Mitte	●	○	⊗
Variante 3: Langes 2 1/2"-Rohr, Mitte	⊙	⊙	⊙

Die Abbildungen 34 bis 37, in denen die Gesamtmischdauer in Minuten angegeben ist, zeigen die jeweiligen Einzelergebnisse für die Verteilungen des Wassergehaltes, des Mehlkorngelaltes, der Fraktionen 2/16 und 16/32.

Die Zahlen an den Verbindungslinien, bzw. Einzelpunkten, geben die Trommeldrehzahl für den Mischvorgang an.

Für den ersten Versuch (1 und 1 A) ist das Ergebnis über die ausge- tragene Teilmenge und die Gesamtmenge ermittelt. Nur bei diesem Ver- such ergab sich eine Restbetonmenge, die aus vorwiegend Feinteilen (Sand und Zement) bestand. Es ist anzunehmen, daß diese Erscheinung durch die schnellere Umdrehung (Drehzahl 16 U/min beim Einziehen und Mischen) mit verursacht wurde.

Die weiteren Versuche sind mit einer Einziehdrehzahl von 10 U/min gefahren worden.

Misch- ver- such	Prüf- beton Wasser zuführt.	Fraktion	Fahrmischer			Misch- dauer	Drehzahl	
			Nutzraum 6m ³				Umdreh.	(U/min)
			M	S	V	Einzieh		Mischen
1	Pb 3 ●	16/32	8,85	3,01	34,01	50	16	16
		2/16	33,75	2,90	8,59			
		Mehlkorn	15,26	1,03	6,75			
		Wasser	6,21	0,41	6,60			
1A	Pb 3 ●	16/32	7,82	3,83	48,98	50	16	16
		2/16	32,87	3,62	11,01			
		Mehlkorn	14,15	3,61	25,51			
		Wasser	6,21	0,41	6,60			
2	Pb 3 ●	16/32	8,33	1,37	16,45	50	10	14
		2/16	31,13	2,95	9,48			
		Mehlkorn	14,52	1,20	8,26			
		Wasser	9,27	0,56	6,04			
3	Pb 3 ●	16/32	6,80	0,98	14,41	100	10	14
		2/16	32,08	2,30	7,17			
		Mehlkorn	15,99	1,09	6,82			
		Wasser	8,32	0,40	4,81			
4	Pb 3 ●	16/32	9,06	1,24	13,69	200	10	14
		2/16	31,47	1,22	3,88			
		Mehlkorn	15,01	0,71	4,73			
		Wasser	8,30	0,46	5,54			

Tab. 9 Fahrmischer Versuche 1 - 4

Misch- ver- such	Prüf- beton Wasser- zuführ.	Fraktion	Fahrmischer			Misch- dauer	Drehzahl	
			Nutzraum 6m ³				Umdreh.	(U/min)
			M	S	V	Einzieh		Mischen
5	Pb 3 ●	16/32	8,87	1,44	16,23	50	10	10
		2/16	30,78	2,12	6,89			
		Mehlkorn	14,99	0,91	6,07			
		Wasser	8,98	0,61	6,79			
6	Pb 3 ●	16/32	8,59	1,23	14,32	100	10	6
		2/16	32,49	3,58	11,02			
		Mehlkorn	15,58	1,16	7,45			
		Wasser	7,60	0,35	4,61			
7	Pb 1 ○	16/32	38,44	3,96	10,30	100	10	10
		2/16	-	-	-			
		Mehlkorn	18,0	0,86	4,78			
		Wasser	8,51	0,57	6,70			
8	Pb 3 ZV ○	16/32	7,03	1,02	14,51	200	10	10
		2/16	31,39	2,25	7,17			
		Mehlkorn	17,34	1,02	5,88			
		Wasser	9,04	0,56	6,19			
		16/32						
		2/16						
		Mehlkorn						
		Wasser						

Tab. 10 Fahrmischer Versuche 5 - 8

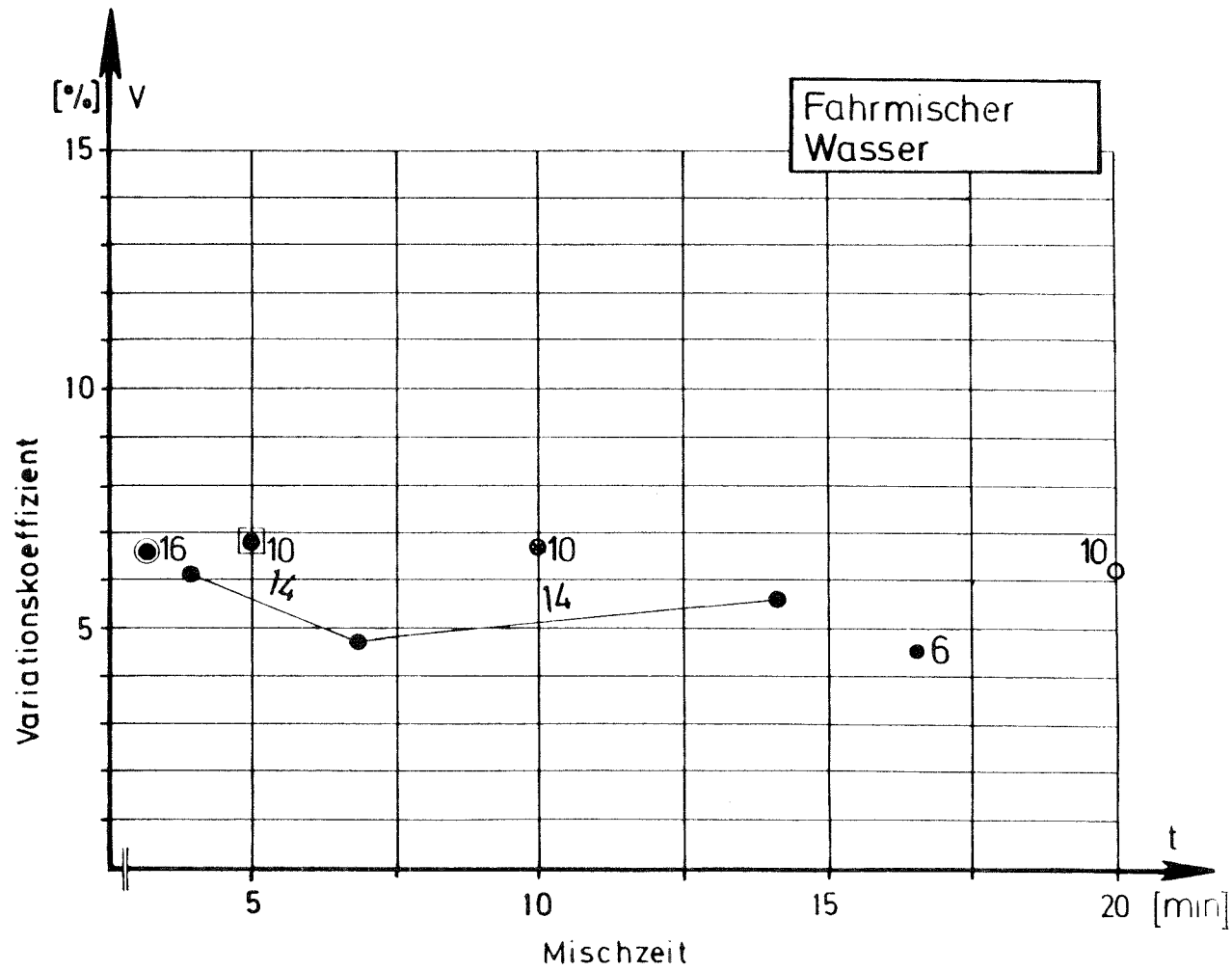


Abb. 34 Fahrmischer - Wassergehalt

Wasserzuführung: - originale Wasserzuführung

- kurzes 2 1/2"-Rohr Mitte

- langes 2 1/2"-Rohr Mitte

PB 3 PB 3 ZV PB 1

-
-
-

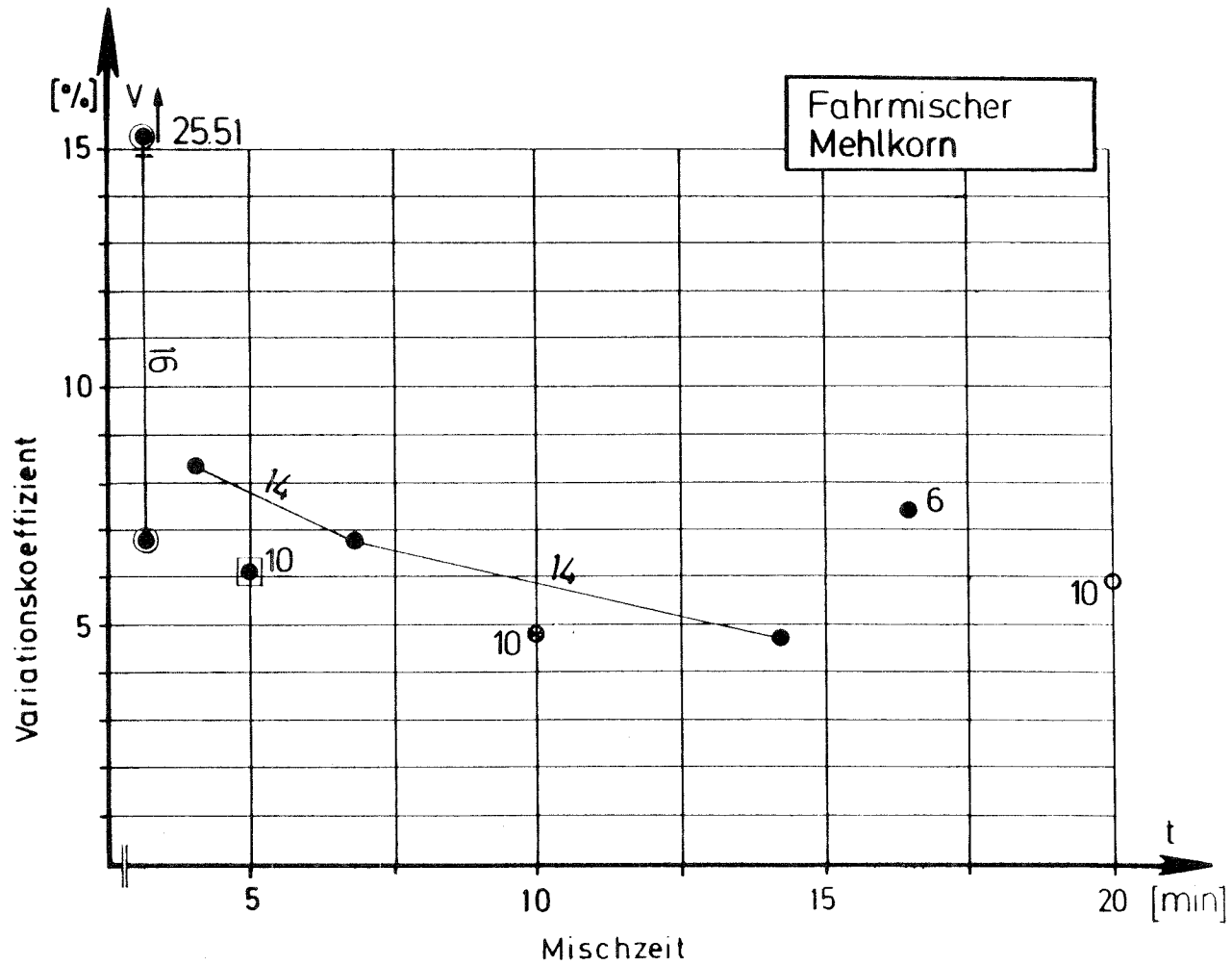


Abb. 35 Fahrmischer - Mehlkorngelalt

Wasserzuführung: - originale Wasserzuführung
 - kurzes 2 1/2"-Rohr Mitte
 - langes 2 1/2"-Rohr Mitte

PB 3	PB 3 ZV	PB 1
□	○	⊗
●	○	⊗
⊙	⊙	⊗

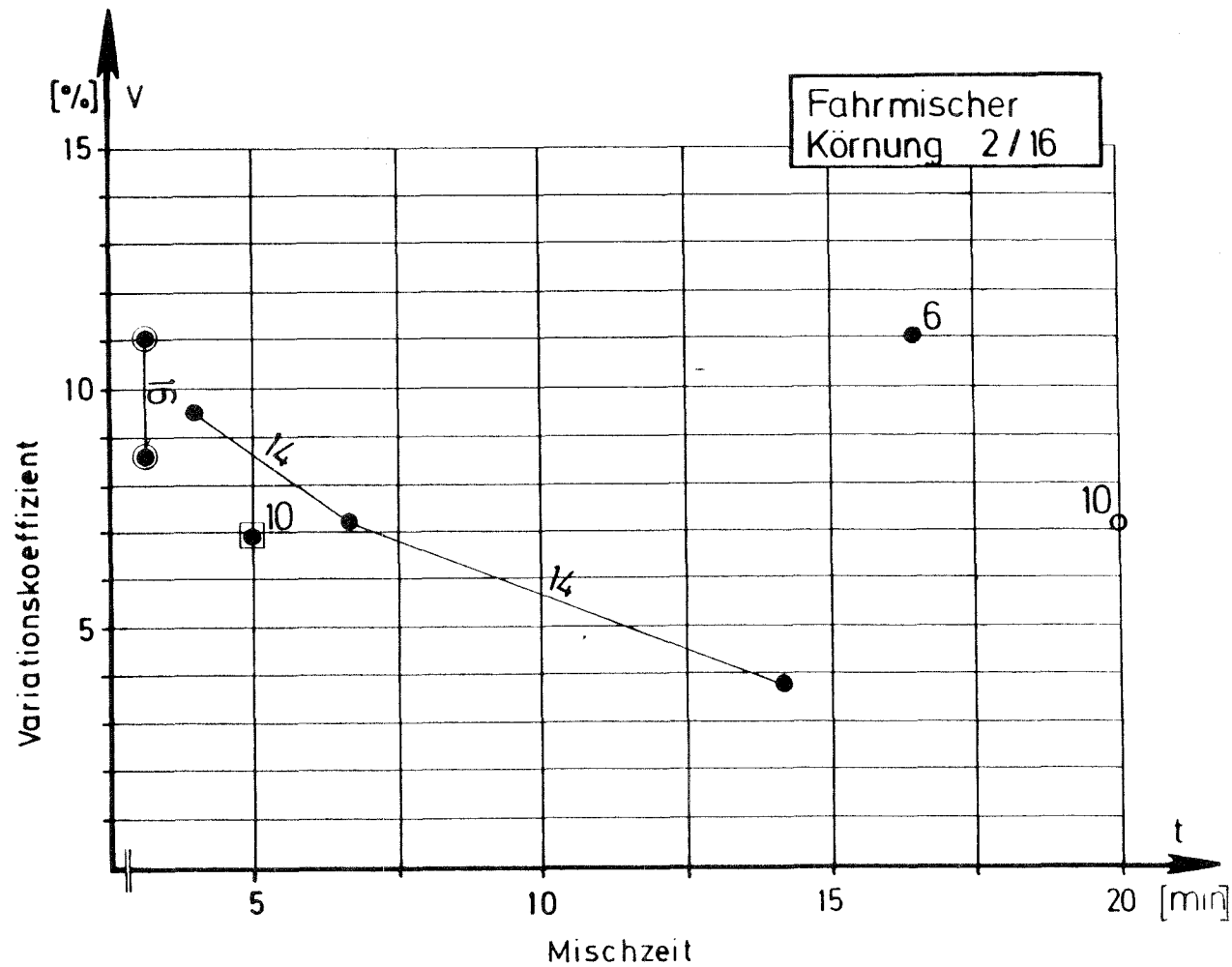


Abb. 36 Fahrnischer - Körnung 2/16

Wasserzuführung: - originale Wasserzuführung
 - kurzes 2 1/2"-Rohr Mitte
 - langes 2 1/2"-Rohr Mitte

PB 3	PB 3 ZV	PB 1
◻	◻	◻
•	○	•
⊙	⊙	⊙

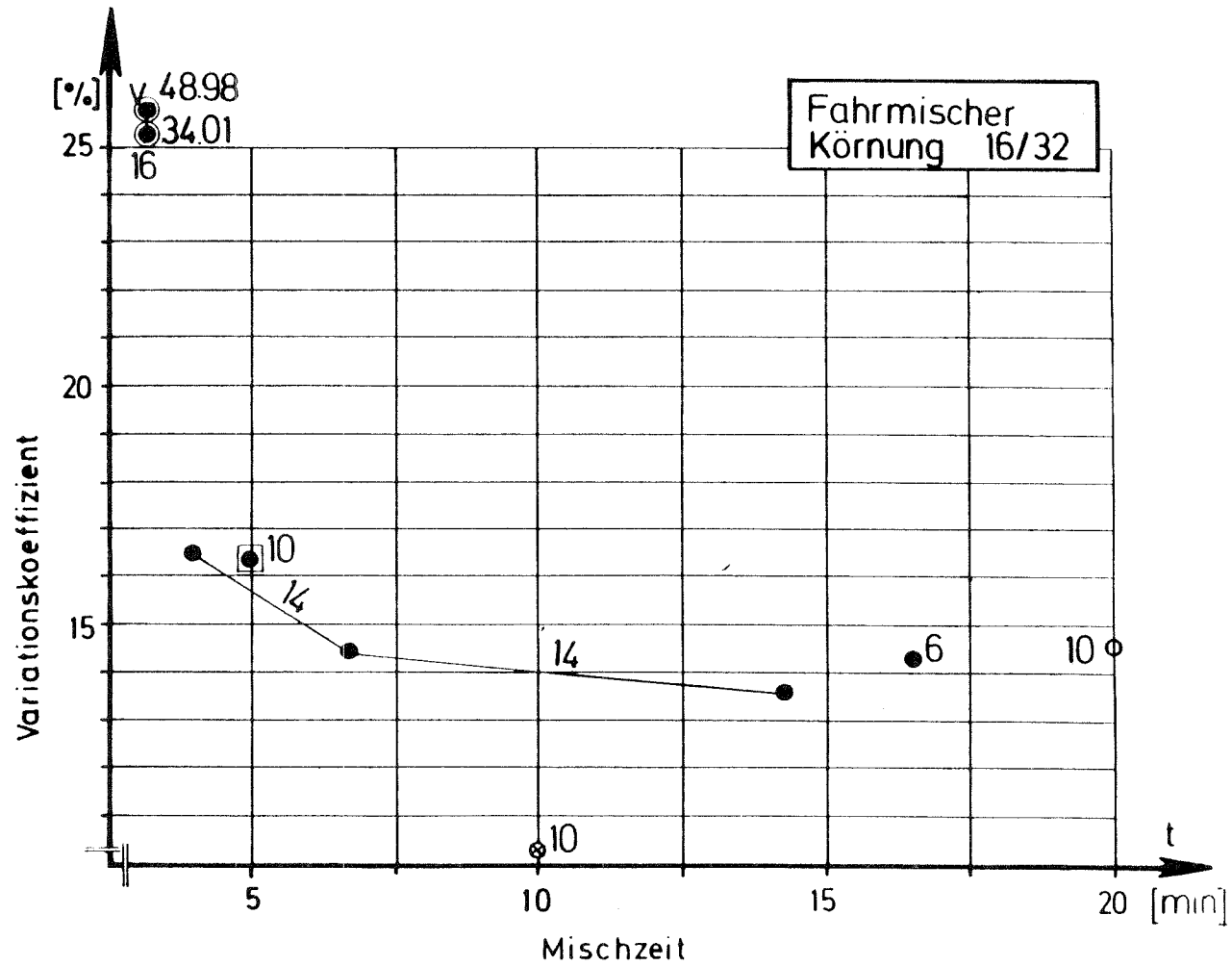


Abb. 37 Fahrnischer - Körnung 16/32

Wasserzuführung: - originale Wasserzuführung
 - kurzes 2 1/2"-Rohr Mitte
 - langes 2 1/2"-Rohr Mitte

PB 3	PB 3 ZV	PB 1
■	□	⊗
●	○	⊙
⊙	⊙	⊙

10. Zusammenfassendes Ergebnis

Ziel und Aufgabe des Forschungsvorhabens war die Untersuchung der Mischgüte von Beton im Zusammenhang mit der Mischdauer.

Wie in den Untersuchungen mit dem Prüfbeton der steiferen Konsistenz [1,2] , ergeben sich an der hier verwendeten sandreicheren und zementärmeren Betonzusammensetzung (PB 3) gleichfalls Abhängigkeiten der Mischgüte zur Mischdauer, jedoch mit nicht ganz so ausgeprägten Optimalbereichen. Dabei ist im Vergleich die Körnung 16/32, die nur einen geringen Anteil hat, auszuklammern.

Es fällt auf, daß die Abweichung beider Versuche untereinander (Wiederholungsstreuung) an dem optimalen Punkt der Mischzeit kleiner als an den übrigen Mischzeiten ist.

Die Einzelergebnisse mit der modifizierten Betonzusammensetzung und mit dem Prüfbeton PB 1 ordnen sich mehr oder minder sinnfällig ein.

Die Ergebnisse der Fahrmischerversuche erreichen gleiche Größenordnungen, dabei in der Mischdauer jedoch um mehr als eine Zehnerpotenz verlängert.

Es ist zu beachten, daß die in den Ergebnissen enthaltenen Aussagen volle Gültigkeit für den Versuchsumfang, die untersuchten Betonzusammensetzungen und die untersuchten Mischer haben.

Eine Vermehrung der Versuchsanzahl wird eine Verbreiterung der Ergebnisse liefern, die letztendlich zu einer fundierten Aussage führen können.

Literaturverzeichnis

- Kühn, G.,
H. Beitzel : Einfluß der Mischdauer auf die Gleichmäßigkeit
der Mischguteigenschaften bei Betonmischern für
Straßenbeton
[1] Forschungsbericht im Auftrag des Bundesmini-
steriums für Verkehr vom Institut für Maschinen-
wesen im Baubetrieb
Universität Karlsruhe (1978)
- Kühn, G.,
H. Beitzel : Einfluß der Mischdauer auf die Gleichmäßigkeit
des Mischgutes bei Betonmischern.
[2] Forschungsbericht im Auftrag des Bundesmini-
steriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau
vom Institut für Maschinenwesen im Baubetrieb
der Universität Karlsruhe (1979)
- Pohle, G. und
M. Frenking : Kriterien für die Beurteilung der Gleichmäßigkeit
des Mischgutes (1. Teil)
[3] Forschungsbericht im Auftrag des Bundesministers
für Verkehr vom Institut für Baumaschinen und
Baubetrieb der Rhein. Westf. Techn. Hochschule
Aachen (1976)
- Pohle, G. und
A. Vollpracht : Kriterien für die Beurteilung der Gleichmäßigkeit
der Mischgüte (2. Teil)
[4] Forschungsbericht im Auftrag des Bundesministeriums
für Verkehr vom Institut für Baumaschinen und Bau-
betrieb der Rhein. Westf. Techn. Hochschule Aachen
(1980)
- N.N. : Geschäftsbericht 1981/82 des Bundesverbandes der
Deutschen Transportbetonindustrie e.V.
[5] Duisburg 1982
- N.N. : DIN 459, Betonmischer; Begriffe, Größen, Anforde-
rungen
Berlin und Köln, Beuth Vertrieb GmbH 1972
- N.N. : DIN 1045; Beton- und Stahlbetonbau; Bemessung
und Ausführung
Berlin und Köln, Beuth Vertrieb GmbH 1978
- N.N. : Entwurf der Neufassung der Güterrichtlinien für
Betonmischer (1976/81)