

Optimierung der Mischzeit von Trockenmörteln in Pflugscharmischern

Diplomarbeit

am Institut für Gesteinshüttenkunde der Montanuniversität Leoben

abgefasst

von

Veronika Plank

Leoben, 28. Februar 2007

Danksagung

Die Untersuchungen zu dieser Arbeit wurden in der Zeit von März bis Juni 2006 im Werk der Firma Wopfinger Baustoffindustrie GmbH durchgeführt. Die Auswertung der einzelnen Ergebnisse und das Verfassen der Arbeit fand im Zeitraum Juli 2006 bis Januar 2007 statt.

Herrn Dipl.-Ing. Peter Weißmann danke ich für die Ermöglichung dieser Arbeit. Mein besonderer Dank gilt weiters Herrn Dipl.-Ing. Hans Peter Schweiger sowie Herrn Dipl.-Ing.(HTL) Oliver Balog für die bereichernden Diskussionen zur Thematik dieser Arbeit.

Herrn Josef Kienbink und Herrn Stefan Umgeher danke ich sehr herzlich für die Unterstützung bei meiner Einarbeitung in die normgerechte Durchführung der Untersuchungen. Mein Dank gilt weiters dem gesamten Team der Forschungs- und Entwicklungsabteilung, den Mitarbeitern des Leitstandes, hier besonders Herrn Ing. Werner Feldbacher, sowie dem Team der Qualitätssicherung für die kollegiale Zusammenarbeit und das gute Arbeitsklima. Insbesondere danke ich Frau Sabine Hirsch bei der Unterstützung der Protokollierung der Messwerte.

Ich bedanke mich auch bei Herrn Michael Rotheneder, der mir interessante Aspekte und Führungen im gesamten Betrieb ermöglichte.

Mein besonderer Dank gilt Herrn O. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. Harald Harmuth für die fachliche Unterstützung und die Diskussionsbereitschaft, sowie der kompetenten Wissensaufbereitung in die Einführung zum Verfassen von wissenschaftlichen Arbeiten.

Nicht zuletzt danke ich meinen Eltern, die mir das Studium des Gesteinshüttenwesens ermöglicht haben. Meinem Lebenspartner Patrick danke ich für seine wertvollen Ratschläge und seine Geduld, die viel zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen hat.

Kurzfassung

Die vorliegende Arbeit hat die Optimierung der Mischzeit von Trockenmörtelprodukten zum Inhalt. Anhand von Mischversuchen und den relevanten Auswertungen konnte festgestellt werden wie eine sowohl wirtschaftlich als auch qualitativ optimale Homogenität der Trockenmörtelprodukte erreicht werden kann. Für die Festlegung der optimalen Mischzeit war es im Vorfeld notwendig ein geeignetes statistisches Maß zur Bewertung der Messergebnisse zu finden.

Neben der Grundfrage der optimalen Mischzeit wurden auch relevante verfahrenstechnische Fragen geklärt, die den zukünftigen Mischablauf im Betrieb bestimmen sollen.

Die erste Bestimmung dient der Feststellung ob der Aufgabort der einzelnen Produktkomponenten einen Einfluss auf die Mischzeit hat, bei der optimale Homogenität garantiert ist. Die Additive, die in der Regel weniger als fünf Prozent des Gesamtproduktes ausmachen, können einerseits seitlich, andererseits mittig im Mischer aufgegeben werden. Mit dieser Untersuchung soll ein Vergleich der Fertigputzanlage Nord (FPA- N) und der Fertigputzanlage Süd (FPA-S) erfolgen: In der FPA- N werden die Additive seitlich über die Bindemittelwaage, in der FPA- S mittig über eine eigene Waage, aufgegeben.

Die zweite Bestimmung soll die optimale Reihenfolge der Komponentenaufgabe in den Mischer festlegen. Die Aufgabe der Sandfraktionen, des Bindemittels und der Additive kann einerseits gleichzeitig, andererseits mit Vorlegung der Sandfraktionen plus dem Bindemittel und anschließender Aufgabe der Additive erfolgen. Hier ist auch die Variante die vorteilhaftere, bei der in kürzerer Mischzeit die erforderliche Homogenität erreicht wird.

Im Zuge der Mischversuche erfolgte ebenfalls eine Dokumentation der Mischmenge, des Mischerfüllungsgrades, der Mischerstromaufnahme und der Mischzeiten sowie deren Auswirkung auf die Homogenität der Mischung. Anhand dieser Werte konnte festgestellt werden, dass diese Faktoren bereits optimal aufeinander abgestimmt sind.

Um die nach der jeweiligen Mischzeit erreichte Mischgüte zu bestimmen, wurden aus der Mischung Proben gezogen und analysiert. Somit bestand der erste Teil der Arbeit darin, die Vorgehensweise bei der Probenahme festzulegen und die Überprüfung der Messgenauigkeit der einzelnen Analysen vorzunehmen. Von diesen Messergebnissen konnte mit dem statistischen Mischgütemaß, dem Variationskoeffizienten, eine Bewertung der Mischung vorgenommen werden.

Im Zuge dieser Diplomarbeit wurden vier Produkte (Klebespachtel, Estrich E 225 HG, Maschinenputz und Gipsglättputz), die stellvertretend für eine Produktgruppe stehen, untersucht.

Bei den Untersuchungen wurde grundsätzlich festgestellt, dass bei drei von den vier untersuchten Produkten eine Reduktion der Mischzeit eine bessere Homogenität der Produkte zur Folge hat. Auch konnte im Zuge dieser Arbeit die optimale Mischvariante festgestellt werden. Es ergab sich, dass die von den Mischerherstellern vorgegebenen Mischzeiten der einzelnen Produkte nicht optimal sind.

Eine Qualitätssteigerung der Produkte sowie eine Reduktion der Herstellungskosten, die aufgrund einer Energieersparnis bei der Endmischung dieser Produkte möglich ist, sind die Ergebnisse dieser Arbeit.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	II
1 Problemstellung	6
2 Stand der Technik in der Mischtechnologie der Trockenmörtelproduktion	7
2.1 Mischanlage.....	7
2.2 Mischertypen	9
2.2.1 Pflugscharmischer	10
2.3 Produkthomogenität in Abhängigkeit von Prozessparametern	12
2.4 Mischanlagen im Werk Wopfing.....	13
3 Statistische Methoden zur Untersuchung der Homogenität der Mischung.....	17
3.1 Allgemeines	17
3.1.1 Details zum Vorgang der Entmischung.....	18
3.1.2 Vergleichsmaß für die Mischgüte	20
3.1.3 Anzahl und Masse der gezogenen Proben.....	21
4 Überlegungen und Vorversuche zur Durchführung der Untersuchungen.....	26
4.1 Vorgehensweise bei der Probenahme im Mischer.....	26
4.2 Konfidenzintervall für das Mischgütemaß	27
4.3 Überprüfung der Messgenauigkeit.....	28
5 Durchführung der Untersuchungen.....	31
5.1 Mischversuche im Werk.....	31
5.1.1 Mischversuche am Produkt Klebespachtel.....	31
5.1.2 Mischversuche am Produkt Estrich E 225 HG	31
5.1.3 Mischversuche am Produkt Maschinenputz Innen MPI 30.....	32
5.1.3.1 Unterschied im Aufgabeort.....	32
5.1.3.2 Unterschied in der Reihenfolge der Aufgabe	33
5.1.3.3 Umsetzung der Beprobung	33
5.1.4 Mischversuche am Produkt Gipsglättputz.....	33
5.2 Mischprotokoll.....	34
5.3 Laboruntersuchungen an den Produkten	36
5.3.1 Probenvorbereitung.....	36

5.3.2 Durchführung der Untersuchungen.....	37
6 Statistische Auswertung der Messwerte.....	42
6.1.1 Produkt Klebespachtel.....	42
6.1.2 Produkt E 225 HG.....	45
6.1.3 Produkt MPI 30.....	47
6.1.3.1 Gleichzeitige Dosierung aller Komponenten; Additive mittig aufgegeben ...	47
6.1.3.2 Gleichzeitige Dosierung aller Komponenten; Additive seitlich aufgegeben .	50
6.1.3.3 Sandfraktionen und Bindemittel vorgelegt, dann Additive mittig aufgegeben	53
6.1.3.4 Vergleich der Variationskoeffizienten der 3 Mischvarianten.....	55
6.1.4 Produkt Gipsglättputz.....	58
7 Interpretation der Ergebnisse und Schlussfolgerungen	62
7.1 Mischmenge, Mischerfüllungsgrad und Stromaufnahme	62
7.2 Optimale Mischzeit	63
7.3 Abhängigkeit der Mischzeit von der Korngröße	65
8 Resumé	66
Literaturverzeichnis	67
Anhang 1	69
Anhang 2	72
Anhang 3	74
Anhang 4	76
Anhang 5	80
Anhang 6	81
Anhang 7	82
Anhang 8	83
Anhang 9	84
Anhang 10	85

1 Problemstellung

Anhand von Mischversuchen und den relevanten Auswertungen soll untersucht werden wie eine sowohl wirtschaftlich als auch qualitativ optimale Homogenität der Trockenmörtelprodukte erreicht werden kann. Insbesondere soll die optimale Mischzeit gefunden werden.

Neben dieser Grundfrage sind folgende relevante verfahrenstechnische Fragen zu klären, die den zukünftigen Mischablauf im Betrieb bestimmen sollen:

- Die erste Bestimmung dient der Feststellung ob der Aufgabeeort der einzelnen Produktkomponenten einen Einfluss auf die Mischzeit hat, bei der optimale Homogenität garantiert ist. Die Additive, die in der Regel weniger als fünf Prozent des Gesamtproduktes ausmachen, können einerseits seitlich, andererseits mittig im Mischer aufgegeben werden. Mit dieser Untersuchung soll ein Vergleich der Fertigputzanlage Nord (FPA- N) und der Fertigputzanlage Süd (FPA-S) erfolgen: In der FPA- N werden die Additive seitlich über die Bindemittelwaage, in der FPA- S mittig über eine eigene Waage, aufgegeben.
- Die zweite Bestimmung soll die optimale Reihenfolge der Komponentenaufgabe in den Mischer festlegen: Die Aufgabe der Sandfraktionen, des Bindemittels und der Additive kann einerseits gleichzeitig, andererseits mit Vorlegung der Sandfraktionen plus dem Bindemittel und anschließender Aufgabe der Additive erfolgen. Hier ist auch die Variante die vorteilhaftere, bei der in kürzerer Mischzeit die erforderliche Homogenität erreicht wird.

Im Zuge dieser Mischversuche soll ebenfalls eine Dokumentation der Mischmenge, des Mischerfüllungsgrades, der Mischerstromaufnahme und der Mischzeiten sowie deren Auswirkung auf die Homogenität der Mischung erfolgen.

Zur Bewertung der Messergebnisse soll ein geeignetes statisches Maß gefunden werden.

2 Stand der Technik in der Mischtechnologie der Trockenmörtelproduktion

2.1 Mischanlage

Im Folgenden soll nun ein kurzer Überblick über das Anlagenkonzept bei der Trockenmörtelherstellung gegeben werden:

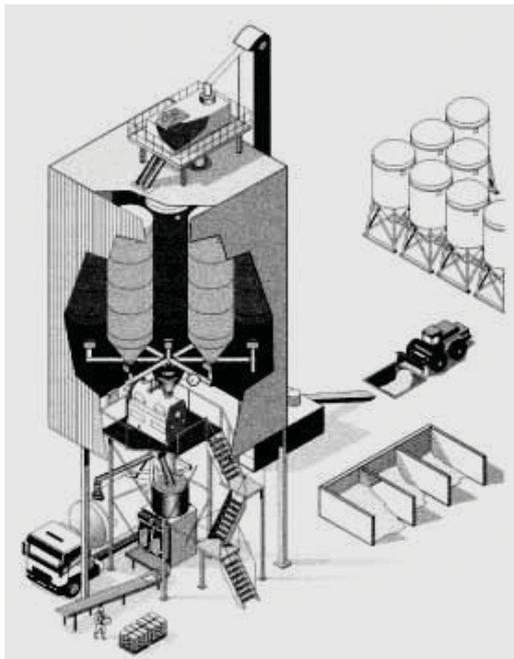


Abbildung 1: Konzept einer Mischturmanlage [24]

Herkömmliche Mischwerke in der Bindemittelindustrie bestehen aus Mehrkammersilos in Betonbauweise. In Trockenmörtelanlagen werden jedoch bereits seit Anfang der 80er Jahre Mischtürme in Stahlbauweise eingesetzt [1]. Dabei werden einzelne Silozellen derart oberhalb des Mixers bzw. der Komponentenwaagen angeordnet, dass möglichst kurze Förderwege gegeben sind und das Schwerkraftprinzip für den Materialfluss genutzt werden kann. Die Abbildung 1 zeigt das Konzept einer solchen Mischturmanlage.

Die Anlage ist komplett in Stahlbauweise ausgeführt. Die Silozellen verfügen über einen Austragskonus, der mit pneumatischen Auflockerungssystemen ausgerüstet ist. Die Silozellen können für einen Sortenwechsel vollständig entleert werden. Der

Siloaustrag wird über pneumatische Dosierschieber geregelt. Über Luftförderrinnen und Schurren werden die Komponenten wahlweise den beiden Behälterwaagen zugeführt.

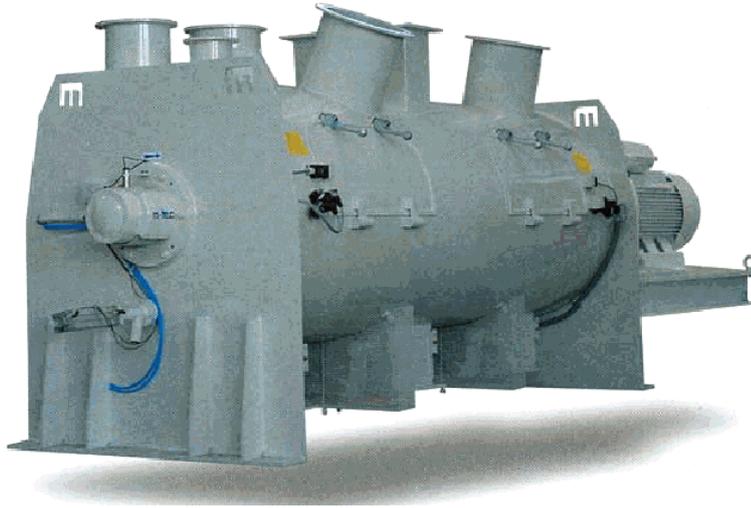


Abbildung 2: Einwellenmischer, Typ MS der Firma m-tec [25]

Herzstück der Anlage ist ein Einwellen-Chargenmischer (siehe Abbildung 2), der über die Behälterwaagen beschickt wird. Die spezielle Mischwerkzeugkonstruktion erzeugt eine dreidimensionale Teilchenbewegung der zu mischenden Komponenten. Hohe Mischgüte bei kurzer Mischzeit sind dabei garantiert. Beim Mischer vom Typ MS der Firma m-tec verlässt das Mischgut über pneumatisch betätigte Entleerklappen, die von Entleerstutzen umgeben sind, den Mischraum. Diese sorgen für rasche und problemlose Mischerentleerung. Das Dichtsystem mit mechanischer Selbstreinigung garantiert Dichtheit und lange Standzeiten der Dichtungen. Aus dem Mischnachbehälter wird das fertige Mischgut direkt der Lkw- Beladung aufgegeben oder über Rinnentransporte und nachgeschaltete Förderer in vorhandenen Fertigproduktsilos gelagert.

Die Rohstoffbeschickung der Stahlsilos erfolgt pneumatisch über eine Kesselfahrzeugentleerung wahlweise in eine der Silozellen. Separate Filter auf den Silos und den Behälterwaagen, sowie getrennte Materialrückführungen, sorgen für eine vollständige Sortentrennung der Produkte. Bei häufigem Produktwechsel und hoher Produktqualität kommen der Entstaubungs- und Entlüftungstechnik für den Mischer und Mischernachbehälter eine hohe Bedeutung zu [2].

Das beschriebene Grundkonzept kann durch die Anzahl der Silozellen, Art der Silobeschickung, Anzahl der Behälterwaagen für Groß- und Kleinkomponenten, Fertigprodukt rückführungen in die Silos und dergleichen gemäß den Anforderungen vor Ort variiert werden.

2.2 Mischertypen

Die Vielzahl der angebotenen Feststoffmischer lässt sich nach folgenden verschiedenen Gesichtspunkten ordnen:

Mischguteigenschaften, Mischgutmenge, Mischgüte, Energieeintrag, Mischzeit, Verschleiß, Reinigung, Kosten, konstruktive Besonderheiten.

Eine Unterteilungsmöglichkeit der verschiedenen Mischerbauarten zeigt Tabelle 1:

Mischer mit rotierendem Behälter (Freifallmischer)	Trommelmischer, Taumelmischer, Mischbirne, Konusmischer, Kubus- Mischer, Tetraedermischer, V-Mischer, Doppelkonustaumelmischer
Mischer mit rotierenden Mischwerkzeugen	- Schubmischer: Schneckenmischer, Kegelschneckenmischer, Schnecken- bandmischer - Wurf-, Fliehkraft- oder Schleuder- Mischer: Paddelmischer, Pflugschar- mischer, Schaufelmischer
Mischer mit rotierendem Behälter und rotierenden Mischwerkzeugen, Sonderbauarten	Tellermischer, Heizmischer, Schnellmischer, Gegenstrommischer
Statische Mischer	Wendelmischer, Doppelwendelmischer, Mischer mit gekreuzten Leitblechen
Pneumatische Mischer	Fließbett mit und ohne Sektorenbelüftung, Strahlmischer, Silomischer, Silomischer mit Pneumatischer Umwälzung
Mischbetten	Längslager- Mischbetten, Kreislager- Mischbetten

Tabelle 1: Bauarten von Feststoffmischern [3]

2.2.1 Pflugscharmischer

Die in dieser Diplomarbeit beprobten Mischer sind beide Pflugscharmischer vom selben Typ (m-tec MS 4200 und Lödige DB 4200). Wie der Tabelle 1 zu entnehmen ist, gehört der Pflugscharmischer zu der Gruppe der Mischer mit rotierenden Mischwerkzeugen. Die Bewegung wird durch Wurf und Schub hervorgerufen. Für seinen Namen ausschlaggebend sind die pflugscharähnlichen Mischwerkzeuge, die an der horizontalen Mischwelle angebracht sind und deren Größe, Anordnung, Umfangsgeschwindigkeit und geometrische Form aufeinander abgestimmt sind. Beim Mischvorgang rotieren die

Mischwerkzeuge so, dass sie das Schüttgut aus dem Gutbett in den freien Mischerraum schleudern und das Gut entgegen der Fliehkraft wirkend von der Trommelwand abheben. Dieses mechanische Wirbelbett bewirkt, unter ständiger Erfassung der gesamten Mischgutmenge, intensive Vermischung. Diese intensive Homogenisierung ist auch bei hohen Mischgutsdurchsätzen, sowie kurzen Verweilzeiten, garantiert. Durch die Formgebung der Mischwerkzeuge wird das Mischgut von der Trommelwand abgehoben, um ein Quetschen der Partikel zwischen Wand und Werkzeug zu vermeiden. [26]

Im Pflugscharmischer erfolgt mit zunehmender Werkzeuggeschwindigkeit eine verstärkte Gutauflockerung. Die Beschleunigungskräfte erhöhen sich gegenüber der Schwerkraft, sodass die Partikel aus dem Schüttgutverband herausgeschleudert, an der Behälterwand abgelenkt und zu einem anderen Gutoberflächenbereich transportiert werden (Abbildung 3).

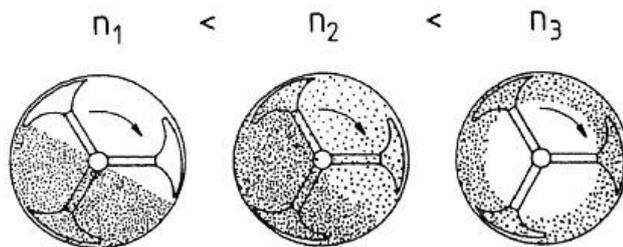


Abbildung 3: Radiale Bewegungszustände im Pflugscharmischer bei verschiedenen Rotorgeschwindigkeiten (n) [4]

Die axialen und die radialen Flugbahnen der Teilchen hängen von der Form der Mischwerkzeuge, der Drehzahl (n) und dem Füllungsgrad (φ) des Mischers ab. Herrscht im Zenit Gleichgewicht zwischen Zentrifugalkraft (F_Z) und Schwerkraft (F_S) an einem Partikel

$$M \cdot r \cdot \omega_{kr}^2 = M \cdot g \quad (1)$$

- M Masse [kg]
r Radius des Mischbehälters [m]
 ω_{kr} kritische Winkelgeschwindigkeit [s^{-1}]
g Erdbeschleunigung [9,81 m/s²]

so ist die kritische Froude- Zahl (Fr_{kr})

$$Fr_{kr} = \frac{r^* \omega_{kr}}{g} = 1 \quad [-] \quad (2)$$

und die kritische Drehzahl (n_{kr}):

$$n_{kr} = \frac{1}{2 * \pi} \omega_{kr} = \frac{1}{2 * \pi} \sqrt{\frac{g}{r}} \quad (3)$$

Oberhalb der kritischen Drehzahl geht die Schüttung in eine Wirbelschicht über, die mit wachsender Drehzahl dichter wird. Im Bereich $Fr > 9$ liegt ein zunehmend geschlossener Gutring vor. Die Mischwirkung verschlechtert sich wieder. [3]

2.3 Produkthomogenität in Abhängigkeit von Prozessparametern

Die den Mischprozess beeinflussenden Faktoren lassen sich in vier Hauptgruppen einteilen [5]:

- Maschineneinflussgrößen (Bautyp, Werkzeugformen, etc.)
- Produkteinflussgrößen (Schüttgutfließfähigkeit, Partikelgrößenverteilung, etc.)
- Physikalische Umgebungsgrößen (Luftfeuchtigkeit, etc.)
- Prozesseinflussgrößen (Füllungsgrad (φ) des Mischbehälters, Drehzahl der Mischwerkzeuge, Aufgäbeort, etc.)

Die ersten drei Punkte sind im Zuge dieser Arbeit als gegeben hinzunehmen. Die Prozesseinflussgrößen sind deshalb die Parameter, an denen der Mischprozess beeinflusst werden kann:

- Der Füllungsgrad (φ) ist der Quotient aus dem Schüttgutvolumen ($V_{\text{Schüttgut}}$) und dem Mischerinnenraumvolumen ($V_{\text{Mischerinnenraum}}$).

$$\varphi = \frac{V_{\text{Schüttgut}}}{V_{\text{Mischerinnenraum}}} \cdot 100 \quad [\%] \quad (4)$$

Alle Mischer sind teilgefüllt. Der optimale Füllungsgrad (φ) beträgt 50 bis 80 %.

- Die kritische Drehzahl (n_{kr}) ist ein weiterer Faktor, der sich auf den Mischprozess auswirkt. Wird diese überschritten, verschlechtert sich die Mischwirkung (siehe Abbildung 3).
- Ausschlaggebend für den Mischvorgang ist auch der Aufgabort der Mischungskomponenten (vgl. [5]). In dieser Diplomarbeit waren die Unterschiede der Aufgaborte Teil der Problemstellung (siehe Kap. 1, S. 6)

2.4 Mischanlagen im Werk Wopfing

Schon im Jahr 1810 konnten erste Aufzeichnungen bergmännischer Art im Standort Wopfing durch einen Kalkofen an der Landstraß verzeichnet werden. Im Jahr 1911 erfolgte die Eintragung der Wopfinger Stein- und Kalkwerke in das Handelsregister. Beginn der Werk trockenmörtelproduktion war im Jahr 1970. 1985 folgte die Inbetriebnahme der Fertigputzanlage Süd mit 3 Mischlinien. Die eingesetzten Mischer sind folgende: Lödige DB 4200 (4,2 m³), m-tec MS 4200 (4,2 m³) und Eirich (1,5 m³). Zugehörig zur Mischanlage sind eine 10- Stutzen- Luftpackmaschine (Haver & Boecker) und Palettierer (Beumer) deren Leistung 4000 Säcke/ h beträgt. 1996 wurde das Fertigputzwerk Nord mit einer Mischlinie (Lödige DB 4200 (4,2 m³)) und einer 10- Stutzen- Luftpackmaschine in Betrieb genommen.

Im Werk Wopfing kann man folglich auf 20 Jahre Mischerfahrung zurückgreifen. Bezüglich der Mischergenauigkeit wurden im Forschungslabor in den vergangenen Jahren Vorarbeiten für die Homogenitätsbestimmungen an den Produkten durchgeführt.

Die Mischanlage (vgl. Abbildung 1, S. 7) im Norden des Werkes (siehe Abbildung 4) wird für Kalk/- Zementfertigprodukte eingesetzt. Sie ist die modernere der zwei Anlagen und besteht aus einzelnen Silos, Dosierwaagen und einem Pflugscharmischer vom Typ DB 4200 der Firma Lödige. An dieser Anlage wurden im Zuge dieser Arbeit folgende Produkte beprobt: Klebespachtel (siehe Anhang 1) und Estrich E 225 HG (siehe Anhang 2).

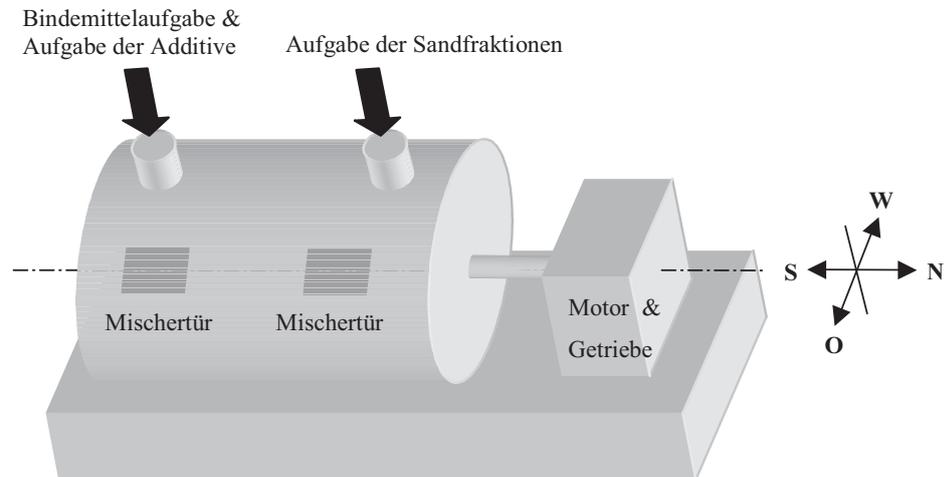


Abbildung 4: Schematische Darstellung des Pflugscharmischers in der FPA- N mit dem Ort der Aufgabe

Die Mischanlage im Süden des Werkes besitzt ebenfalls eine Produktlinie für Kalk-/Zementfertigprodukte. Der Unterschied zur Nordanlage besteht im Aufgabeort der chemischen Zusätze. Diese erfolgt nicht wie in der Nordanlage über die Bindemittelwaage, sondern über eine eigene kleine Waage, die die chemischen Zusätze in der Mitte des Mixers aufgibt (vgl. Abbildung 4 und Abbildung 5). Der Unterschied in der Zeit der Erreichung der optimalen Homogenität der Mischung war eine der Problemstellungen dieser Diplomarbeit. Die Anlage FPA- S ist sonst gleich konzipiert wie im Norden des Werkes (vgl. Abbildung 1, S. 7). Der verwendete Mischer ist ebenfalls vom Typ DB 4200 der Firma Lödige. An dieser Anlage wurde im Zuge dieser Arbeit folgendes Produkt beprobt: Maschinenputz MPI 30 (siehe Anhang 3).

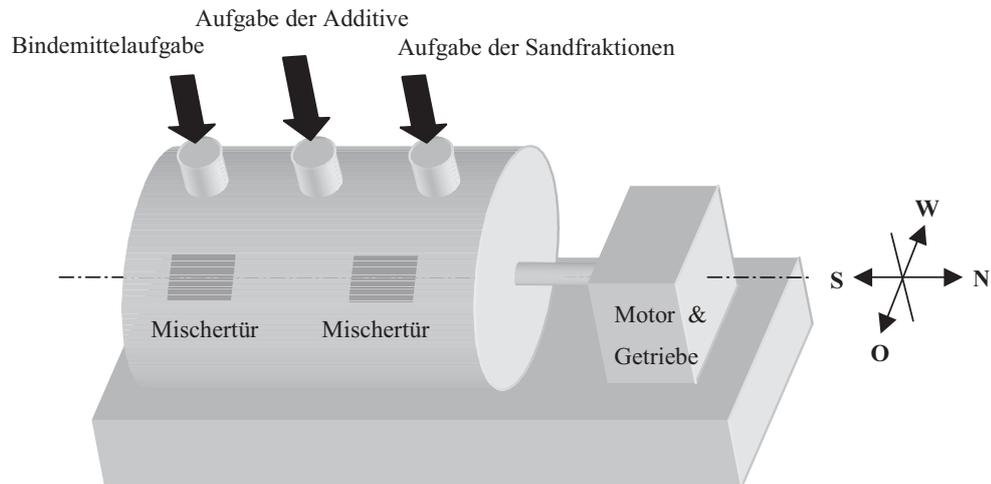


Abbildung 5: Schematische Darstellung des Pflugschermischers in der FPA- S mit dem Ort der Aufgabe

Neben dieser Mischanlage im Süden des Werkes befindet sich eine weitere Mischanlage für die Gipstrochenmörtel. Der Mischer ist von der Firma m- tec MS 4200 und ist ebenfalls ein Pflugschermischer. An dieser Mischanlage wurde das Produkt Gipsglätputz (siehe Anhang 4) beprobt.

In dieser Arbeit wird, der Einfachheit wegen, folgende Abbeviatur für die Mischanlagen im Norden und im Süden des Werkes verwendet:

FPA- S	<u>F</u> ertigputz <u>a</u> nlage <u>S</u> üd
FPA- N	<u>F</u> ertigputz <u>a</u> nlage <u>N</u> ord

Die vierte Produktlinie wird für die Edelputze verwendet. Im Zuge dieser Arbeit wurden an dieser Linie keine Produkte gezogen.

In Tabelle 2 wird ein Überblick über die Mischanlagen im Werk Wopfung gegeben:

Anlage	Produktlinie	Mischer	Mischart	Beprobte Produkte
FPA- N	Kalk/- Zement- fertigprodukte	Lödige DB 4200	Aufgabe im Süden des Mixers: Bindemittel und Additive Aufgabe im Norden des Mixers: Zuschläge	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Klebespachtel ▪ Estrich E 225 HG
FPA- S	Kalk/- Zement- fertigprodukte	Lödige DB 4200	Aufgabe im Süden des Mixers: Bindemittel Aufgabe in der Mitte des Mixers: Additive Aufgabe im Norden des Mixers: Zuschläge	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MPI 30
FPA- S	Gips-/Kalk- Produktpalette	m- tec MS 4200	Aufgabe im Süden des Mixers: Bindemittel Aufgabe in der Mitte des Mixers: Additive Aufgabe im Norden des Mixers: Zuschläge	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gipsglättputz

Tabelle 2: Überblick der Mischanlagen im Werk Wopfung

3 Statistische Methoden zur Untersuchung der Homogenität der Mischung

3.1 Allgemeines

Eine Mischung setzt sich aus zwei oder mehreren Komponenten zusammen. Die Komponenten bestehen aus Elementen als kleinstmögliche Mischungsbestandteile. Das Ziel eines Mischvorganges ist eine möglichst gleichmäßige Verteilung der jeweiligen Komponenten: jede Probe aus dem Gut soll nach Möglichkeit die Zusammensetzung aufweisen, die dem gesamten Mischgut entspricht.

Das Mischen von Feststoffpartikeln ist ein stochastischer Prozess. Aus diesem Grund lässt sich keine ideale Homogenität, sondern im Grenzzustand nur eine gleichmäßige Zufallsmischung, erzielen (Abbildung 6). Die ideale stochastische Homogenität zeichnet sich dadurch aus, dass zwar noch Schwankungen der Merkmalsausprägungen von Probe zu Probe vorhanden sind, dass diese aber relativ klein sind.

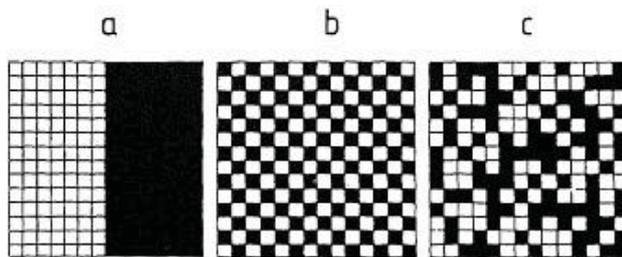


Abbildung 6: Schema der Homogenitätsverteilung in einem Zweikomponentengemisch: a) unvernichtet b) ideal vermischt c) stochastisch ideal vermischt (gleichmäßige Zufallsmischung) [3]

Viele Mehrkomponentensysteme lassen sich wie Zweikomponentenmischungen behandeln [3]. Wenn aus einer Mischung k Proben (i) gezogen werden, unterscheiden sich die Konzentrationen (x_i) der Einzelproben von der Konzentration der Grundgesamtheit (P). Daher werden mehrere Werte einer Beprobung vom Umfang (k) zu einem Mittelwert (\bar{x}) zusammengefasst:

$$\bar{x} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k x_i \quad (5)$$

Bei großer Probenzahl mit $k \rightarrow \infty$ gilt:

$$\bar{x} = \lim_{k \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k x_i \right) = P \quad (6)$$

Der Mittelwert (\bar{x}) ist damit ein erwartungstreuer Schätzwert für die Grundgesamtheit (P). Je größer die Abweichungen der Einzelmesswerte (x_i) bei gleichem Probenumfang (k) sind, desto schlechter ist die Mischung. Die Abweichungen der Konzentration der Grundgesamtheit sind daher ein Maß für die Güte der Mischung. Damit die positiven und die negativen Abweichungen in gleicher Weise berücksichtigt werden, benutzt man als Maß die empirische Varianz (s^2). Sie ist für die Variable (x) definiert als:

$$s^2(x) = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (x_i - P)^2 \quad (7)$$

Ist in Gleichung 7 die Konzentration der Grundgesamtheit (P) nicht bekannt, so kann man die empirische Varianz auch bestimmen aus:

$$s^2(x) = \frac{1}{k-1} \sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2 \quad (8)$$

3.1.1 Details zum Vorgang der Entmischung

Der prinzipielle Mischverlauf wird in Abbildung 7 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Varianz einen Grenzzustand (Kurve a und b) zustrebt. Ein Minimum ist in Kurve c zu beobachten. Es ist Hinweis auf eine Verschlechterung der Mischgüte durch Entmischungseffekte bei längeren Mischzeiten.

Erklärungen zur Abbildung 7 :

σ_z^2 theoretische Varianz für die homogene Zufallsmischung

σ_m^2 Varianz der Messmethode

σ_E^2 Endvarianz (für $t \rightarrow \infty$)

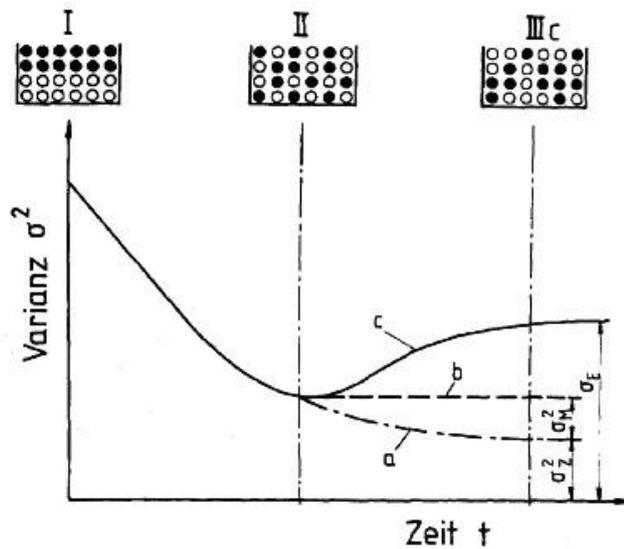


Abbildung 7: Prinzipieller Mischverlauf: a) ohne Entmischung $\sigma_z^2 > \sigma_m^2$, b) ohne Entmischung $\sigma_z^2 \approx \sigma_m^2$, c) mit Entmischung [3]

Nach W. Müller [6] entsteht Entmischung dadurch, dass der Transportstrom M_T in die entgegengesetzte Richtung des Diffusionsstroms M_D wirkt. Der Diffusionsstrom M_D ist ein ungerichteter stochastischer Massenstrom der durch die Eigenbewegung der Teilchen verursacht wird und durch den allmähliche Vermischung entsteht. Der Transportstrom M_T soll eigentlich vermieden werden, tritt er jedoch auf, so gibt es nach [6] zwei Möglichkeiten:

1. Der dispersive (M_D) und der konvektive (M_T) Massenstrom sind von Anfang an entgegengerichtet. Es kommt nie zu einem vollständigen Konzentrationsausgleich. Der stationäre Zustand ist keine homogene Zufallsmischung.
2. Die beiden Ströme sind zu Beginn gleichgerichtet. Der Diffusionsstrom M_D unterstützt zunächst den Konzentrationsausgleich, dann aber kehrt sich dieser um und wirkt somit dem Transportstrom M_T entgegen, bis beide Ströme gleich groß sind. Die Mischgüte wird am Anfang rasch besser, dann aber mit wachsender Mischzeit wieder schlechter. Es tritt ein Minimum der Entmischung auf.

3.1.2 Vergleichsmaß für die Mischgüte

Zur Definition der Mischgütemaße (M_1, M_2) werden die Standardabweichung (s), der Mittelwert der Grundgesamtheit (P) und die Standardabweichung für homogene Zufallsmischung (σ_Z) verwendet [8]:

$$M_1 = \frac{s}{P} \cdot 100 \quad [\%] \tag{9}$$

$$M_2 = \frac{s}{\sigma_Z} \cdot 100 \quad [\%] \tag{10}$$

Neben diesen statistischen Mischgütemaßen werden in der Praxis häufig so genannte indirekte Mischgütemaße (z.B.: Farbeindruck, Reaktionsfortschritt...) verwendet.

Durch Experimente ist eine Zuordnung zu den statistischen Mischgütemaßen möglich. Für viele Prozesse ist es ausreichend, wenn folgendes gilt:

$$\frac{s}{P} \cdot 100 = 1-5 \quad [\%] \tag{11}$$

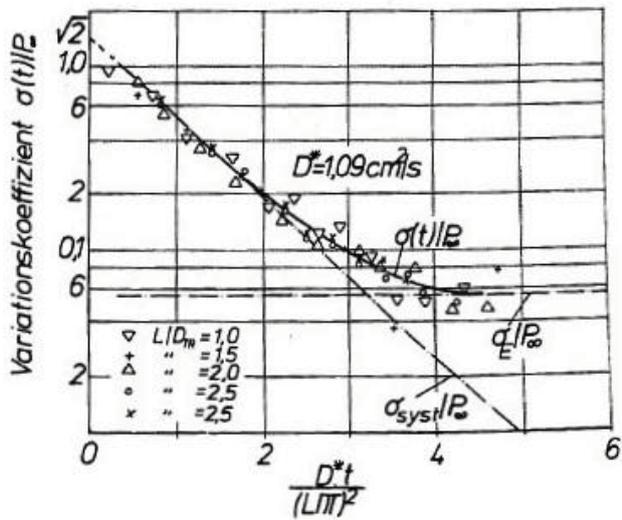


Abbildung 8: Variationskoeffizient $\sigma(t)/P_\infty$ über der dimensionalen Mischzeit [9]

In der Literatur ist neben den soeben erwähnten Mischgütemaßen die Darstellung des Variationskoeffizienten in Abhängigkeit der dimensionslosen Mischzeit (siehe Abbildung 8) zu finden.

Anstelle von der Konzentration der Grundgesamtheit (P) wird in dieser Arbeit der Mittelwert (\bar{x}) verwendet. Somit ist das statistische Mischgütemaß zur Bewertung der Messergebnisse der Variationskoeffizient (V):

$$V = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 \quad [\%] \quad (12)$$

Je niedriger der Wert von V ist, desto besser ist die Vermischung der Testsubstanz.

Der Vertrauensbereich des Variationskoeffizienten wird im Programm *Statgraphics*, berechnet. (siehe dazu Kap. 4.2, S. 27)

3.1.3 Anzahl und Masse der gezogenen Proben

Die Gesamtvarianz σ^2_E ist im stochastischen Endzustand eine Konstante. Sie setzt sich aus der Varianz der Messmethode σ^2_M und der Varianz der theoretischen Konzentrationsverteilung σ^2_Z zusammen:

$$\sigma^2_E = \sigma^2_M + \sigma^2_Z \quad (13)$$

$$\sigma^2_Z(X_1) = \frac{P_1(1-P_1)}{n} \quad (14)$$

Dabei ist X_1 ein Teilchen einer Sorte, P_1 die Anzahlkonzentration und n die Anzahl der Teilchen [10].

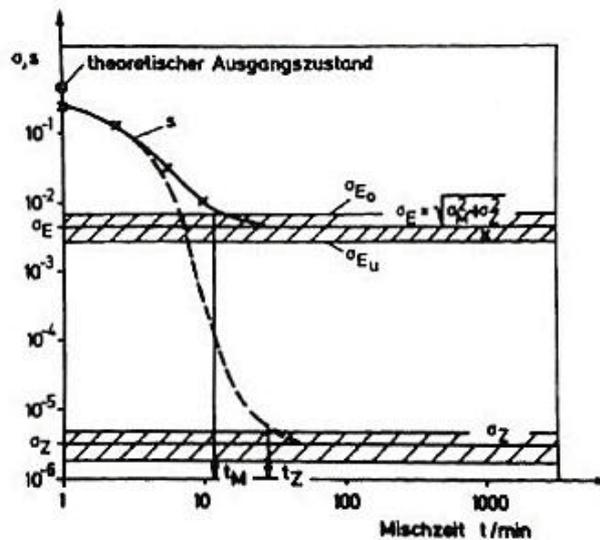


Abbildung 9: Zeitlicher Mischverlauf der Mischgüte mit Konfidenzbereichen für zehn Proben und $\sigma_E = 5 \cdot 10^{-3}$ [10]

In Abbildung 9 ist die empirische Standardabweichung (s) der Probenzusammensetzung einer Mischung, die sich im Laufe des Mischprozesses verändert, dargestellt. Die Messpunkte können nicht unter der Messgenauigkeit liegen. Sie münden nach einer gewissen Mischzeit (t_M) in das Konfidenzintervall zwischen oberer Gesamtstandardabweichung (σ_{E_0}) und unterer Gesamtstandardabweichung (σ_{E_u}). Dieses Intervall ergibt sich aus der endlichen Anzahl der Proben. Diese Mischzeit betrug bei diesem Versuch 12 Minuten. Wenn (σ_M) wesentlich größer als (σ_Z) ist, lässt sich nicht feststellen, ob die stochastische Homogenität erreicht wird. Nur wenn eine Messmethode vorhanden ist, deren Ungenauigkeit zumindest vergleichbar oder kleiner als σ_Z ist, lässt sich der effektive Mischzustand am Ende des Mischprozesses bestimmen. In diesem Fall würde man eine Kurve erhalten, die nach einer Mischzeit (t_Z) in das Konfidenzintervall für (σ_Z) eintaucht. Bei t_Z ist die stochastische Homogenität erreicht. [10]

Die Überprüfung der Mischgüte in realen Systemen kann nur durch eine Probenahme mit endlicher Größe und endlicher Anzahl erfolgen. In der Praxis sind folgende Einflussfaktoren bezogen auf die Qualität der Probenahme zu nennen:

- Masse der Einzelprobe
- Anzahl der Einzelproben
- Messgenauigkeit

Die Frage, welche Genauigkeit eine Messung haben muss, entscheidet sich letztlich in der Anwendung. Sind in der Mischung Schwankungen zulässig, die unterhalb der oberen Grenzstandardabweichung (σ_{E_0}) (siehe Abbildung 9) liegen, so ist der Mischtest anwendbar und (t_M) als Mischzeit hinreichend. Eine längere Mischzeit bringt weder einen messbaren noch von der Anwendung her zu fordernden Vorteil.

Auch die Frage nach der Probenmasse wird von der Anwendung entschieden. Wählt man als Mischgütemaß die Systemvarianz (vgl. Glg. 8, S. 18), dann ist die Wahl der Probenmasse frei, da die Systemvarianz probengrößenunabhängig ist. Andererseits ist es nicht sinnvoll, Probenmassen zu wählen, die völlig außerhalb der im Anwendungsbereich üblichen Massen liegen. Das heißt, dass in der Pharmazie Proben in der Größenordnung der Tabletten gewählt werden, und bei Zement wird jeweils die Sackgröße die adäquate Probenmasse sein. [10]

In der vorliegenden Arbeit wurde aufgrund dieser Literaturquelle eine Probenmasse von 25 kg gewählt. Diese Größe entspricht der abgepackten Form der Trockenmörtelprodukte.

Die Anzahl der gewählten Proben bestimmt die Genauigkeit unserer Aussage. Die in Abbildung 9 aus der Chi-Quadrat-Verteilung berechneten Streubereiche wurden für jeweils zehn Proben bestimmt. Wählt man weniger Proben, dann wird der Mischgüteverlauf schon früher in den Konfidenzintervall eintauchen und es besteht die Gefahr, dass eine gute Mischung vorgetäuscht wird. Dieses Problem kann aber zum Beispiel mit der Messgenauigkeit behoben werden [10]. Vergleicht man zum Beispiel die Vertrauensbereiche von 3 bzw. 61 Proben, dann ermittelt man für 3 Proben eine kürzere Mischzeit als bei 61 Proben. Allerdings ist die obere Gesamtstandardabweichung (σ_{E_0}) bei 3 Proben höher als bei 61 Proben (siehe Abbildung 10).

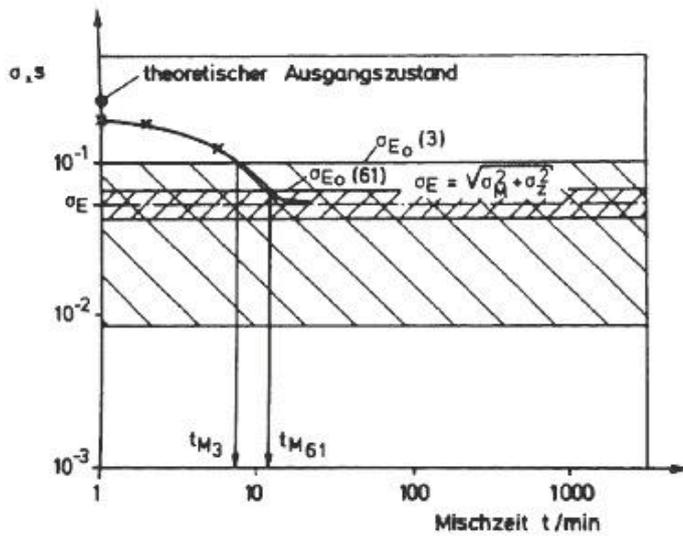


Abbildung 10: Konfidenzintervalle um σ_E für 3 bzw. 61 Proben [10]

Die Anzahl der gezogenen Proben bestimmt somit den Abstand zwischen Ausgangsstandardabweichung (σ_E) und messbarer Endstandardabweichung (σ_{E_0}). Durch Verbesserung der Messgenauigkeit kann man (σ_E) soweit absenken, dass die oberen zugelassenen Grenzen gleich sind (siehe Abbildung 11). Mit anderen Worten heißt das, je genauer ein Messverfahren ist, umso weniger Proben sind notwendig, und umgekehrt.

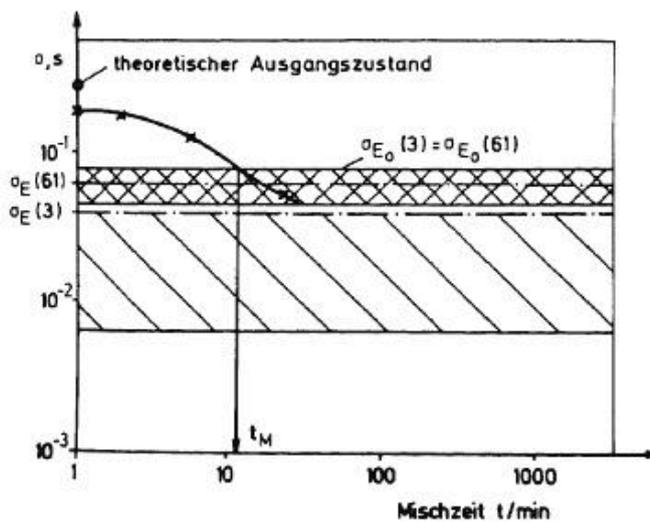


Abbildung 11: Konfidenzintervalle bei unterschiedlicher Standardabweichung $\sigma_E(61)$, $\sigma_E(3)$ aber bei gleicher oberer Grenze $\sigma_{E_0}(3) = \sigma_{E_0}(61)$ [10]

Die Reduktion der Mischzeit (t_M) durch Erhöhung der Sicherheit von zum Beispiel 95 % auf 99 % und der daraus folgenden Verbreiterung des Vertrauensintervalls ist nur scheinbar, da die, durch die Beibehaltung der übrigen Misch- und Probenahmebedingungen, obere Grenzstandardabweichung (σ_{E_0}) unzulässig groß wird.

4 Überlegungen und Vorversuche zur Durchführung der Untersuchungen

Untersuchungen

Voraussetzungen für die Bestimmung der Mischgüte ist eine exakte Vorgehensweise bei der Probenahme im Mischer sowie bei der Durchführung der jeweiligen Messverfahren.

Um die nach einer bestimmten Mischdauer erreichte Mischgüte zu bestimmen, müssen aus der Mischung Proben gezogen und analysiert werden. Von den Analyseergebnissen kann auf die Qualität der Mischung geschlossen werden.

4.1 Vorgehensweise bei der Probenahme im Mischer

Nach der zu untersuchenden Mischzeit wird der Mischer abgestellt. Die zwei Mischertüren werden geöffnet. An den definierten Probenahmestellen (siehe Abbildung 12) wird eine Probenmasse von 25 kg (vgl. [10]) mit Hilfe eines Schöpfbechers mit verlängertem Griff entnommen. Die oberste Schicht, ca. 20 cm, wird vor der Probenahme abgeschöpft, da sie sich aus jenem Feinanteil zusammensetzt, der sich an der Oberfläche absetzt. Die Proben werden in Kübel gefüllt, und diese, der Probenahmestelle entsprechend, beschriftet.

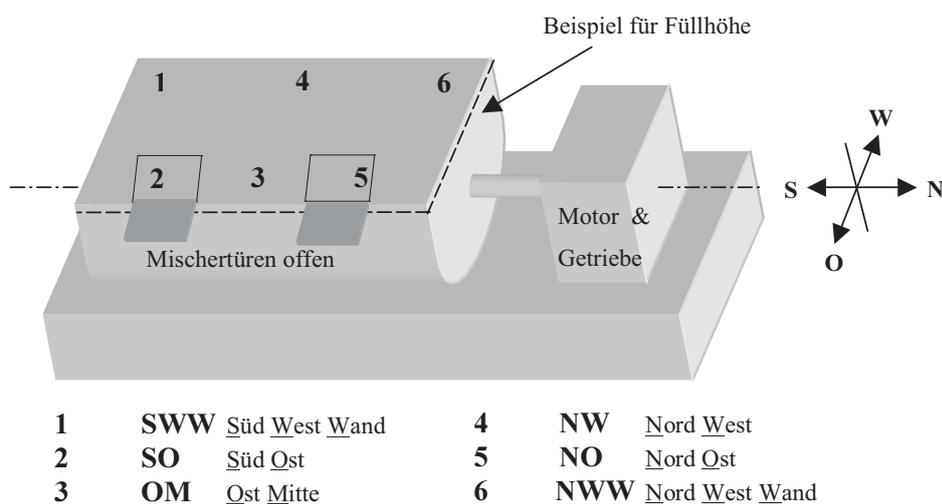


Abbildung 12: Schematische Darstellung des Mischerinneren und den Orten der Probenahme (gültig für FPA- N und FPA- S)

An den Probenahmestellen Nr. 2 und 5 (Abbildung 12) werden die Proben aus tieferen Stellen gezogen.

4.2 Konfidenzintervall für das Mischgütemaß

Ein Konfidenzintervall gibt den Bereich an, indem der Messwert mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit liegt. Ein Konfidenzintervall von 95 % ist somit derjenige Bereich, in dem der Messwert mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % liegt. Erwünscht ist immer ein schmales Konfidenzintervall. Durch Erhöhung des Stichprobenumfanges kann die Breite des Intervalls verringert werden.

Der Variationskoeffizient (V) (siehe Glg. 12, S. 21) für den Siebrückstands SR bei 0,09 mm des Produktes Klebespachtel wurde ermittelt und ist in Tabelle 3 aufgelistet. In dieser Tabelle sind auch der Mittelwert (\bar{x}) der einzelnen Analysenergebnisse und die Standardabweichung (s) erwähnt.

	MZ 20 [s]	MZ 30 [s]	MZ 40 [s]	MZ 50 [s]	MZ 60 [s]
\bar{x} [%]	53,82	52,62	53,45	53,35	53,18
s [m%]	0,098	0,075	0,152	0,122	0,133
V [%]	0,18	0,14	0,28	0,23	0,25

Tabelle 3: Ermittelter Variationskoeffizient V für den Siebrückstand SR bei 0,09 mm des Produktes Klebespachtel zu allen Mischzeiten. MZ bedeutet Mischzeit.

Die Werte der Variationskoeffizienten werden im Programm *Statgraphics* auf Normalverteilung überprüft. Diese Verteilung wird bestätigt.

Im weiteren Schritt werden die Konfidenzintervallgrenzen der Variationskoeffizienten bei 95 % mit Hilfe der Chi-Quadrat-Verteilung berechnet. In technischen Bereichen beträgt die Wahrscheinlichkeit meist 95 % bis 99 %. [11]

Die Ermittlung dieses Konfidenzintervalls wird ebenfalls im Programm *Statgraphics* durchgeführt.

In Abbildung 13 sind die Werte des Mischgütemaßes (V) mit den Konfidenzintervallgrenzen bei 95 % abgebildet.

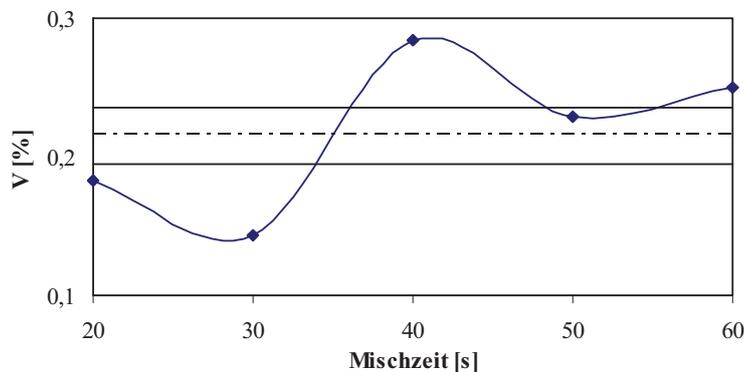


Abbildung 13: Variationskoeffizient V für den Siebrückstand SR bei $0,09$ mm des Produktes Klebespachtel aufgetragen gegen die Mischzeit mit den Konfidenzintervallgrenzen bei 95 %.

4.3 Überprüfung der Messgenauigkeit

Wie bereits im Kapitel 3.1.3 (S. 21) erwähnt wurde, bestimmt die gewählte Anzahl der Proben die Aussagegenauigkeit der Analyse. Da aus durchführungstechnischen Gründen die Anzahl der Proben pro Mischzeit die Zahl 6 (Abbildung 12, S. 26) nicht übersteigen sollte, wurde im ersten Schritt dieser Arbeit die Genauigkeit des aussagestärksten Messverfahrens überprüft. Bei der Zusammensetzung der Proben ist zu erwarten, dass die Siebanalyse das aussagekräftigste Messverfahren ist. Dabei ist der Siebrückstand SR am $0,09$ mm Sieb in erster Linie ein Hinweis darauf, wie gut das jeweilige Bindemittel ($< 0,09$ mm) im Produkt verteilt ist. In den hier untersuchten Produkten ist das Bindemittel Zement, Kalk oder Gips. Bei der Fraktion größer $90 \mu\text{m}$ handelt es sich um Zuschläge (Sandfraktionen), Leichtzuschläge (z. B. Perlit) und teilweise Additive in geringen Mengen.

Für die Überprüfung der Messgenauigkeit wurde das Produkt Klebespachtel (siehe Anhang 1) bei den Mischzeiten MZ 20, 30, 40, 50 und 60 Sekunden analysiert und ausgewertet. Im gleichen Zuge wurde die Probe bei den erwähnten Mischzeiten an der Probenahmestelle OM 6 mal am Sieb $90 \mu\text{m}$ gemessen. Somit konnte die Standardabweichung der Messmethode s_M berechnet werden.

	MZ 20 [s]	MZ 30 [s]	MZ 40 [s]	MZ 50 [s]	MZ 60 [s]
s [m%]	0,098	0,075	0,152	0,122	0,133
s_M [m%]	0,140	0,134	0,129	0,097	0,133

Tabelle 4: Ergebnisse der Standardabweichung s aller Probenahmestellen (SWW bis NWW) und der Standardabweichung der Messmethode s_M (an einer Probenahmestelle: OM) bei der Siebanalyse $SR < 90 \mu\text{m}$ des Produktes Klebespachtel

In Tabelle 4 ist der geringe Unterschied zwischen der Standardabweichung der Messmethode s_M und der Standardabweichung s aufgezeigt. In Abbildung 14 und Abbildung 15 sind diese zwei Standardabweichungen mit den Konfidenzintervallgrenzen bei 95 % dargestellt.

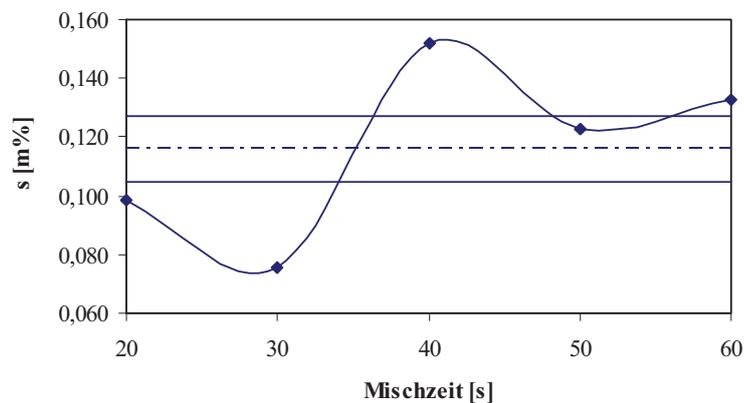


Abbildung 14: Standardabweichung s des Siebrückstands SR bei $0,09 \text{ mm}$ aller sechs Probenahmestellen zu den fünf Mischzeiten. Untersucht wurde das Produkt Klebespachtel.

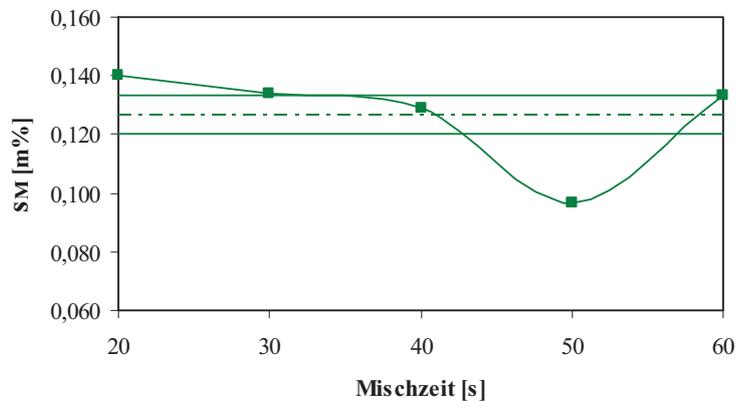


Abbildung 15: Standardabweichung der Messmethode s_M des Siebrückstands SR bei 0,09 mm an einer Probenahmestelle (OM) zu den fünf Mischzeiten (sechsmal wiederholt gemessen). Untersucht wurde das Produkt Klebespachtel.

Den Kurven aus Abbildung 14 und Abbildung 15 liegt dieselbe Probenanzahl zugrunde. Somit ist ein Vergleich der Breite der Konfidenzintervalle zulässig. Je schmaler ein solches Intervall ist, desto geringer ist die Differenz am wahren Wert. Aus den Abbildungen ist erkennbar, dass eine Messmethode vorhanden ist, deren Abweichung kleiner ist als die Abweichung der Standardabweichung der Gesamtprobe s . Somit lässt sich der effektive Mischzustand am Ende des Mischprozesses bestimmen [10]. Die sechs gezogenen Proben je Mischzeiten sind repräsentativ für die Gesamtprobe.

Auf weitere Messgenauigkeitsuntersuchungen wird in der vorliegenden Arbeit nicht weiter eingegangen.

5 Durchführung der Untersuchungen

Nachdem die Vorgehensweise bei der Probenahme, die Überprüfung der Messgenauigkeit, die Festlegung des Mischgütemaßes und dessen Konfidenzintervall festgelegt wurden, konnte der Problemstellung der Optimierung der Mischzeit nachgegangen werden. Als Mischzeit gilt definitionsgemäß der Zeitraum, der zwischen dem Zeitpunkt des Beschickungsendes aller Komponenten und dem Beginn des Entleervorganges liegt [12].

5.1 Mischversuche im Werk

5.1.1 Mischversuche am Produkt Klebespachtel

Als erstes Produkt wurde in dieser Arbeit eines aus der Produktgruppe der Kleber und Spachtelmassen gewählt: Die Baunit Klebespachtel. Dieses Produkt zählt mit einem Größtkorn von 0,6 mm zu den feineren Produkten der Firma. Nähere Produktinformationen sind im Anhang 1 nachzulesen.

Die Klebespachtel wurde in der FPA– N am Mischer Lödige DB 4200 beprobt. Dem Mischer wurden nach den Zeiten 20, 30, 40, 50 und 60 Sekunden jeweils 6 Proben (siehe Abbildung 12, S. 26) entnommen. Insgesamt wurden somit 30 Proben analysiert und ausgewertet. An diesem Produkt sollte einerseits die Messgenauigkeit (siehe Kapitel 4.3) untersucht werden und andererseits die optimale Mischzeit gefunden werden. Dieses Produkt wird momentan 60 Sekunden gemischt. Die Aufgabe der Komponenten erfolgt gleichzeitig, wobei das Bindemittel und die Additive im Süden des Mischers, und die Zuschläge im Norden aufgegeben werden.

Die einzelnen Laboruntersuchungen aller vier untersuchten Produkte sind in Kapitel 5.3.2 (in Tabelle 5 und Tabelle 6, S. 37) aufgelistet.

5.1.2 Mischversuche am Produkt Estrich E 225 HG

Als weiteres Produkt wurde in dieser Arbeit eines aus der großen Produktpalette der Estriche der Firma Wopfinger Baustoffindustrie GmbH ausgewählt: E 225 HG. Unter 225 ist die Festigkeitsklasse größer 20 N/mm² zu verstehen und mit HG ist der

Handglätter gemeint. HG steht also kennzeichnend für die Verarbeitungsmethode. Weitere Details zum Produkt E 225 HG können im Anhang 2 nachgelesen werden.

Die aktuelle Mischzeit dieses Produktes beträgt 75 Sekunden. Im Zuge dieser Diplomarbeit wurde der E 225 HG bei den Mischzeiten 30, 45, 60, 75, 90 und 105 Sekunden am Mischer Lödige DB 4200 in der FPA- N untersucht. Dazu wurde nach jeder Mischzeit der Mischer abgestellt, die 2 Seitenklappen geöffnet und 6 Proben je Mischung, wie in Kapitel 4.1 (S. 26) beschrieben, entnommen. Für jede Mischzeit wurde der Mischer neu befüllt.

5.1.3 Mischversuche am Produkt Maschinenputz Innen MPI 30

Das dritte zu untersuchende Produkt war der MPI 30. Er gehört der weitreichenden Produktpalette der Putze an. MPI 30 ist ein Kalk-/ Zementputz, der im Innenbereich angewandt wird. Nähere Produktinformationen können im Produktdatenblatt im Anhang 3 nachgelesen werden.

Der MPI 30 wird in der Mischanlage FPA- S gemischt. Die aktuelle Mischzeit beträgt 60 Sekunden. Im Zuge der Optimierung der Mischzeit sollen anhand dieses Produktes auch zwei für den Mischablauf wichtige Verfahrensfragen abgeklärt werden:

5.1.3.1 Unterschied im Aufgabeort

Mit der Abklärung der ersten Frage wurde der Unterschied der beiden Mischanlagen FPA- N und FPA- S verifiziert: Die FPA- N dosiert im Süden des Mixers (Lödige DB 4200) Bindemittel und Additive und im Norden des Mixers die Zuschläge (siehe Abbildung 4, S. 14). Die FPA- S gibt das Bindemittel ebenfalls im Süden des Mixers (Lödige DB 4200) auf, die Zuschläge im Norden. Die produktspezifischen Additive werden jedoch über eine eigene Waage in der Mitte des Mixers aufgegeben (siehe Abbildung 5, S. 15). Der Mischer wird in beiden Fällen mit allen 3 Komponenten gleichzeitig beschickt. Da die Additive meist nur fünf Prozent der aufgegebenen Menge ausmachen, wurde von der Firma Wopfinger Baustoffindustrie GmbH die Frage gestellt, ob man durch eine mittige Aufgabe eine schnellere Homogenisierung des Produktes erreicht.

5.1.3.2 Unterschied in der Reihenfolge der Aufgabe

Die zweite Fragestellung sollte die optimale Reihenfolge der Komponentenaufgabe in den Mischer klären. Im Werk Wopfing wird bis dato mit einer gleichzeitigen Dosierung aller Komponenten gemischt. Anhand des Produktes MPI 30 sollte weiters beantwortet werden, ob es eine Mischzeitersparnis bei einer Vorvermischung des Bindemittels mit den Zuschlägen und anschließender Dosierung der Additive gibt, oder ob das Mischergebnis mit gleichzeitiger Zugabe aller Komponenten dasselbe Ergebnis bringt.

5.1.3.3 Umsetzung der Beprobung

Das Produkt MPI 30 wurde bei den Mischzeiten 30, 40, 50 und 60 Sekunden an der FPA- S beprobt. Um die Auswertungen in Bezug auf die erste Fragestellung vergleichsweise anführen zu können, wurde im weiteren Versuch an der Anlage FPA- S die FPA- N simuliert, indem die Additive über Handeinwaage über die Bindemittelwaage aufgegeben wurden. Dieses Prozedere wurde bei den obig genannten Mischzeiten durchgeführt. Alle Komponenten wurden in diesen Versuchen gleichzeitig dosiert.

In einem weiteren Versuch wurde der MPI 30 bei den Mischzeiten 30, 40, 50 und 60 Sekunden beprobt, aber diesmal wurde zuerst das Bindemittel und die Zuschläge vorgelegt und kurz homogenisiert. Anschließend wurden erst die Additive, wie in FPA- S üblich, mittig nachgegeben.

Insgesamt wurden mit dem Produkt MPI 30 zwölf einzelne Mischungen zu den genannten Zeiten und Dosierreihenfolgen gefahren. Somit waren es 72 einzelne Proben an denen, die in der Tabelle 6 (S. 37) erwähnten, Untersuchungen durchzuführen waren.

5.1.4 Mischversuche am Produkt Gipsglättputz

Dieser Gips-/Kalk- Trockenfertigmörtel wird in der FPA-S im Mischer m-tec M 4200 gemischt. Nähere Produktinformationen können im Produktdatenblatt im Anhang 4 nachgelesen werden.

Die aktuelle Mischzeit beträgt 75 Sekunden, die sich folgendermaßen zusammensetzt:

- Zuerst werden Zuschläge, Bindemittel und Additive gleichzeitig dosiert und 30 Sekunden gemischt (= Vormischzeit VMZ)
- Dann wird Perlit aufgegeben und 45 Sekunden gemischt (= Hauptmischzeit HMZ)

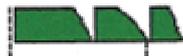
Das Produkt Gipsglättputz wurde bei folgenden Mischzeiten untersucht:

- 30 + 45 Sekunden (d.h.: 30 Sekunden VMZ und 45 Sekunden HMZ)
- 15 + 45 Sekunden
- 30 + 30 Sekunden
- 30 + 20 Sekunden

Bei diesem Produkt gilt es zu verifizieren, ob die Hauptmischzeit, die aktuell 45 Sekunden beträgt, bereits eine Zerstörung des Perlites verursacht.

5.2 Mischprotokoll

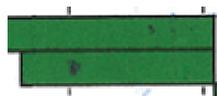
In Abbildung 16 ist der zeitliche Mischablauf dargestellt. Zum besseren Verständnis werden hier folgende Symbole erläutert:



Befüllen der Dosierwaagen mit den jeweiligen Komponenten



Entleeren der jeweiligen Komponente von der Waage in den Mischer



Der untere Balken symbolisiert die effektive Gesamtmischzeit (in diesem Fall: 80 Sekunden)



Entleeren des Mixers

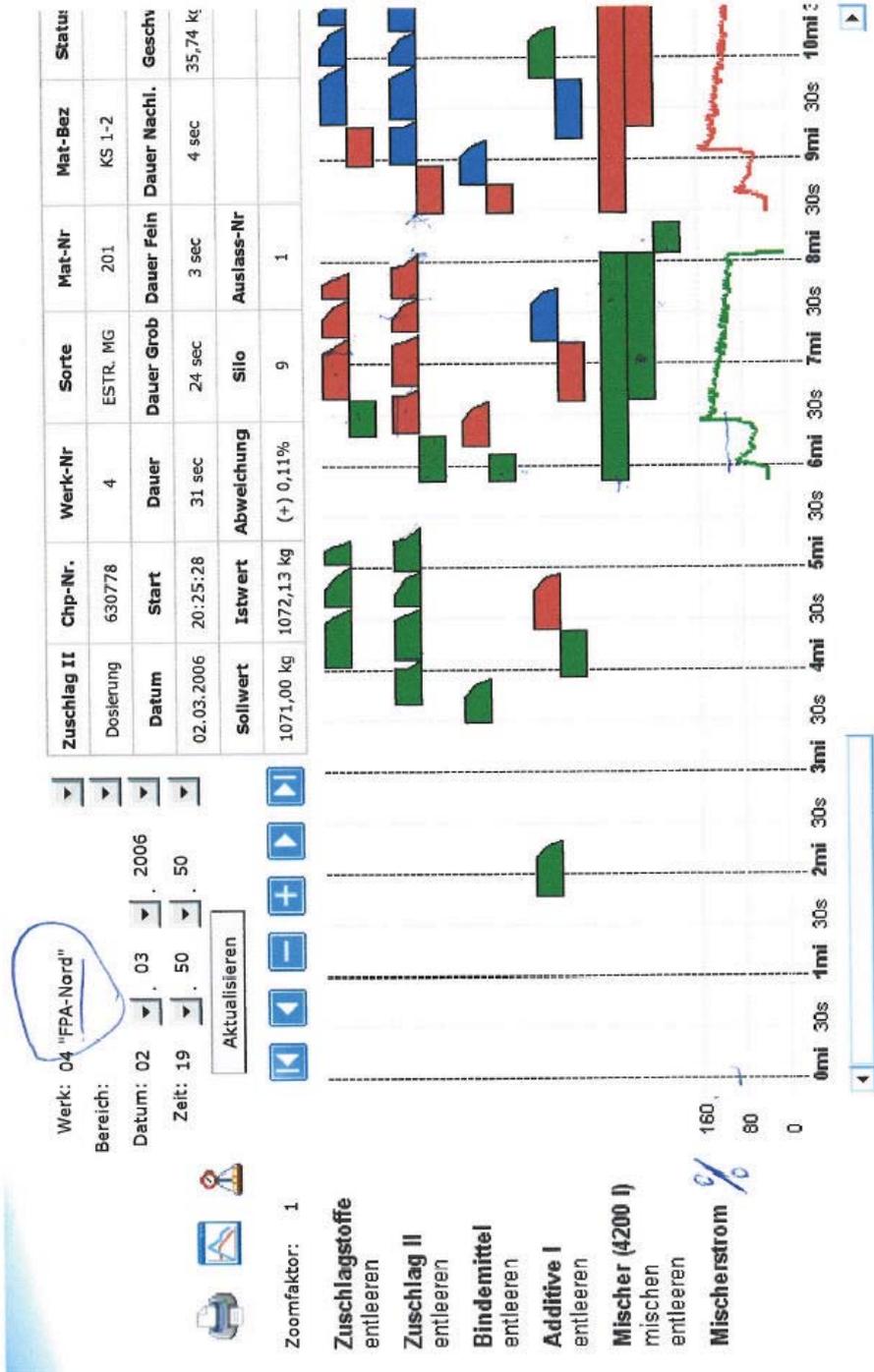


Abbildung 16: Mischprotokoll (Lödige DB 4200) der FPA- N

Aus dem Mischprotokoll ist deutlich zu erkennen dass die Additive I als erstes auf die Bindemittelwaage entleert werden. Diese beiden Komponenten werden in den Mischerinnenraum aufgegeben, wenig später folgen die Zuschläge II. Ab diesem Zeitpunkt beginnt sich bereits die Mischerwelle zu drehen, obwohl der Mischer noch nicht vollständig befüllt ist. Grund dafür ist die Ausschließung eines möglichen Anfahrproblems der Mischerwelle wenn die Zuschlagstoffe aufgegeben werden. Ab dem Zeitpunkt, an dem sämtliche Zuschlagstoffe in den Mischerinnenraum entleert wurden, beginnt die Gesamtmischzeit des Produktes. In diesem Fall beträgt sie 80 Sekunden.

5.3 Laboruntersuchungen an den Produkten

5.3.1 Probenvorbereitung

Die aus dem jeweiligen Mischer (Lödige DB 4200, m-tec M 4200) gezogenen und in Kübel aufbewahrten Proben wurden im Labor den folgenden Untersuchungen, die natürlich produktspezifisch sind, unterzogen. Dafür wird die Probe im Kübel mit einer Laborschaukel gut vermischt und anschließend in einem Riffelteiler (siehe Abbildung 17) geteilt. Im Riffelteiler erfolgt eine Aufteilung des Materials in zwei repräsentative Teilmengen durch die wechselweise Anordnung der Durchlässe im Teilkopf.



Abbildung 17: Riffelteiler [27]

Diese für die Gesamtmischung repräsentativen Teilmengen werden den anschließend beschriebenen Untersuchungen unterzogen.

5.3.2 Durchführung der Untersuchungen

Laboruntersuchungen	Klebspachtel	Estrich E 225 HG
Siebanalyse	nach EN 1015-1 [13]	nach EN 1015-1 [13]
Schüttdichte	nach ÖNORM EN 459-2 [14]	nach ÖNORM EN 459-2 [14]
Ausbreitmaß		nach EN 1015-3 [15]
Mörtelgewicht		nach EN 1015-6 [17]
Luftporengehalt		nach EN 1015-7 [18]
Wasserrückhaltevermögen	nach EN 1015-8 [19]	
Zementgehalt	nach EN 196-2 [22]	nach EN 196-2 [22]
Glühverlust	Anlehnung an Norm EN 196-2 [23]	

Tabelle 5: Laboruntersuchungen an den Produkten Klebspachtel und E 225 HG

Laboruntersuchungen	MPI 30	Gipsglätputz
Siebanalyse	nach EN 1015-1 [13]	nach EN 1015-1 [13]
Schüttdichte	nach ÖNORM EN 459-2 [14]	nach ÖNORM EN 459-2 [14]
Ausbreitmaß	nach EN 1015-3 [15]	nach EN 13279-2 [16]
Mörtelgewicht	nach EN 1015-6 [17]	nach EN 1015-6 [17]
Luftporengehalt	nach EN 1015-7 [18]	nach EN 1015-7 [18]
Wasserrückhaltevermögen	nach EN 1015-8 [19]	nach EN 1015-8 [19]
Abbindezeit nach Vicat	nach EN 13279-2 [20]	nach EN 13279-2 [20]
Konsistenzprüfung (Tauchkolben)		nach EN196-3 [21]
Zementgehalt	nach EN 196-2 [22]	
SO₃- Gehalt		nach EN 196-2 [22]

Tabelle 6: Laboruntersuchungen an den Produkten MPI 30 und Gipsglätputz

Einige der Prüfeinrichtungen sind in folgenden Bildern dargestellt:



Abbildung 18: Siebturm [28]



Abbildung 19: Ausbreitmaßtisch [29]

Die Siebanalyse ist ein Verfahren zur Ermittlung der Korngrößenverteilung von Schüttgütern. Sie spielt vor allem in der Qualitätssicherung eine große Rolle.

Das Ausbreitmaß, das Wasserrückhaltevermögen und der Tauchkolbentest treffen eine Aussage über die Konsistenz der Probe.



Abbildung 20: Luftporentopf [30]



Abbildung 21: Gerätesatz zur Bestimmung des Wasserrückhaltevermögens nach dem Filterplattenverfahren [31]

Zur Bestimmung der Abbindezeit nach Vicat wurde der Trockenmörtel mit derselben Menge Wasser angerührt wie in den Untersuchungen für Ausbreitmaß, Mörtelgewicht, Luftporengehalt und Wasserrückhaltevermögen.

Die Abbindezeit wurde am Produkt Gipsglättputz nach der Norm, EN 13279-2 [20] untersucht. Für das Produkt MPI 30 gibt es keine spezielle Norm. Es wurde in Anlehnung an EN 13279-2 [20] wie folgt vorgegangen:

Als Maß für die Abbindezeit gilt die Eindringtiefe der Vicat- Nadel in den Prüfkuchen:

- 22 ± 2 mm Abbindebeginn
- < 1 mm Abbindeende

In Abbildung 22 ist die Kurve der Eindringtiefe der Vicatnadel im Intervall von 10 Minuten beim Produkt MPI 30 zu erkennen.

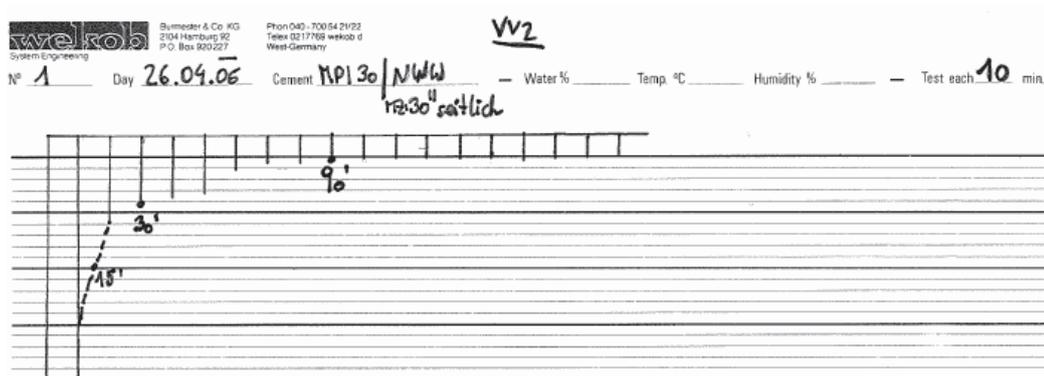


Abbildung 22: Abbindezeitkurve nach Vicat vom Produkt MPI 30

Bei der Bestimmung der Abbindezeit des Produktes Gipsglättputz wurde die Vicat-Prüfvorrichtung im Zementlabor verwendet. Der Unterschied zur Variante mit dem Papierstreifen (bei MPI 30) ist der, dass die Registrierung der Messdatenpunkte digital erfolgt. Die Messwerte der Eindringtiefe werden in Form einer Kurve wiedergegeben. Sämtliche Parameter können eingestellt werden. Der Zeitpunkt des Abbindebeginns und /-endes kann an der Kurve abgelesen werden bzw. wird auch im Fenster darunter angezeigt (siehe Abbildung 23).

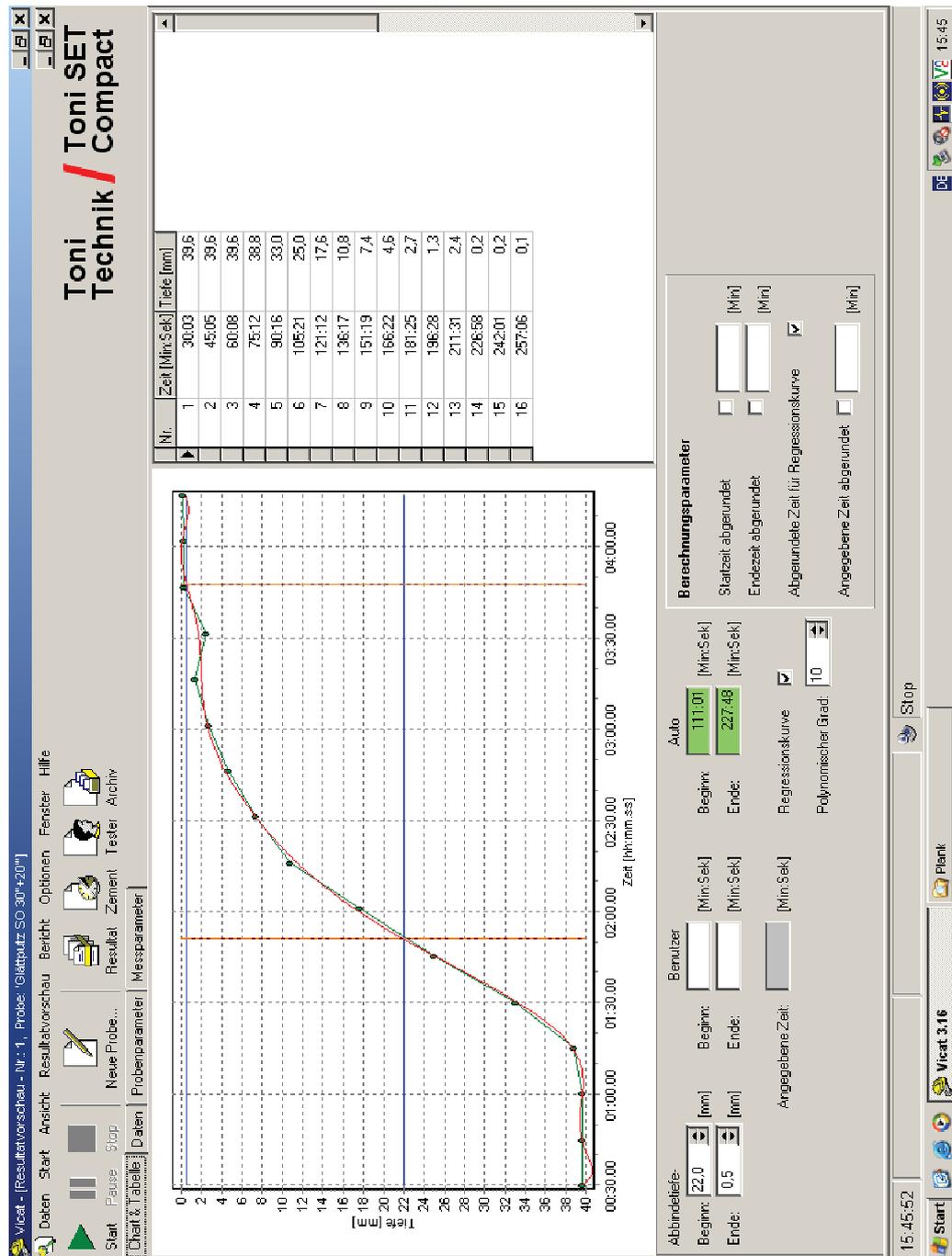
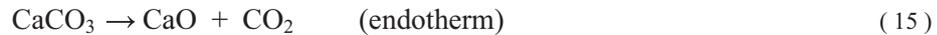


Abbildung 23: Abbindezeitkurve nach Vicat vom Produkt Gipsglättputz; Tabelle mit Einstichzahl (Nr.), Zeitpunkt und Tiefe des Einstiches; Folgende Einstellungen sind möglich: Abbinde Tiefe (Beginn und Ende), Art und Polynomgrad der Kurve. Abbindebeginn und -ende kann im grau unterlegten Feld abgelesen werden. Zur Kontrolle wird die Wertetabelle verwendet.

Bei der Konsistenzprüfung mit dem Tauchkolben wurde die Analyse jeder einzelnen Probe dreimal durchgeführt, da es speziell bei dieser Bestimmung einige Fehlerquellen gibt. Der Mittelwert dieser drei Messwerte wurde als repräsentativer Messwert notiert.

Diese Bestimmung des Glühverlustes wurde beim Produkt Klebespachtel, in Anlehnung an die Norm, EN196-2 [23], durchgeführt.

Die Glühverlustbestimmung ist eine Prüfmethode mit der bei 450°C auf die Verteilung des Anteils an organischer Substanz in der Mischung rückgeschlossen werden kann. Bei 950°C erfolgt die Entsäuerung der karbonatischen Bestandteile nach Glg. 15:



Diese Bestimmungsmethode wurde in der vorliegenden Arbeit am Produkt Klebespachtel durchgeführt, um Rückschluss auf die Verteilung dieser Substanzen in der Mischung treffen zu können. Die Vorgehensweise wird im Folgenden erläutert:

Vorerst wird der Tiegel abgewogen, anschließend 2 bis 4 g der Probe eingewogen. Beide Gewichte werden notiert. Die mit Probe befüllten Tiegel werden für 3 Stunden bei 450 °C in den Ofen gestellt und danach im Exsikkator auf Raumtemperatur abgekühlt. Dann werden die Tiegel wieder gewogen und die Masse notiert. Die Proben werden eine weitere Stunde in den Ofen bei 950 °C gestellt um den Glühverlust bei dieser Temperatur festzustellen. Danach werden sie ebenfalls im Exsikkator auf Raumtemperatur abgekühlt und daraufhin abgewogen. Die Berechnung erfolgt laut Glg. 16.

$$GLV_{450^\circ\text{C}} = \frac{m_2}{m_1} \cdot 100 \quad [\%] \quad (16)$$

GLV	Glühverlust
m_1	Masse der Einwaage vor 450 °C [g]
m_2	Masse der Auswaage nach 450 °C [g]

Analog wurde der Glühverlust der Probe bei 950 °C berechnet.

6 Statistische Auswertung der Messwerte

In diesem Kapitel sind die Variationskoeffizienten (Glg. 12, S. 28) der einzelnen Laboruntersuchungen zu den jeweiligen Mischzeiten für jedes Produkt dargestellt. Die zugehörigen Konfidenzintervallgrenzen von 95 % sind den jeweiligen Tabellen zu entnehmen.

6.1.1 Produkt Klebespachtel

In Abbildung 24 bis Abbildung 26 ist das Mischgütemaß (Variationskoeffizient V [%]) graphisch dargestellt. Eine Interpretation bezüglich der optimalen Mischzeit folgt im Kapitel 7.2 (auf S. 63).

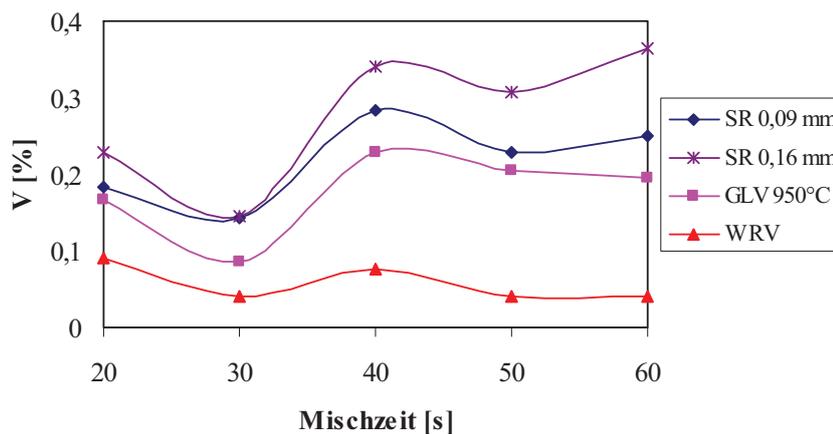


Abbildung 24: Variationskoeffizient V der Siebrückstände SR bei 0,09 mm und 0,16 mm, des Glühverlustes GLV 950°C und des Wasserrückhaltevermögens WRV gegen die Mischzeit aufgetragen; untersucht am Produkt Klebespachtel

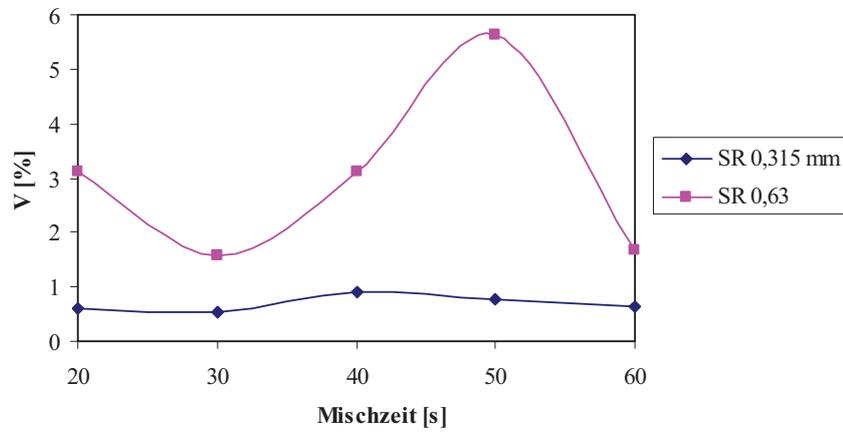


Abbildung 25: Variationskoeffizient V der Siebrückstände SR bei 0,315 mm und 0,63 mm gegen die Mischzeit aufgetragen; untersucht am Produkt Klebespachtel

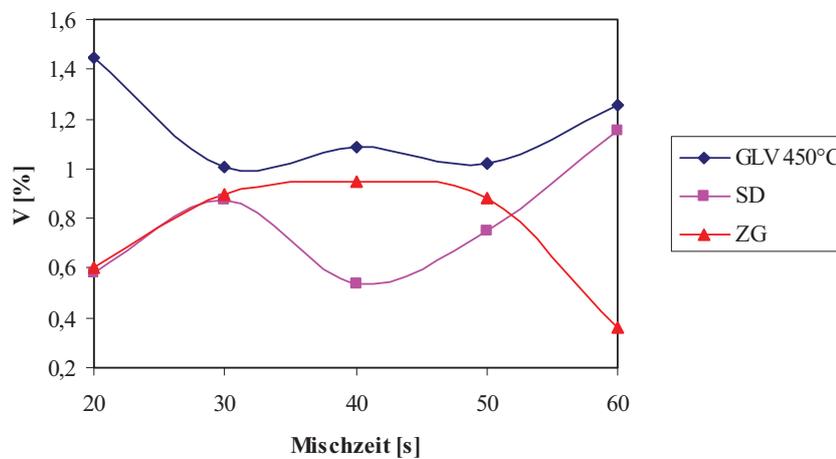


Abbildung 26: Variationskoeffizient V des Glühverlustes GLV bei 450°C, der Schüttdichte SD und des Zementgehaltes ZG gegen die Mischzeit aufgetragen; untersucht am Produkt Klebespachtel

In Tabelle 7 sind die mittleren Variationskoeffizienten \bar{V} pro Laboruntersuchung aller Mischzeiten mit ihren Konfidenzintervallgrenzen bei 95 % tabelliert.

Laboruntersuchungen	\bar{V} [%]	untere Grenze	obere Grenze
Siebrückstand SR bei 0,09 mm	0,216	0,195	0,236
Siebrückstand SR bei 0,16mm	0,278	0,243	0,313
Siebrückstand SR bei 0,315 mm	0,692	0,635	0,749
Siebrückstand SR bei 0,63 mm	3,018	2,406	3,629
Glühverlust GLV 450°C	1,164	1,094	1,234
Glühverlust GLV 950°C	0,176	0,156	0,196
Schüttdichte SD	0,778	0,686	0,870
Zementgehalt ZG	0,740	0,647	0,833
Wasserrückhaltevermögen WRV	0,058	0,048	0,067

Tabelle 7: mittlerer Variationskoeffizient \bar{V} der einzelnen Laboruntersuchungen zu allen Mischzeiten des Produktes Klebespachtel mit den Konfidenzintervallgrenzen bei 95 %

6.1.2 Produkt E 225 HG

In Abbildung 27 bis Abbildung 29 ist das Mischgütemaß (Variationskoeffizient V [%]) graphisch dargestellt. Eine Interpretation bezüglich der optimalen Mischzeit folgt im Kapitel 7.2 (auf S. 63).

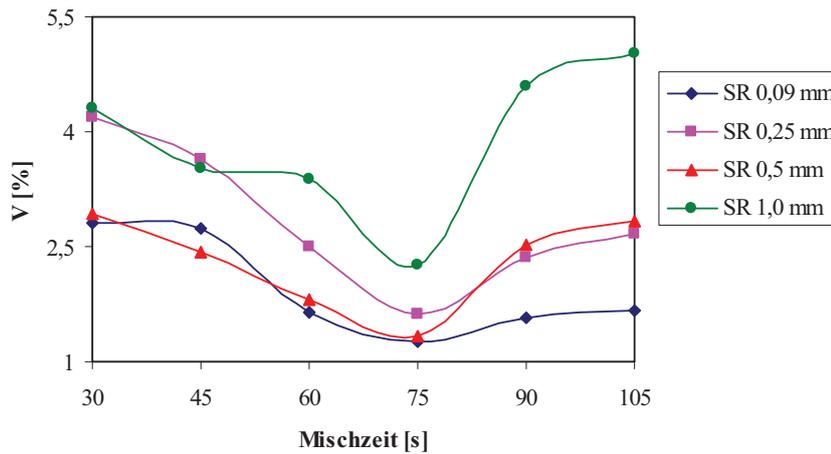


Abbildung 27: Variationskoeffizient V der Siebrückstände SR bei 0,09; 0,25; 0,5; 1,0 mm, aufgetragen gegen die Mischzeit; untersucht am Produkt Estrich E 225 HG

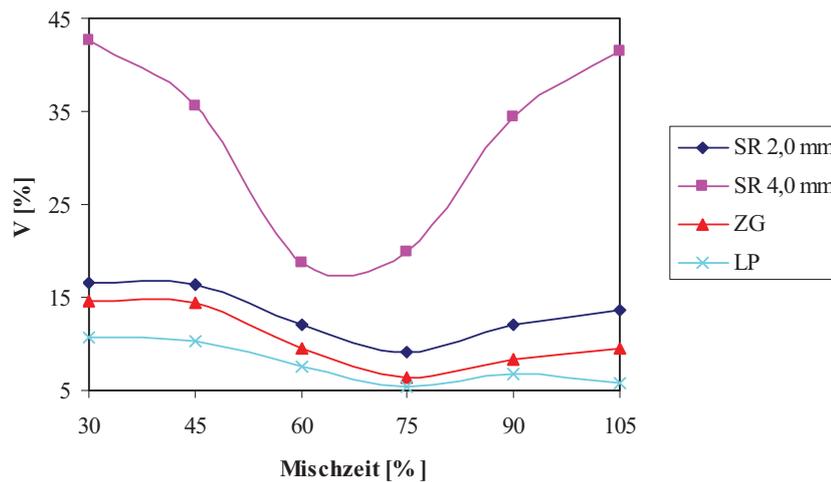


Abbildung 28: Variationskoeffizient V der Siebrückstände SR bei 2,0 mm und 4,0 mm, des Zementgehaltes ZG und der Luftporen LP, aufgetragen gegen die Mischzeit; untersucht am Produkt Estrich E 225 HG

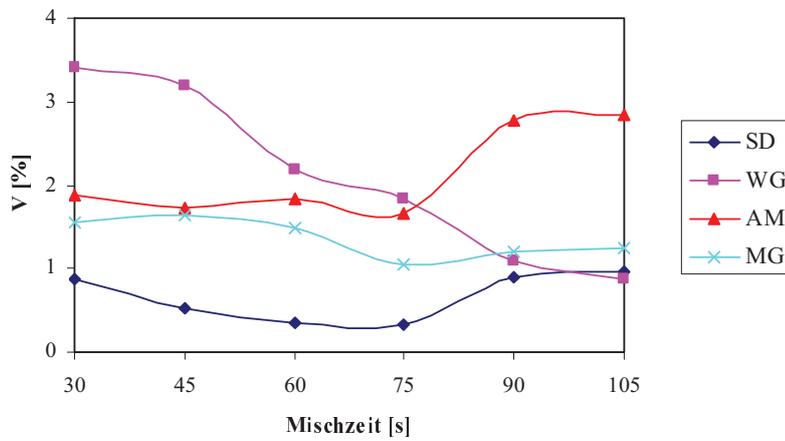


Abbildung 29: Variationskoeffizient V der Schüttdichte SD, des Wassergehaltes WG, des Ausbreitmaßes AM, des Mörtelgewichtes MG, aufgetragen gegen die Mischzeit; untersucht am Produkt Estrich E 225 HG

In Tabelle 8 sind die mittleren Variationskoeffizienten \bar{V} pro Laboruntersuchung aller Mischzeiten mit ihren Konfidenzintervallgrenzen bei 95 % tabelliert.

Laboruntersuchungen	\bar{V} [%]	untere Grenze	obere Grenze
Siebrückstand SR bei 0,09 mm	1,952	1,728	2,175
Siebrückstand SR bei 0,25mm	2,875	2,569	3,181
Siebrückstand SR bei 0,5 mm	2,310	2,102	2,518
Siebrückstand SR bei 1,0 mm	3,852	3,513	4,190
Siebrückstand SR bei 2,0 mm	13,290	12,314	14,266
Siebrückstand SR bei 4,0 mm	32,14	28,618	35,662
Schüttdichte SD	0,657	0,557	0,756
Zementgehalt ZG	10,458	9,336	11,580

Wassergehalt WG	2,097	1,742	2,451
Luftporen LP	6,927	6,199	7,655
Ausbreitmaß AM	2,122	1,942	2,302
Mörtelgewicht MG	1,360	1,280	1,440

Tabelle 8: mittlerer Variationskoeffizient \bar{V} der einzelnen Laboruntersuchungen zu allen Mischzeiten des Produktes Estrich E 225 HG mit den Konfidenzintervallgrenzen bei 95 %

6.1.3 Produkt MPI 30

6.1.3.1 Gleichzeitige Dosierung aller Komponenten; Additive mittig aufgegeben

In Abbildung 30 bis Abbildung 33 ist das Mischgütemaß (Variationskoeffizient V [%]) graphisch dargestellt. Eine Interpretation bezüglich der optimalen Mischzeit /-variante folgt im Kapitel 7.2 (auf S. 63).

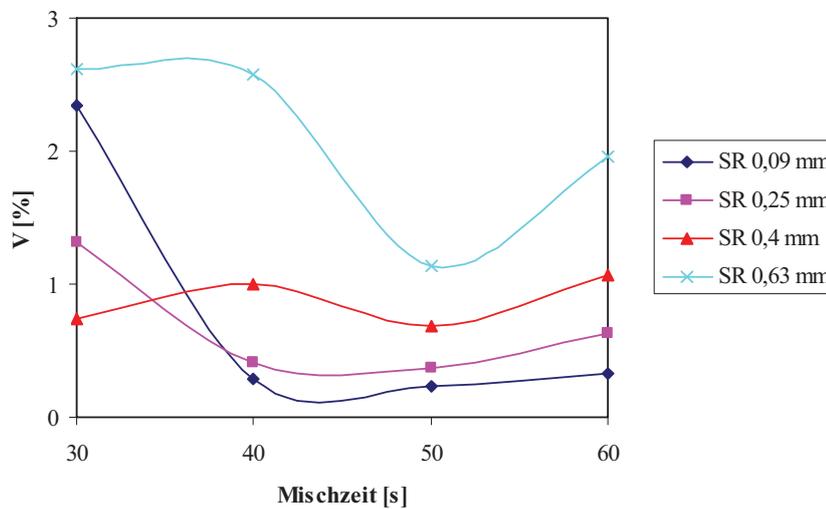


Abbildung 30: Variationskoeffizient V der Siebrückstände SR bei 0,09; 0,25; 0,4 und 0,63 mm, aufgetragen gegen die Mischzeit; untersucht am Produkt MPI 30; Mischvariante: alle Komponenten gleichzeitig, Additive mittig aufgegeben

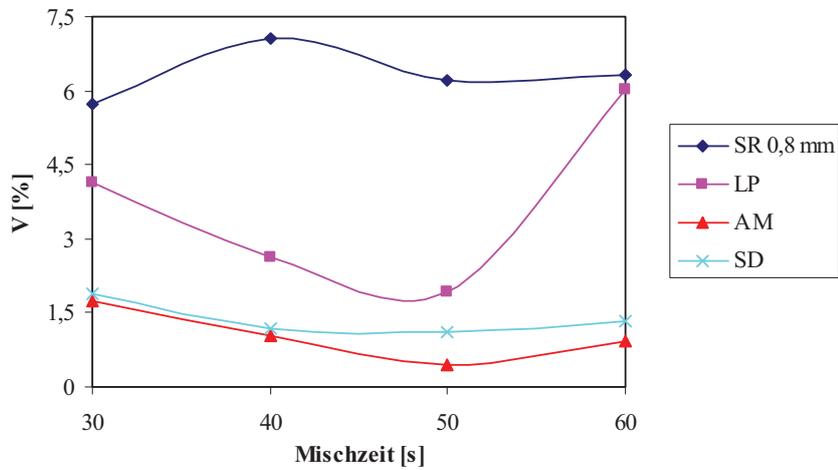


Abbildung 31: Variationskoeffizient V der Siebrückstände SR bei 0,8 mm, des Luftporengehaltes LP, des Ausbreitmaßes AM, der Schüttdichte SD, aufgetragen gegen die Mischzeit; untersucht am Produkt MPI 30; Mischvariante: alle Komponenten gleichzeitig, Additive mittig aufgegeben

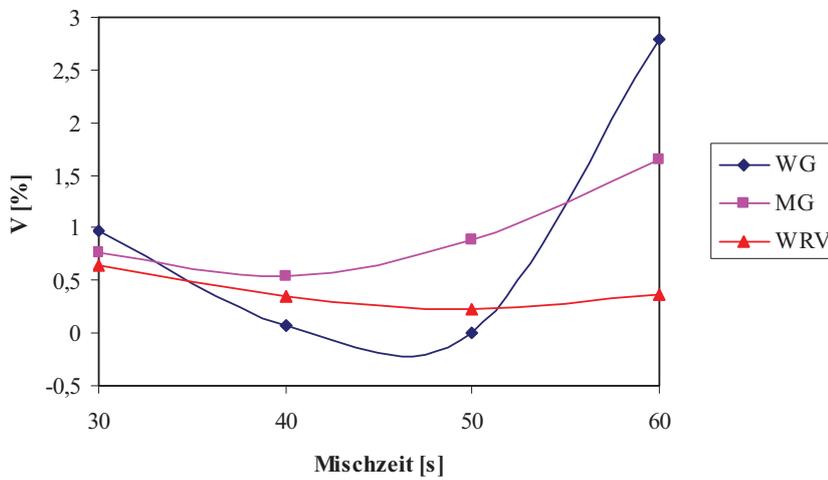


Abbildung 32: Variationskoeffizient V des Wassergehaltes WG, des Mörtelgewichtes MG und des Wasserrückhaltevermögens WRV, aufgetragen gegen die Mischzeit; untersucht am Produkt MPI 30; Mischvariante: alle Komponenten gleichzeitig, Additive mittig aufgegeben

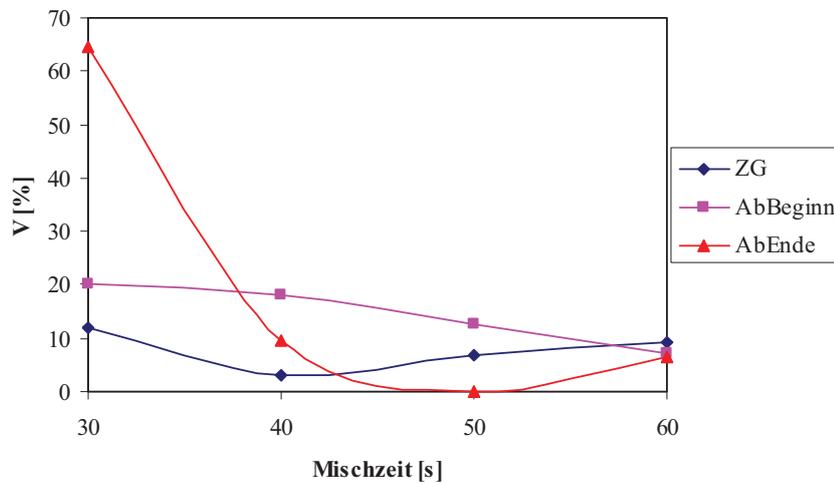


Abbildung 33: Variationskoeffizient V des Zementgehaltes ZG, des Abbindebeginns und Abbindeendes, aufgetragen gegen die Mischzeit; untersucht am Produkt MPI 30; Mischvariante: alle Komponenten gleichzeitig, Additive mittig aufgegeben

In Tabelle 9 sind die mittleren Variationskoeffizienten \bar{V} pro Laboruntersuchung aller Mischzeiten mit ihren Konfidenzintervallgrenzen bei 95 % tabelliert.

Laboruntersuchungen	\bar{V} [%]	untere Grenze	obere Grenze
Siebrückstand SR bei 0,09 mm	0,800	0,366	1,234
Siebrückstand SR bei 0,25mm	0,678	0,494	0,862
Siebrückstand SR bei 0,4 mm	0,873	0,795	0,951
Siebrückstand SR bei 0,63 mm	2,068	1,774	2,361
Siebrückstand SR bei 0,8 mm	6,320	6,089	6,550
Ausbreitmaß AM	1,045	0,819	1,270
Schüttdichte SD	1,385	1,238	1,532
Zementgehalt ZG	7,815	6,240	9,385

Wassergehalt WG	0,958	0,401	1,506
Luftporen LP	3,673	2,905	4,441
Mörtelgewicht MG	0,960	0,756	1,164
Wasserrückhaltevermögen WRV	0,398	0,321	0,474
Abbindebeginn AbBeginn	14,513	12,292	16,732
Abbindeende AbEnde	20,118	7,490	32,740

Tabelle 9: mittlerer Variationskoeffizient \bar{V} der einzelnen Laboruntersuchungen des Produktes MPI 30 mit den Konfidenzintervallgrenzen bei 95 %; Mischvariante: alle Komponenten gleichzeitig, Additive mittig aufgegeben

6.1.3.2 Gleichzeitige Dosierung aller Komponenten; Additive seitlich aufgegeben

In Abbildung 34 bis Abbildung 37 ist das Mischgütemaß (Variationskoeffizient V [%]) graphisch dargestellt. Eine Interpretation bezüglich der optimalen Mischzeit Mischvariante folgt im Kapitel 7.2 (auf S. 63).

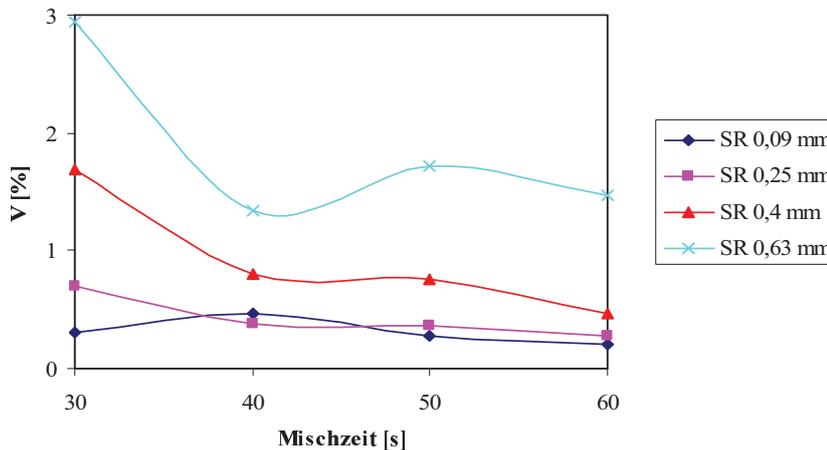


Abbildung 34: Variationskoeffizient V der Siebrückstände SR bei 0,09; 0,25; 0,4 und 0,63 mm, aufgetragen gegen die Mischzeit; untersucht am Produkt MPI 30; Mischvariante: alle Komponenten gleichzeitig, Additive seitlich aufgegeben

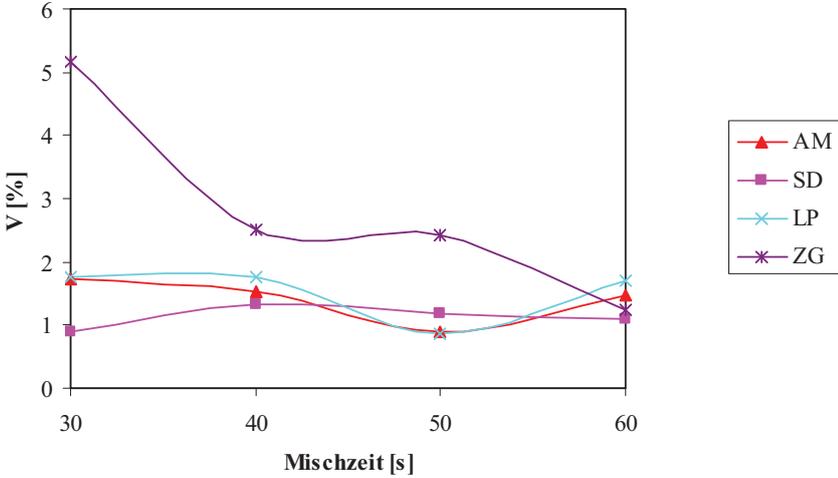


Abbildung 35: Variationskoeffizient V des Ausbreitmaßes AM, der Schüttdichte SD, des Luftporengehaltes LP und des Zementgehaltes ZG, aufgetragen gegen die Mischzeit; untersucht am Produkt MPI 30; Mischvariante: alle Komponenten gleichzeitig, Additive seitlich aufgegeben

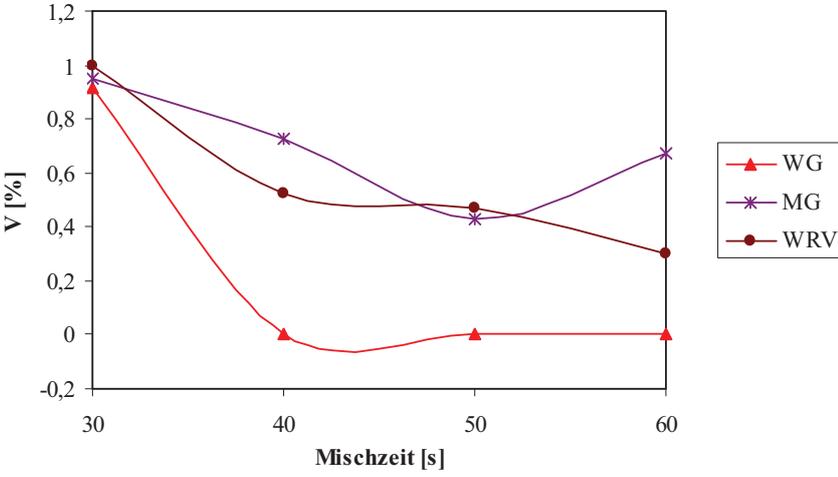


Abbildung 36: Variationskoeffizient V des Wassergehaltes WG, des Mörtelgewichtes MG und des Wasserrückhaltevermögens aufgetragen gegen die Mischzeit; untersucht am Produkt MPI 30; Mischvariante: alle Komponenten gleichzeitig, Additive seitlich aufgegeben

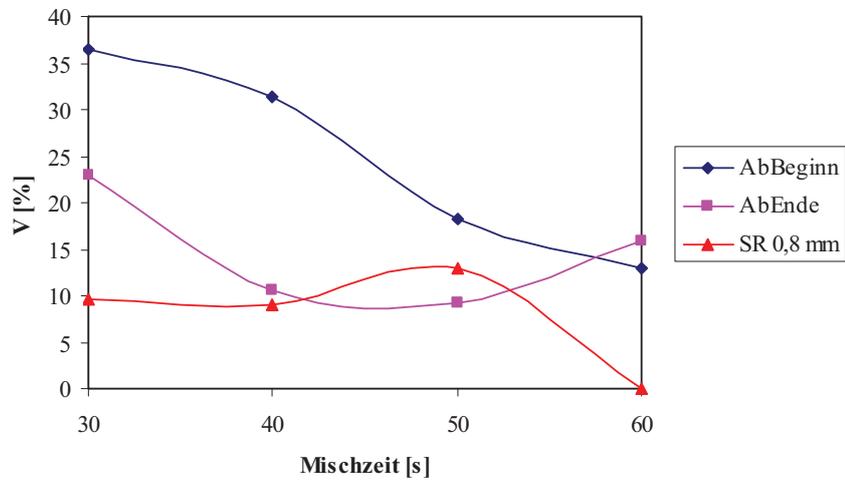


Abbildung 37: Variationskoeffizient V des Abbindebeginns, des Abbindeendes und des Siebrückstandes SR bei 0,8 mm, aufgetragen gegen die Mischzeit; untersucht am Produkt MPI 30; Mischvariante: alle Komponenten gleichzeitig, Additive seitlich aufgegeben

In Tabelle 10 sind die mittleren Variationskoeffizienten \bar{V} pro Laboruntersuchung aller Mischzeiten mit ihren Konfidenzintervallgrenzen bei 95 % tabelliert.

Laboruntersuchungen	\bar{V} [%]	untere Grenze	obere Grenze
Siebrückstand SR bei 0,09 mm	0,315	0,267	0,363
Siebrückstand SR bei 0,25mm	0,43	0,351	0,509
Siebrückstand SR bei 0,4 mm	0,92	0,697	1,143
Siebrückstand SR bei 0,63 mm	1,87	1,56	2,18
Siebrückstand SR bei 0,8 mm	7,92	5,58	10,26
Ausbreitmaß AM	1,40	1,249	1,551
Schüttdichte SD	1,135	1,062	1,208
Zementgehalt ZG	2,83	2,131	3,534
Wassergehalt WG	0,23	0,036	0,424
Luftporen LP	1,513	1,326	1,699

Mörtelgewicht MG	0,698	0,607	0,788
Wasserrückhaltevermögen WRV	0,573	0,446	0,699
Abbindebeginn AbBeginn	24,75	20,089	29,410
Abbindeende AbEnde	14,678	12,036	17,319

Tabelle 10: mittlerer Variationskoeffizient \bar{V} der einzelnen Laboruntersuchungen des Produktes MPI 30 mit den Konfidenzintervallgrenzen bei 95 %; Mischvariante: alle Komponenten gleichzeitig, Additive seitlich aufgegeben

6.1.3.3 Sandfraktionen und Bindemittel vorgelegt, dann Additive mittig aufgegeben

In Abbildung 38 bis Abbildung 40 ist das Mischgütemaß (Variationskoeffizient V [%]) graphisch dargestellt. Eine Interpretation bezüglich der optimalen Mischzeit /-variante folgt im Kapitel 7.2 (auf S. 63).

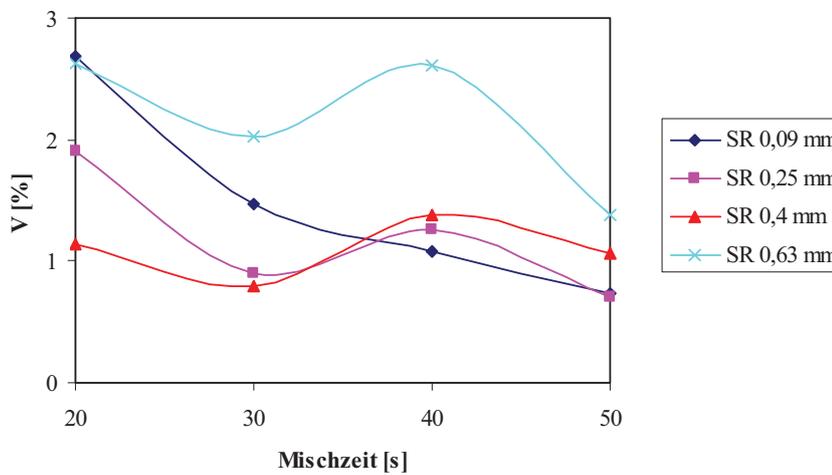


Abbildung 38: Variationskoeffizient V der Siebrückstände SR bei 0,09; 0,25; 0,4 und 0,63 mm, aufgetragen gegen die Mischzeit; untersucht am Produkt MPI 30; Mischvariante: Sandfraktionen und Bindemittel vorgelegt, dann Additive mittig aufgegeben.

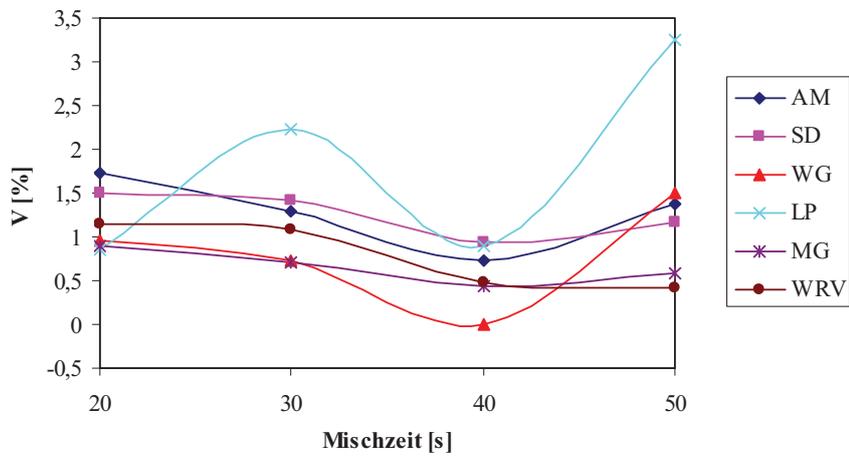


Abbildung 39: Variationskoeffizient V des Ausbreitmaßes AM, der Schüttdichte SD, des Wassergehaltes WG, des Luftporengehaltes LP, des Mörtelgewichtes MG und des Wasserrückhaltevermögens WRV, aufgetragen gegen die Mischzeit; untersucht am Produkt MPI 30; Mischvariante: Sandfraktionen und Bindemittel vorgelegt, dann Additive mittig aufgegeben.

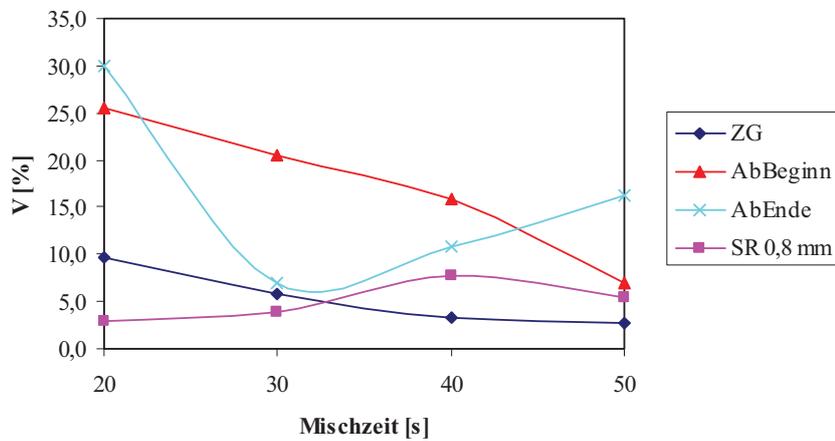


Abbildung 40: Variationskoeffizient V des Zementgehaltes ZG, des Abbindebeginns, des Abbindeendes und des Siebrückstandes SR 0,8 mm, aufgetragen gegen die Mischzeit; untersucht am Produkt MPI 30; Mischvariante: Sandfraktionen und Bindemittel vorgelegt, dann Additive mittig aufgegeben.

In Tabelle 11 sind die mittleren Variationskoeffizienten \bar{V} pro Laboruntersuchung aller Mischzeiten mit ihren Konfidenzintervallgrenzen bei 95 % tabelliert.

Laboruntersuchungen	\bar{V} [%]	untere Grenze	obere Grenze
Siebrückstand SR bei 0,09 mm	1,493	1,135	1,851
Siebrückstand SR bei 0,25mm	1,19	0,965	1,415
Siebrückstand SR bei 0,4 mm	1,098	0,997	1,199
Siebrückstand SR bei 0,63 mm	2,16	1,91	2,41
Siebrückstand SR bei 0,8 mm	5,003	4,116	5,889
Ausbreitmaß AM	1,28	1,105	1,457
Schüttdichte SD	1,25	1,142	1,358
Zementgehalt ZG	5,41	4,066	6,754
Wassergehalt WG	0,798	0,533	1,062
Luftporen LP	1,808	1,32	2,298
Mörtelgewicht MG	0,66	0,579	0,741
Wasserrückhaltevermögen WRV	0,785	0,626	0,944
Abbindebeginn AbBeginn	17,268	13,945	20,59
Abbindeende AbEnde	15,992	11,742	20,243

Tabelle 11: mittlerer Variationskoeffizient \bar{V} der einzelnen Laboruntersuchungen des Produktes MPI 30 mit den Konfidenzintervallgrenzen bei 95 %; Mischvariante: Sandfraktionen und Bindemittel vorgelegt, dann Additive mittig aufgegeben

6.1.3.4 Vergleich der Variationskoeffizienten der 3 Mischvarianten

Damit auch ein graphischer Vergleich der Variationskoeffizienten V der verschiedenen Mischvarianten am Produkt MPI 30 erfolgen kann, sind Abbildung 41 bis Abbildung 45 angeführt. Die Abbildungen beinhalten die wichtigsten Untersuchungsparameter:

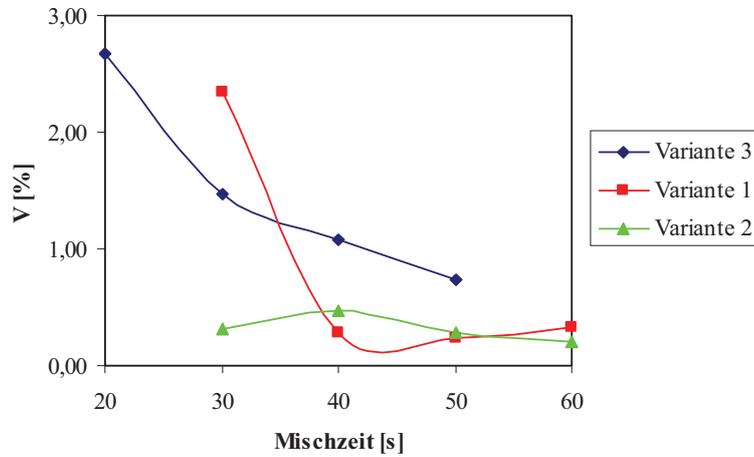


Abbildung 41: Vergleich der Variationskoeffizienten V des Siebrückstandes SR bei 0,09 mm, untersucht am Produkt MPI 30:
 Variante 1: Komponenten gleichzeitig aufgegeben; Additive mittig
 Variante 2: Komponenten gleichzeitig aufgegeben; Additive seitlich
 Variante 3: Sandfraktionen und Bindemittel vorgelegt; dann Additive mittig nachgegeben

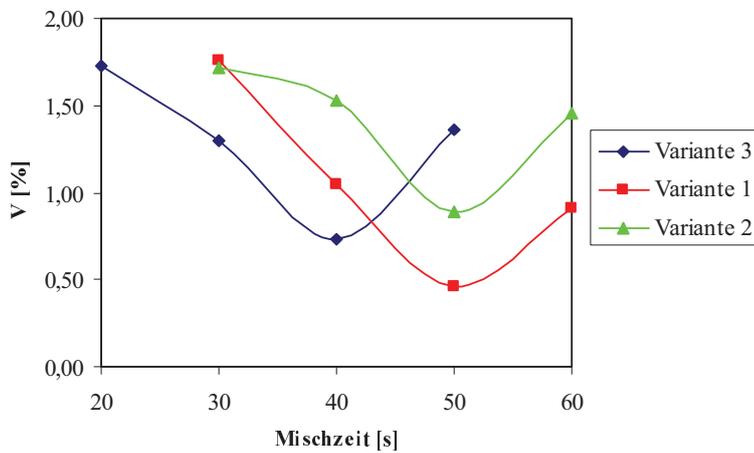


Abbildung 42: Vergleich der Variationskoeffizienten V des Ausbreitmaßes, untersucht am Produkt MPI 30:
 Variante 1: Komponenten gleichzeitig aufgegeben; Additive mittig
 Variante 2: Komponenten gleichzeitig aufgegeben; Additive seitlich
 Variante 3: Sandfraktionen und Bindemittel vorgelegt; dann Additive mittig nachgegeben

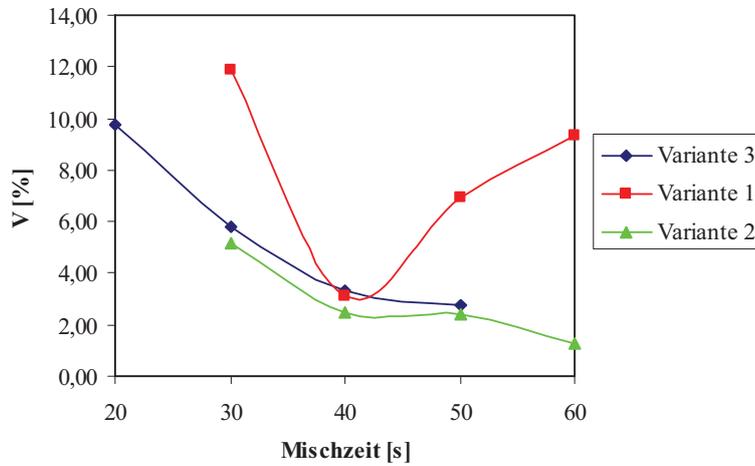


Abbildung 43: Vergleich der Variationskoeffizienten V des Zementgehaltes, untersucht am Produkt MPI 30:

Variante 1: Komponenten gleichzeitig aufgegeben; Additive mittig

Variante 2: Komponenten gleichzeitig aufgegeben; Additive seitlich

Variante 3: Sandfraktionen und Bindemittel vorgelegt; dann Additive mittig nachgegeben

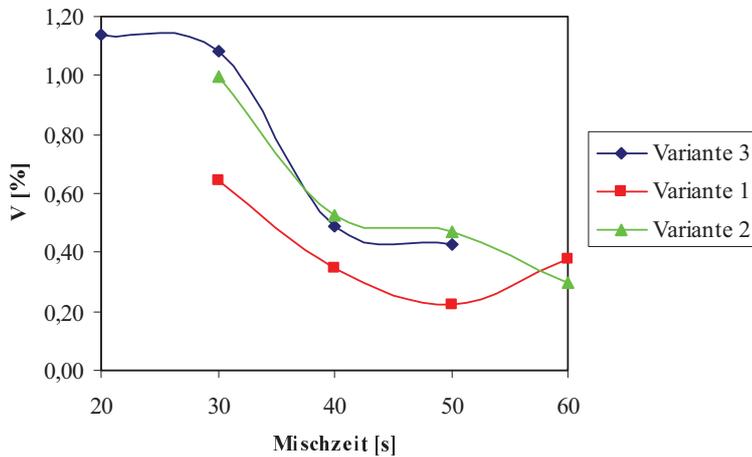


Abbildung 44: Vergleich der Variationskoeffizienten V des Wasserrückhaltevermögens, untersucht am Produkt MPI 30:

Variante 1: Komponenten gleichzeitig aufgegeben; Additive mittig

Variante 2: Komponenten gleichzeitig aufgegeben; Additive seitlich

Variante 3: Sandfraktionen und Bindemittel vorgelegt; dann Additive mittig nachgegeben

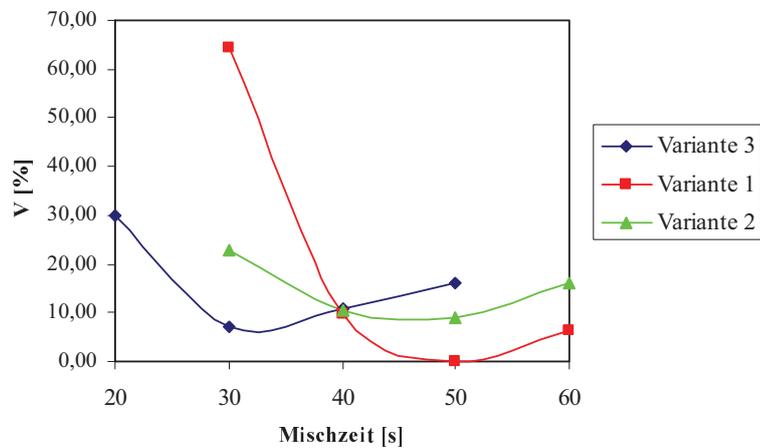


Abbildung 45: Vergleich der Variationskoeffizienten V des Abbindeendes, untersucht am Produkt MPI 30:
Variante 1: Komponenten gleichzeitig aufgegeben; Additive mittig
Variante 2: Komponenten gleichzeitig aufgegeben; Additive seitlich
Variante 3: Sandfraktionen und Bindemittel vorgelegt; dann Additive mittig nachgegeben

Eine Schlussfolgerung auf die optimale Mischvariante und Mischzeit folgt im Kapitel 7.2 (auf S. 63).

6.1.4 Produkt Gipsglättputz

In Abbildung 46 bis Abbildung 49 ist das Mischgütemaß (Variationskoeffizient V [%]) graphisch dargestellt. Eine Interpretation bezüglich der optimalen Mischzeit folgt im Kapitel 7.2 (auf S. 63).

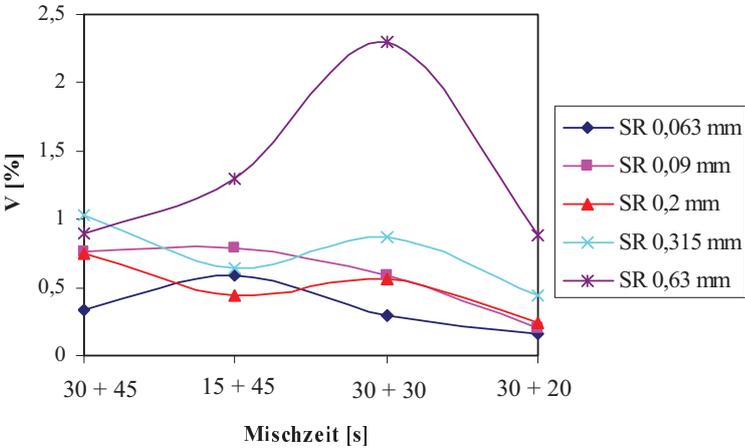


Abbildung 46: Variationskoeffizient V der Siebrückstände SR bei 0,063; 0,09; 0,2; 0,315 und 0,63 mm, aufgetragen gegen die Mischzeit; untersucht am Produkt Gipsglättputz

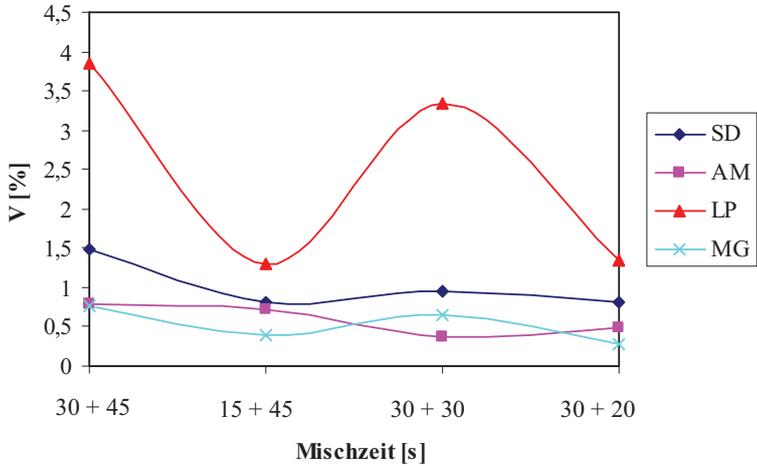


Abbildung 47: Variationskoeffizient V der Schüttdichte SD, des Ausbreitmaßes AM, des Luftporengehaltes LP und des Mörtelgewichtes MG, aufgetragen gegen die Mischzeit; untersucht am Produkt Gipsglättputz

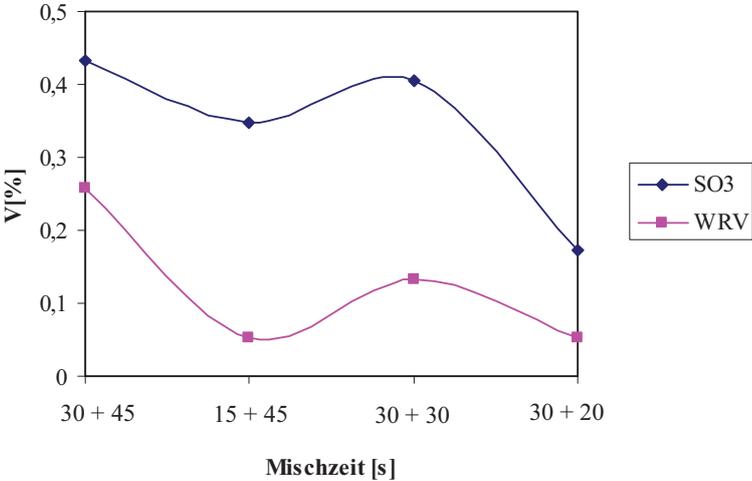


Abbildung 48: Variationskoeffizient V des SO₃ – Gehaltes und des Wasserrückhaltevermögens WRV, aufgetragen gegen die Mischzeit; untersucht am Produkt Gipsglättputz

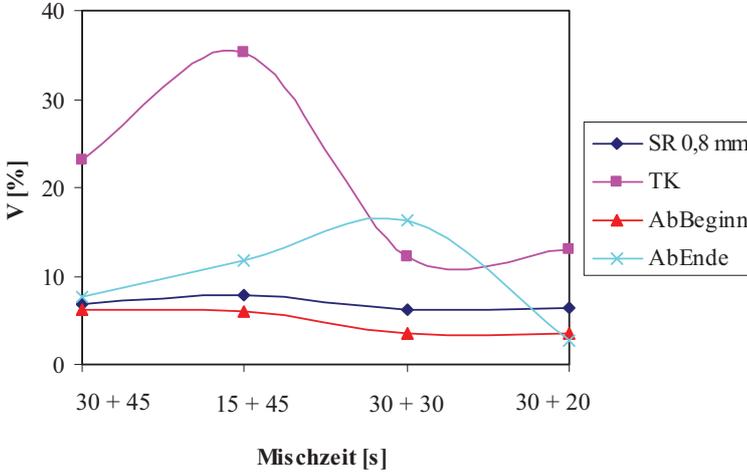


Abbildung 49: Variationskoeffizient V des Siebrückstandes SR bei 0,8 mm; des Tauchkolbens TK, des Abbindebeginns und Abbindeendes, aufgetragen gegen die Mischzeit; untersucht am Produkt Gipsglättputz

In Tabelle 12 sind die mittleren Variationskoeffizienten \bar{V} pro Laboruntersuchung aller Mischzeiten mit ihren Konfidenzintervallgrenzen von 95 % tabelliert.

Laboruntersuchungen	\bar{V} [%]	untere Grenze	obere Grenze
Siebrückstand SR bei 0,063 mm	0,345	0,269	0,421
Siebrückstand SR bei 0,09mm	0,585	0,469	0,701
Siebrückstand SR bei 0,2 mm	0,498	0,407	0,588
Siebrückstand SR bei 0,315 mm	0,748	0,637	0,859
Siebrückstand SR bei 0,63 mm	1,345	1,065	1,625
Siebrückstand SR bei 0,8 mm	6,823	6,502	1,154
Schüttdichte SD	1,018	0,88	1,154
Ausbreitmaß AM	0,598	0,515	0,68
Luftporen LP	2,458	1,896	3,019
Mörtelgewicht MG	0,523	0,429	0,616
Wasserrückhaltevermögen WRV	0,123	0,083	0,162
Tauchkolben TK	20,86	16,287	25,438
SO₃ – Gehalt SO₃	0,338	0,288	0,387
Abbindebeginn AbBeginn	4,763	4,121	5,404
Abbindeende AbEnde	9,598	7,159	12,036

Tabelle 12: mittlerer Variationskoeffizient \bar{V} der einzelnen Laboruntersuchungen des Produktes Gipsglätputz mit den Konfidenzintervallgrenzen bei 95 %

7 Interpretation der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Von den sechs einzelnen Probenahmestellen wurden aus dem Pflugscharmischer gesamt 162 Einzelproben (4 Tonnen) gezogen und analysiert. Die Ergebnisse der Analysen können wie folgt interpretiert werden:

Je niedriger der Wert des Variationskoeffizienten ist, desto besser ist die Vermischung der Testsubstanz (siehe Kap. 3.1.2, S. 20). Folglich ist die Mischzeit, bei der der Variationskoeffizient am geringsten ist, die Optimale. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass sich die Variationskoeffizienten in optimalen Bereichen bewegen (vgl. Glg. 12, S. 20).

Die Endergebnisse der einzelnen Laboruntersuchungen wurden auf den geringsten Variationskoeffizienten hin beurteilt.

Mit einer Siebanalyse, Siebrückstand SR am 0,09 mm Sieb, lässt sich bei vielen Produkten auf die Verteilung des Bindemittels (< 0,09 mm) in der Gesamtmischung schließen. Dieser Analysenwert wurde daher bei den Produkten Klebespachtel, Estrich E 225 HG und MPI 30 als besonders aussagekräftiger Wert der Siebanalyse in der Schlussfolgerung auf die optimale Mischzeit herangezogen. Gleiches gilt für das Produkt Gipsglättputz beim Siebrückstand SR am 0,063 mm Sieb.

7.1 Mischmenge, Mischerfüllungsgrad und Stromaufnahme

Bei den Mischversuchen wurde auch Protokoll über die Mischmenge, den Mischerfüllungsgrad und die Stromaufnahme geführt.

Im Allgemeinen wird ein Mischerfüllungsgrad von 70 % angestrebt. Ist die Stromaufnahme des Mixers zu hoch werden Füllungsgrade im Bereich von 55 % bis 60 % akzeptiert (vgl. Produkt Klebespachtel und Estrich E 225 HG in Tabelle 13).

Produkt	Mischmenge [t]	Mischerfüllungsgrad [%]	Stromaufnahme [%]
Klebespachtel	3,0	54	140/ 25 ^(*)
Estrich E 225 HG	4,2	56	146/ 73 ^(*)
MPI 30	4,2	66	67/ 56 ^(*)
Gipsglättputz	3,0	68	106/ 22 ^(*)

Tabelle 13: Mischdaten der untersuchten Produkte;

(*) 100 % Stromaufnahme = 180 A; 1. Wert = Spitzenstrom/ 2. Wert = konstanter Nennstrom

Eine Erhöhung des Füllungsgrades bei den Produkten Klebespachtel und Estrich E 225 HG ist deshalb nicht vorstellbar. Hier läge sonst der Spitzenstromwert im unakzeptablen Bereich. Eine Überlastung des Stromnetzes wäre die Folge.

7.2 Optimale Mischzeit

Für jedes Produkt wurden die Mischzeiten bei den niedrigsten Variationskoeffizienten der Analysen miteinander verglichen. Dabei konnte bei jedem Produkt eine eindeutige Tendenz hinsichtlich einer optimalen Mischzeit festgestellt werden.

Die aktuelle Mischzeit des Produktes Klebespachtel beträgt 60 Sekunden. Die Auswertung ergibt, dass sich in 7 von 9 Untersuchungen der geringste Wert des Variationskoeffizienten bei 30 Sekunden Mischzeit befindet. Eine Reduktion der aktuellen Mischzeit um 50 % ist somit möglich.

Die aktuelle Mischzeit des Produktes Estrich E 225 HG beträgt 75 Sekunden. Die Auswertung ergibt, dass sich in 10 von 12 Untersuchungen der geringste Wert des Variationskoeffizienten bei 75 Sekunden Mischzeit befindet. Die aktuelle Mischzeit ist somit optimal.

Die aktuelle Mischzeit des Produktes MPI 30 beträgt 60 Sekunden. Die aktuelle Mischvariante ist die Variante 1⁽¹⁾. Die Auswertung dieser Mischvariante ergibt, dass sich in 10 von 14 Untersuchungen der geringste Wert des Variationskoeffizienten bei 50 Sekunden Mischzeit befindet.

Die Auswertung der Variante 3⁽²⁾ ergibt, dass in 10 von 14 Untersuchungen der geringste Variationskoeffizient zwischen 40 und 50 Sekunden liegt. Bei der Variante 2⁽³⁾ beträgt die optimale Mischzeit in 12 von 14 Untersuchungen zwischen 50 und 60 Sekunden.

Zusammenfassend wird festgehalten, dass die Variante 3 zwar die kürzeste Hauptmischzeit (zw. 40 bis 50 Sekunden) hat, aber für das Vormischen der Sandfraktionen plus dem Bindemittel eine Mischzeit von 15 bis 20 Sekunden gewählt werden muss, sodass im Endeffekt die Gesamtmischdauer ca. 70 Sekunden dauern würde. Daraus ist zu schließen, dass das Vormischen der beiden Komponenten, sowohl im Hinblick auf die Mischzeitersparnis als auch auf die erreichte Homogenität (vgl. Variationskoeffizient von Variante 3 und 1 bei der Mischzeit 50 Sekunden), nicht von Vorteil ist.

Werden Variante 1 und Variante 2 miteinander verglichen, so ist deutlich zu erkennen, dass bei der Variante 1 eine Zeitersparnis von 10 Sekunden die Folge ist.

Die optimale Mischzeit und Mischvariante des MPI 30 sind daher:

- 50 Sekunden
- Variante 1

Dies bedeutet eine Reduktion der aktuellen Mischzeit um 10 Sekunden mit einer Beibehaltung der aktuellen Mischvariante (Variante 1 in FPA- S).

Für ähnliche Produkte, die an der FPA- N gemischt werden (Variante 2) ist eine Reduktion der Mischzeit von 60 auf 55 Sekunden zu empfehlen.

¹ Variante 1: Dosierung aller Komponenten gleichzeitig; mittige Aufgabe der Additive

² Variante 3: Bindemittel und Sandfraktionen vorgelegt und gemischt, dann Additive mittig aufgegeben

³ Variante 2: Dosierung aller Komponenten gleichzeitig; seitliche Aufgabe der Additive

Zusammenfassend lässt dies erkennen, dass die FPA- N für die Erreichung derselben Mischgüte wie die FPA- S fünf Sekunden länger mischen muss.

Die aktuelle Mischzeit des Produktes Gipsglätputz beträgt 30 Sekunden (Vormischzeit VMZ) + 45 Sekunden (Hauptmischzeit HMZ). Die Auswertung ergibt, dass sich in 13 von 15 untersuchten Parametern der geringste Wert des Variationskoeffizienten bei 30 + 20 Sekunden Mischzeit befindet. Damit ergibt sich eine Mischzeitersparnis von 25 Sekunden.

Durch die aktuelle Hauptmischzeit von 45 Sekunden wird das Perlit (Schüttdichte ca. 100 kg/m^3) bereits zerkleinert. Veränderungen der Produkteigenschaften sind die Folge. Durch die geringere Hauptmischzeit von 20 Sekunden ist anzunehmen, dass das Perlit weniger bis gar nicht zerkleinert wird.

7.3 Abhängigkeit der Mischzeit von der Korngröße

Grundsätzlich lässt sich zur erreichten Homogenität der Mischung in Abhängigkeit von der Mischzeit folgende Schlussfolgerung ziehen:

Je größer das Maximalkorn des Produktes ist, desto höher ist die betreffende optimale Mischzeit. Von den vier untersuchten Produkten ist das Produkt Estrich das Produkt mit der größten Korngröße. Die optimale Mischzeit ist, im Vergleich zu den anderen 3 Produkten, beim Estrich am längsten.

8 Resumée

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, eine Methode zu finden, nach der eine Bestimmung der Homogenität der Mischung möglich ist. Diese Zielsetzung wurde erreicht.

Im Vorfeld dieser Arbeit wurde ein statistisches Mischgütemaß festgelegt. Es wurden Analysen, abhängig von den zu untersuchenden Produkten, durchgeführt. Aufgrund deren Ergebnisse konnten Rückschlüsse auf die Verteilung der einzelnen Komponenten in der Mischung gemacht werden. Dabei wurde festgestellt, dass bei drei von den vier untersuchten Produkten eine Reduktion der Mischzeit eine bessere Homogenität der Produkte zur Folge hat. Auch konnte im Zuge dieser Untersuchungen die optimale Mischvariante festgestellt werden. Es ergibt sich, dass die von den Mischerherstellern vorgegebenen Mischzeiten der einzelnen Produkte nicht optimal sind. Die Verringerung der Mischzeit bedeutet ein wirtschaftlich verwertbares Ergebnis der Arbeit.

In Tabelle 14 sind die Ergebnisse zusammengefasst:

Produkt	Aktuelle Mischzeit [s]	Optimale Mischzeit [s]
Klebspachtel	60	30
Estrich E 225 HG	75	75
Maschinenputz MPI 30	60	50
Gipsglättoputz	30 + 45	30 + 20

Tabelle 14: Vergleich der aktuellen mit der optimalen Mischzeit

Die Mischvariante der gleichzeitigen Dosierung aller Komponenten mit mittiger Aufgabe der Additive erwies sich als die Idealste.

Literaturverzeichnis

- [1] RÄMMELE, M.: Siloanlagen mit integrierter Mischtechnik für die Zement- und Trockenmörtelindustrie. In: ZKG INTERNATIONAL, 52 No.7, 1999, von S. 358 bis 368
- [2] RÄMMELE, M.: Hochleistungsmischwerke in Stahlbauweise. In: ZKG INTERNATIONAL, 55 No.9, 2002, von S. 82 bis 89
- [3] PAHL, M.H.: Grundlagen des Feststoffmischens. In: Technische Mitteilungen des Hauses der Technik in Essen, 77. Jahrgang, Heft 12, Dezember 1984, (im Zuge einer Tagung von 13. und 14. 11. 1984), von S. 541 bis 550
- [4] BADURA, R.: Mischen von Kunststoffen – VDI-Verlag – Düsseldorf, 1983
- [5] RUZBEHL M., ALT C. und LÜCKE R.: Aufbereitungstechnik 6, 1982, von S. 316 bis 326
- [6] MÜLLER, W.: Dissertation, Universität Karlsruhe, 1966
- [7] SOMMER, K.: Mechanismen des Pulvermischens. Chem.- Ing.- Tech. 49, Nr.4, von S. 305- 311, 1977
- [8] DOLLING, E., RAUTENBACH, R.: Chemie Ing.- Tech. 43, 1971, von S. 123-128
- [9] HOLZMÜLLER, R.: Dissertation, Universität Stuttgart, 1984
- [10] SOMMER, K.: Ermittlung der Mischgüte nach der Mischzeit. In: Technische Mitteilungen des Hauses der Technik in Essen, 77. Jahrgang, Heft 12, Dezember 1984, (im Zuge einer Tagung von 13. und 14. 11. 1984), von S. 551-562
- [11] HAUSER G., KOCH TH., SOMMER K.: Bestimmung der Mischzeit eines Schaufelmischers mit Schnellentleerung für die Herstellung von Trockenmörtel und Putzen. – Aufbereitungstechnik Nr. 6, 1989
- [12] BRACKO, G.: Optimierung von Betonmischern. In: Baumaschine + Bautechnik BMT 11, 1983, von S. 536-540
- [13] EN 1015-1 (1999-01-01) „Prüfverfahren für Mörtel und Mauerwerk – Teil 1: Bestimmung der Korngrößenverteilung (durch Siebanalyse)“
- [14] ÖNORM EN 459-2 (2002-03-01) „Baukalk – Teil 2: Prüfverfahren“ Abschnitt 5.8 Schüttdichte
- [15] EN 1015-3 (1999-05-01) „Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerke – Teil 3: Bestimmung der Konsistenz von Frischmörtel (mit Ausbreittisch)“
- [16] EN 13279-2 (2004-10-01) „Gipsbinder und Gips-Trockenmörtel – Teil 2: Prüfverfahren“ Abschnitt 4.3.3 Ausbreittisch – Verfahren
- [17] EN 1015-6 (1999-01-01) „Prüfverfahren für Mörtel und Mauerwerk – Teil 6: Bestimmung der Rohdichte von Frischmörtel“
- [18] EN 1015-7 (1999-01-01) „Prüfverfahren für Mörtel und Mauerwerk – Teil 7: Bestimmung des Luftporengehaltes von Frischmörtel“
- [19] EN 1015-8 (1999-01-01) „Prüfverfahren für Mörtel und Mauerwerk – Teil 8: Bestimmung des Wasserrückhaltevermögens von Frischmörtel

-
- [20] EN 13279-2 (2004-10-01) „Gipsbinder und Gips-Trockenmörtel – Teil 2: Prüfverfahren“ Abschnitt 4.4.2
- [21] EN 196-3 (2005-04-01) „Prüfverfahren für Zement – Teil 3: Bestimmung der Erstarrungszeiten und der Raumbeständigkeit“ Abschnitt 5: Bestimmung der Normensteife
- [22] EN 196-2 (2005-04-01) „Prüfverfahren für Zement – Teil 2: Chemische Analyse von Zement“ Abschnitt 8: Bestimmung des Sulfats
- [23] EN 196-2 (2005-04-01) „Prüfverfahren für Zement – Teil 2: Chemische Analyse von Zement“ Abschnitt 7: Bestimmung des Glühverlustes
- [24] N.N.: Mischturmanlage
URL: http://www.m-tec-gmbh.de/AnlagenTechnik/Anlagen/MischturmanlageMTA/KonzeptMischturmanlage/MTA_500-4000
zuletzt abgerufen am 21.01.2007
- [25] N.N.: MS Mischer
URL: <http://www.m-tec-gmbh.de/AnlagenTechnik/Mischer/TypMS/PDF-Download/PospektMischerTypMS>
zuletzt abgerufen am 21.01.2007
- [26] N.N.: Kontinuierlicher Pflugscharmischer
URL: <http://www.mischer.com/grundlagen/kontinuierlicher-pflugscharmischer>
zuletzt abgerufen am 21.01.2007
- [27] N.N.: Riffelteiler
URL: <http://www.die-drahtweber.de/de/anwendungen-produkte/partikelanalyse/weitere-laborgeraete/riffelteiler-html>
zuletzt abgerufen am 21.01.2007
- [28] N.N.: Siebturm
URL: <http://www.fritsch.de/produkte/siebturm>
zuletzt abgerufen am 21.01.2007
- [29] N.N.: Ausbreitmaßtisch
URL: <http://www.forge.fh-potsdam.de/produkte/ausbreitmaetisch>
zuletzt abgerufen am 21.01.2007
- [30] N.N.: Luftporentopf
URL: <http://www.frisch.de/produkte/luftporentopf>
zuletzt abgerufen am 21.01.2007
- [31] N.N.: Gerätesatz zur Bestimmung des Wasserrückhaltevermögens nach dem Filterplattenverfahren
URL: http://www.testing.de/testing-katalog/1_50.pdf
zuletzt abgerufen am 28.01.2007

Anhang 1

Produktdatenblatt

1511

Baunit KlebeSpachtel Baunit KlebeSpachtel Spritzbar



Produkt	Werkgemischter, mineralischer Pulverkleber und Unterputzmörtel (Spachtelmasse) für das Baunit Wärmedämmverbundsystem EPS. Geprüft nach ETAG 004 im System.	
Zusammensetzung	Zement, organische Haftvermittler, Sande, Zusätze.	
Eigenschaften	Kleber und Unterputzmörtel für außen und innen mit hoher Klebekraft. Wasseraufnahmemehmend und gut verarbeitbar.	
Anwendung	Zum Kleben und Bewehren von Baunit FassadenDämmplatten EPS-F, Baunit FassadenDämmplatten EPS-F plus und Baunit SockelDämmplatten XPS, sowie zum Überspachteln von ebenen, tragfähigen Putz- und Betonoberflächen. Für die maschinelle Verarbeitung mittels geeigneter Putzmaschine empfehlen wir Baunit KlebeSpachtel Spritzbar	
Technische Daten	Größtkorn:	0,6 mm
	Trockenrohddichte:	ca. 1400 kg/m ³
	Wärmeleitfähigkeit λ :	ca. 0,8 W/mK
	Dampfdiffusionswiderstandszahl μ :	ca. 50
	s_d -Wert:	0,15 m (bei 3 mm Schichtdicke)
	Wasserbedarf:	ca. 6-7 l/Sack
	Mindestschichtdicke:	2-3 mm
	Verbrauch:	Kleben: ca. 4,0-5,0 kg/m ² Spachteln: ca. 3,5-4,5 kg/m ²

Einstufung lt. Chemikaliengesetz	Gefahrensymbol: Xi reizend
	R-Sätze: R 36: Reizt die Augen R 38: Reizt die Haut R 43: Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich
	S-Sätze: S 2: Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen S 24: Berührung mit der Haut vermeiden S 25: Berührung mit den Augen vermeiden S 26: Bei Berührung mit den Augen gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren. S 27: Beschmutzte, getränkte Kleidung sofort ausziehen S 28: Bei Berührung mit der Haut sofort abwaschen S 37: Geeignete Schutzhandschuhe tragen
	Der allgemeine Staubgrenzwert gemäß MAK-Werteliste von 2001 ist zu beachten. (Feinstaubkonzentration max. 6 mg/m ³ , Gesamtstaubkonzentration max. 15 mg/m ³) Im abgeordneten, erhärteten Zustand ist das Produkt unbedenklich.

Lagerung	Trocken auf Holzrost 12 Monate foliiert lagerfähig.
Qualitäts-sicherung	Eigenüberwachung durch unsere Werklabors. Fremdüberwachung der laufenden Produktionskontrolle durch eine notifizierte Stelle.
Lieferform	25 kg Säcke Lose im Silo
Untergrund	Der Untergrund muss sauber, trocken, frostfrei, staubfrei, nicht wasserabweisend, frei von Ausblühungen, tragfähig und frei von losen Teilen sein. Die Prüfung des Untergrundes hat nach den ÖNORMEN B 2259, B 3346 und B 6410 zu erfolgen. Die Ebenheit der Wand hat der ÖNORM DIN 18202 zu entsprechen.
Verarbeitung	<p>Anmischen: Pulverkleber in reines Wasser einstreuen und mit einem geeigneten Rührwerk durchmischen bis eine klumpenfreie Masse entsteht (im Durchlaufmischer konstante Wasserzugabe; ein Nachmischen mittels Rührwerk ist erforderlich). Etwa 5 Minuten rasten lassen und nochmals durchrühren. Verarbeitungszeit: ca. 1,5 Stunden. Bereits angesteiftes Material darf keines Falls mit Wasser wieder „gängig“ gemacht werden. Jede Beigabe von Zusatzmittel (z.B. Frostschutz, Schnellbinder) ist unzulässig.</p> <p>Baumit WärmedämmverbundSystem EPS:</p> <p>Kleberauftrag: Der Klebeauftrag erfolgt mittels der Rand-Wulst-Punkt-Methode. Die Menge an aufgetragenem Kleber ist so zu wählen, dass sich unter Berücksichtigung der Untergrundtoleranzen und der Schichtdicke des Klebers (ca. 1 bis 2 cm) eine Kontaktfläche mit dem Untergrund von mind. 40% ergibt. Am Rand der Platte wird umlaufend ein ca. 5 cm breiter Streifen und in der Mitte der Platte werden drei etwa Handteller große Klebepunkte aufgetragen. Unebenheiten bis 10 mm können im Klebebett ausgeglichen werden.</p> <p>Dämmplattenverlegung: Grundsätzlich sind nur ganze Dämmplatten von unten nach oben satt aneinander gestoßen und „voll auf Fuge“ im Verband zu verlegen. Die Verwendung von Reststücken (Mindestbreite 15 cm) ist zulässig, sie dürfen nur vereinzelt über die Fläche verteilt werden, jedoch nicht an Gebäudeecken. Auf planebene und fugenfreie Verlegung der Dämmplatten ist zu achten. In die Plattenstöße darf kein Kleber gelangen. Plattenstöße dürfen nicht in die Kanten von Öffnungen (z.B. Fenster- und Türöffnungen) übergehen. Die Ausbildung der Gebäudekanten erfolgt verzahnt in Plattenbreite. Hier dürfen nur ganze und halbe Platten eingesetzt werden.</p> <p>Dübelung: Falls eine Dübelung erforderlich ist, dann kann diese bereits 24 Stunden nach der Verklebung der Dämmplatten durchgeführt werden. Siehe ÖNORMEN B 6124, B 6400 und B 6410.</p> <p>Die Dübelköpfe sind vor dem Aufbringen der Flächenbewehrung mit gleichem Material zu überziehen.</p> <p>Flächenbewehrung: Nach Abbinden des Klebers werden die Dämmplatten überschleifen und gereinigt. Danach wird Baumit KlebeSpachtel mit einer rostfreien Zahnpachtel (10 mm Zahnung) aufgezogen. In den frischen Unterputzmörtel wird das Baumit TextilglasGitter in faltenfreien, möglichst durchgehenden Bahnen mit einer mind. 10 cm breiten Überlappung eingebettet. Das Textilglasgitter muss mind. 1 mm (im Überlappungsbereich mind. 0,5 mm; max. 3 mm) mit Baumit KlebeSpachtel überdeckt sein. Das eingebettete Textilglasgitter ist „nass in nass“ mit Unterputzmörtel zu überziehen. Ein übermäßiges Glätten ist zu vermeiden. Entstandene Spachtelgrate sind nach der Trocknung abzustößen.</p> <p>Ergänzend zu den zitierten Normen, ist die Baumit Verarbeitungsanleitung für Wärmedämmverbundsysteme in der jeweils gültigen Fassung zu beachten!</p>

**Hinweise und
Allgemeines****Spachtelung:**

Auf Beton: Untergrund gründlich reinigen und Trennmittel (z.B. Schalwachs, Schalöl) entfernen.

Auf Kalk-/Zementputzen: Untergrund gründlich reinigen, Risse in eigenem Arbeitsgang schließen.

Auf Anstrichen: Der Anstrich muss verseifungsbeständig sein, fest am Untergrund haften (Messerschnittprobe) und darf nicht kreiden.

Die Luft-, Material- und Untergrundtemperatur muss während der Verarbeitung und des Abbindevorganges mind. +5°C betragen. Fassade vor direkter Sonneneinstrahlung, Regen oder starkem Wind schützen (z.B. mittels Gerüstschutznetz). Hohe Luftfeuchtigkeit und tiefe Temperaturen können die Trocknungszeit deutlich verlängern. Auf Fassadendämmplatten, die länger als 2 Wochen der UV-Strahlung ausgesetzt waren (vergilbte Platten), darf nicht gespachtelt werden; ein neuerliches Überschleifen und Entstauben ist erforderlich.

Vor jeder weiteren Beschichtung ist eine Standzeit von mind. 2-3 Tagen¹ einzuhalten, wobei es vor allem wichtig ist, dass die Beschichtung ein einheitliches trockenes Bild ohne feuchte Stellen (dunkle Flecken auf der Fassade) ergibt.

1) Bezogen auf eine Umgebungstemperatur von +20° C und rel. Luftfeuchte ≤ 70 %. Ungünstige Klimabedingungen können die Abbindezeit verlängern.

Endbeschichtung:

Baumit UniversalGrund mit Baumit GranoporPutz
Baumit UniversalGrund mit Baumit SilikatPutz
Baumit UniversalGrund mit Baumit SilikonPutz
Baumit UniversalGrund mit Baumit ArtlinePutz ²⁾
Baumit UniversalGrund mit Baumit MosaikPutz

2) Produktdatenblatt Baumit ArtlinePutz zusätzlich beachten!

Anhang 2

Produktdatenblatt		1747
<h1>Baunit</h1> <h2>Estrich E 225</h2>		
Produkt	Werksgemischter Trockenbeton für die Estrichherstellung, händisch oder maschinell verarbeitbar.	
Zusammensetzung	Sande, Zement, Zusätze.	
Eigenschaften	Universell einsetzbarer Estrich mit gleichbleibender Qualität und Verarbeitung,, auch für Feuchträume geeignet.	
Anwendung	Kann als schwimmender, gleitender oder als Verbundestrich eingebracht werden und ist ohne weitere Zusätze als Heizestrich geeignet. Auch geeignet für die Verlegung von Betonpflaster, Bodenplatten und dgl. mehr. Als Unterlageestrich für die Anwendung im Freien auf Terrassen und Balkonen.	
Technische Daten	Grösstkorn:	4 mm
	Druckfestigkeit (28d):	> 20 N/mm ²
	Biegezugfestigkeit (28d):	> 5 N/mm ²
	Wärmeleitfähigkeit λ_n :	ca. 1,4 W/mK
	Trockenrohddichte:	ca. 2000 kg/m ³
	Festigkeitsklasse:	E 225 gemäß ÖNORM B 2232 CT-C20-F5 gemäß ÖNORM EN 13813
	Materialverbrauch:	ca. 20 kg/m ² /cm
Einstufung lt Chemikalien-Gesetz	Gefahrensymbol : Xi reizend	
	R-Sätze:	R 36: Reizt die Augen R 38: Reizt die Haut R 43: Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich
	S-Sätze:	S 2: Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen S 24: Berührung mit der Haut vermeiden S 25: Berührung mit den Augen vermeiden S 26: Bei Berührung mit den Augen gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren. S 28: Bei Berührung mit der Haut sofort abwaschen S 37: Geeignete Schutzhandschuhe tragen
	Der allgemeine Staubgrenzwert gemäß MAK-Werteliste von 2001 ist zu beachten. (Feinstaubkonzentration max. 6 mg/m ³ , Gesamtstaubkonzentration max. 15 mg/m ³)	
	Im abgeordneten, erhärteten Zustand ist das Produkt unbedenklich.	

Lagerung	Trocken auf Holzrost foliert 6 Monate lagerfähig.
Qualitäts-sicherung	Eigenüberwachung durch unsere Werkslabors gemäß ÖNORM B 2232 sowie ÖNORM EN 13813.
Lieferform	Sack 40 kg

Untergrund	<p>Vor Arbeitsbeginn Prüfung des Untergrundes auf Festigkeit, Ebenföächigkeit, Feuchtigkeitsgehalt laut ÖNORM B 2232.</p> <p>Bei der Verarbeitung und danach sind die Richtlinien der ÖNORM B 2232 einzuhalten.</p> <p>Als Verbundestrich: Der Untergrund muss sauber, frei von erhärteten Zementschlömmen und Ausblöhungen sein und darf nicht absanden.</p>
Verarbeitung	<p>Baumit Estrich E 225 kann als Sackware händisch im Freifall-, Durchlauf- oder Zwangsmischer.</p> <p>Für Sackware benötigt man ca. 4 lt. Wasser/Sack.</p> <p>Nur reines Wasser (Leitungswasser) verwenden.</p>
Hinweise und Allgemeines	<p>Die Luft, Material- und Untergrundtemperatur muss während der Verarbeitung und des Abbindevorganges über +5°C liegen.</p> <p>Achtung: Bei hohen Temperaturen können kürzere Abbinde- und Erhörtungszeiten auftreten!</p> <p>Während der Estrichherstellung und innerhalb der Schutzzeit von 14 Tagen muss der Baumit Estrich E 225 vor vorzeitigem Austrocknen geschützt werden. Zugluft und direkte Sonneneinstrahlung sind zu vermeiden.</p> <p>Danach ist für eine ausreichende Lüftung zu sorgen (vollständiges Öffnen der Fenster und Türen ⇄ Stoßlüften).</p> <p>Begehbar nach 3 Tagen, Belastbar nach 21 Tagen.</p> <p>Bei Heizestrichen darf der Ausheizvorgang 21 Tage nach Einbau des Baumit Estrich E 225 begonnen werden.</p>

Anhang 3

Technisches Merkblatt · Stand 01-02/05



MaschinenPutz Innen MPI 30 S

Produkt	Werk trockenmörtel nach DIN 18557 sowie DIN EN 998-1. Kalk-Zementputz für die manuelle und maschinelle Verarbeitung im Innenbereich.																										
Anwendung	Kalk-Zementputz für den gesamten Innen- und häuslichen Feuchtbereich, als Unter- und Oberputz zum Verputzen von Mauerwerk aller Art, raugeschaltem Beton usw. Durch seine gesteuert beschleunigte Abbindung besonders geeignet für Bereiche, in denen eine schnelle Arbeitsabfolge bzw. ein schneller Baufortschritt notwendig ist. Reduziert den Einfluss von unterschiedlich saugenden Putzgründen, variierenden Putzdicken bzw. ungünstigen Temperaturbedingungen. MaschinenPutz Innen MPI 30 S kann mit allen handelsüblichen Anstrichen, Beschichtungen und Plattenbelegungen versehen werden, soweit die Mörtelgruppe CS II/P II ausreicht.																										
Bestandteile	Sand, Kalk, Zement und Zusätze zur besseren Verarbeitung und Haftung.																										
Eigenschaften	Reinmineralischer, geschmeidiger, maschinengängiger Kalk-Zementputz mit feinem und gleichmäßigem Filzbild. Gleicht durch seine beschleunigte Erhärtung ungleichmäßig saugende Untergründe und unterschiedliche Putzdicken aus. Auch auf nicht bzw. schlecht saugenden Untergründen wird eine baldige Erhärtung erreicht. Bereits nach ca. 1–2 Stunden ist eine Endbearbeitung möglich. Gutes Wasserrückhaltevermögen und gute Untergrundhaftung. Im Innen- und Feuchtbereich als Unter- und Oberputz zu verwenden. Idealer Fliesenuntergrund, deshalb speziell auch für Bäder und WC's – vor allem bei Renovierungs- oder Umbauarbeiten – geeignet.																										
Technische Daten	<table border="0"> <tr> <td>Mörtelgruppe:</td> <td>CS II gemäß DIN EN 998-1 (P II nach DIN 18550)</td> </tr> <tr> <td>Körnung:</td> <td>0–0,8 mm</td> </tr> <tr> <td>Druckfestigkeit:</td> <td>1,5–5,0 N/mm²</td> </tr> <tr> <td>Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10, dry}$:</td> <td>≤ 0,93 W/(mK) (für P = 90%)</td> </tr> <tr> <td>(Tabellenwert nach EN 1745)</td> <td>≤ 0,83 W/(mK) (für P = 50%)</td> </tr> <tr> <td>Wärmeleitfähigkeit λ_R:</td> <td>≤ 1,0 W/(mK)</td> </tr> <tr> <td>(Tabellenwert nach DIN V 4108-4)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>μ-Wert:</td> <td>10–15</td> </tr> <tr> <td>Wasserbedarf:</td> <td>10–11 l/Sack = 285–315 l/t</td> </tr> <tr> <td>Ergiebigkeit:</td> <td>ca. 28 l/Sack = ca. 800 l/t</td> </tr> <tr> <td>Materialverbrauch:</td> <td>ca. 1,3 kg/m²/mm</td> </tr> <tr> <td>Mindestschichtdicke:</td> <td>als Unterputz 10 mm, als Oberputz 3 mm</td> </tr> <tr> <td>Wasseraufnahme:</td> <td>W 2 (DIN EN 998-1), wasserhemmend (DIN 18550)</td> </tr> </table>	Mörtelgruppe:	CS II gemäß DIN EN 998-1 (P II nach DIN 18550)	Körnung:	0–0,8 mm	Druckfestigkeit:	1,5–5,0 N/mm ²	Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10, dry}$:	≤ 0,93 W/(mK) (für P = 90%)	(Tabellenwert nach EN 1745)	≤ 0,83 W/(mK) (für P = 50%)	Wärmeleitfähigkeit λ_R :	≤ 1,0 W/(mK)	(Tabellenwert nach DIN V 4108-4)		μ -Wert:	10–15	Wasserbedarf:	10–11 l/Sack = 285–315 l/t	Ergiebigkeit:	ca. 28 l/Sack = ca. 800 l/t	Materialverbrauch:	ca. 1,3 kg/m ² /mm	Mindestschichtdicke:	als Unterputz 10 mm, als Oberputz 3 mm	Wasseraufnahme:	W 2 (DIN EN 998-1), wasserhemmend (DIN 18550)
Mörtelgruppe:	CS II gemäß DIN EN 998-1 (P II nach DIN 18550)																										
Körnung:	0–0,8 mm																										
Druckfestigkeit:	1,5–5,0 N/mm ²																										
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10, dry}$:	≤ 0,93 W/(mK) (für P = 90%)																										
(Tabellenwert nach EN 1745)	≤ 0,83 W/(mK) (für P = 50%)																										
Wärmeleitfähigkeit λ_R :	≤ 1,0 W/(mK)																										
(Tabellenwert nach DIN V 4108-4)																											
μ -Wert:	10–15																										
Wasserbedarf:	10–11 l/Sack = 285–315 l/t																										
Ergiebigkeit:	ca. 28 l/Sack = ca. 800 l/t																										
Materialverbrauch:	ca. 1,3 kg/m ² /mm																										
Mindestschichtdicke:	als Unterputz 10 mm, als Oberputz 3 mm																										
Wasseraufnahme:	W 2 (DIN EN 998-1), wasserhemmend (DIN 18550)																										
Lieferform	Papiersäcke, Sackinhalt 35 kg, (35 Sack pro Palette = 1.260 kg) Silosystem																										
Lagerung	Trocken und geschützt, die Lagerzeit sollte 3 Monate nicht überschreiten.																										
Qualitätssicherung	Ständige Überwachung und Kontrolle der Qualität und strenge Eingangskontrolle aller Rohstoffe. TÜV-geprüftes und zertifiziertes Qualitätsmanagementsystem nach der weltweit gültigen Norm DIN EN ISO 9001. TÜV-geprüftes und zertifiziertes Umweltmanagementsystem nach der weltweit gültigen Norm DIN EN ISO 14001.																										

Einstufung lt. Chemikalien-Gesetz	Gefahrensymbol:	Xi reizend
	R-Sätze:	R 36/38: Reizt die Augen und die Haut R 41: Gefahr ernster Augenschäden R 43: Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich
	S-Sätze:	S 2: Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen S 24/25: Berührung mit den Augen und der Haut vermeiden S 26: Bei Berührung mit den Augen gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren S 37/39: Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung und Schutzbrille tragen
	Chromatarm nach TRGS 613	

Untergrund	Der Untergrund muss fest, tragfähig, frostfrei, frei von Ausblühungen sowie frei von haftmindernden Rückständen (Schmutz und Staub) sein. Unterputze müssen gut aufgeraut und einwandfrei abgebunden sein. Die zu verputzende Fläche muss gleichmäßig ausgetrocknet sein. Glatte Betonflächen vorher mit einem geeigneten Haftvermittler (z. B. HaftMörtel HM 50 mit Zwischenstandzeit), vorbehandeln. Stark saugende Untergründe müssen vorgenässt werden.
Verarbeitung	<p>MaschinenPutz Innen MPI 30 S kann von Hand verarbeitet werden, wobei Kleinmengen mit dem Quirl angemischt werden können. Rationeller ist die Verarbeitung mit allen marktüblichen Verputz- und Mischmaschinen. Eine automatische Putzversorgung bis an die Wand wird durch den Einsatz von Silo- und Fördersystemen für Feinputzmaschinen ermöglicht. Putzmaschine, Mörtelkübel u.ä. müssen unbedingt frei von anderen Putz- und Mörtelresten (egal welches Bindemittel) sein, da diese die Abbindezeit verlangsamen.</p> <p>Die Mindestputzdicke beträgt bei Verarbeitung als Unterputz 10 mm, als Oberputz 3 mm. Bei der zweilagigen Verarbeitung kann der Unterputz bereits nach 1–2 Stunden rabbotiert werden. Der Oberputz sollte frühestens am nächsten Tag aufgebracht werden.</p> <p>Eine einlagige Verarbeitung ist bei günstigen Untergrundbedingungen (eben, gleichmäßiges Saugverhalten) möglich. Das Abfilzen kann dabei schon nach ca. 1,5–2 Stunden erfolgen.</p> <p>Um Stopfer im Mörtelschlauch zu verhindern, muss spätestens nach 20–30 Minuten Standzeit mit der Maschine weitergearbeitet werden. Längere Pausen sind zu vermeiden.</p> <p>Bei Gesamtputzdicken von mehr als 20 mm und anderen ungünstigen Umständen empfiehlt sich die mehrlagige Verarbeitung mit einer ausreichenden Standzeit des Unterputzes (pro mm Putzdicke 1 Tag) vor dem Auftrag der letzten Lage (vorherige Lage gut aufräuen). Dies ist besonders bei niedrigen Temperaturen und damit verzögerter Abbindung wichtig!</p>
Hinweise für Silobaustellen	<p>Strom: 380 Volt, 25 Ampere träge abgesichert (Mischer)</p> <p>Wasserdruck: mind. 3 bar, Anschluss ¾ Zoll</p> <p>Zufahrt: für schwere Lkw befahrbar und ständig frei</p> <p>Siloaufstellfläche: 3 x 3 m auf tragfähigem ebenen Untergrund</p> <p>Weitere Lieferbedingungen s. Preisliste</p>
Hinweise	<p>Bei dünnem Auftrag oder zu rascher Austrocknung ist die fertige Putzfläche ein- oder mehrmals nachzunässen. Innenräume vorsichtig beheizen, um eine zu schnelle Austrocknung zu verhindern. Vor einer weiteren Beschichtung sollte eine Standzeit von 7 Tagen eingehalten werden. Bei Verwendung von Putzprofilen sind dafür geeignete rostfreie Profile anzuwenden und mit Ansetzmörtel (kein Gips) zu versetzen.</p> <p>Geringe Temperaturen (< 10 °C) verlangsamen die Abbindung, hohe beschleunigen sie (Stillstandzeiten der Maschine entsprechend anpassen).</p> <p>Gefährdete Bereiche (Glas, Keramik, Metall usw.) schützen.</p> <p>Silo-Aufstellbedingungen gemäß BaumitBayosan-Preisliste.</p> <p>Nicht unter + 5 °C und über + 30 °C Wand- und Lufttemperatur verarbeiten und abtrocknen lassen. DIN EN 998-1, DIN 18 550 und DIN 18 350 (VOB, Teil C) beachten.</p>

Anhang 4

Produktdatenblatt		1322																		
<h1>Baunit GlättPutz</h1>		 baunit.com																		
Produkt	Werksgemischter Gips-/Kalk-Trockenfertigmörtel für die maschinelle Verarbeitung im Innenbereich.																			
Zusammen- setzung	Gips, Kalkhydrat, Feinsande, Perlite, Zusätze																			
Eigenschaften	Innenputz für geglättete, malerfertige Oberflächen; gute Regulierung der Luftfeuchtigkeit für ein behagliches Raumklima.																			
Anwendung	Einlagiger Maschinenputz mit geglätteter Oberfläche für Innenräume im Wohnbereich, sowie im Spritzwasserbereich (Beanspruchungsgruppen: W1, W2 und W3). Untergrundvorbehandlung bei Verfliesung gemäß ÖNORM B 2207, für Wandheizungen bis zu einer Vorlauftemperatur von max. + 40° C geeignet.																			
Technische Daten	<table> <tr> <td>Größtkorn:</td> <td>1 mm</td> </tr> <tr> <td>Druckfestigkeit (28d):</td> <td>> 2,0 N/mm²</td> </tr> <tr> <td>Biegezugfestigkeit (28d):</td> <td>> 0,8 N/mm²</td> </tr> <tr> <td>Wärmeleitzahl λ :</td> <td>0,6 W/mK</td> </tr> <tr> <td>μ-Wert:</td> <td>ca. 10</td> </tr> <tr> <td>Trockenrohddichte:</td> <td>ca. 1150 kg/m³</td> </tr> <tr> <td>Materialverbrauch:</td> <td>ca. 11 kg/m² bei 10 mm Putzdicke</td> </tr> <tr> <td>Mindestputzdicke:</td> <td>Wand: 10 mm Decke: 8 mm</td> </tr> <tr> <td>Max. Putzdicke:</td> <td>25 mm in einem Arbeitsschritt</td> </tr> </table>		Größtkorn:	1 mm	Druckfestigkeit (28d):	> 2,0 N/mm ²	Biegezugfestigkeit (28d):	> 0,8 N/mm ²	Wärmeleitzahl λ :	0,6 W/mK	μ-Wert:	ca. 10	Trockenrohddichte:	ca. 1150 kg/m ³	Materialverbrauch:	ca. 11 kg/m ² bei 10 mm Putzdicke	Mindestputzdicke:	Wand: 10 mm Decke: 8 mm	Max. Putzdicke:	25 mm in einem Arbeitsschritt
Größtkorn:	1 mm																			
Druckfestigkeit (28d):	> 2,0 N/mm ²																			
Biegezugfestigkeit (28d):	> 0,8 N/mm ²																			
Wärmeleitzahl λ :	0,6 W/mK																			
μ-Wert:	ca. 10																			
Trockenrohddichte:	ca. 1150 kg/m ³																			
Materialverbrauch:	ca. 11 kg/m ² bei 10 mm Putzdicke																			
Mindestputzdicke:	Wand: 10 mm Decke: 8 mm																			
Max. Putzdicke:	25 mm in einem Arbeitsschritt																			
Einstufung lt. Chemikalien- Gesetz	Gefahrensymbol : Xi reizend R-Sätze: R 36: Reizt die Augen R 38: Reizt die Haut S-Sätze: S 2: Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen S 22: Staub nicht einatmen S 24: Berührung mit der Haut vermeiden S 25: Berührung mit den Augen vermeiden S 26: Bei Berührung mit den Augen gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren. S 28: Bei Berührung mit der Haut sofort abwaschen S 37: Geeignete Schutzhandschuhe tragen																			
	Der allgemeine Staubgrenzwert gemäß MAK-Werteliste von 2001 ist zu beachten. (Feinstaubkonzentration max. 6 mg/m ³ , Gesamtstaubkonzentration max. 15 mg/m ³) Im abge bundenen, erhärteten Zustand ist das Produkt unbedenklich.																			
Lagerung	Trocken auf Holzrost 3 Monate foliert lagerfähig.																			
Qualitäts- sicherung	Eigenüberwachung durch unsere Werklabors.																			

Lieferformen	Sack 40 kg Lose im Silo
Untergrund	Der Untergrund muss sauber, trocken, frostfrei, staubfrei, nicht wasserabweisend, frei von Ausblühungen, tragfähig, und frei von losen Teilen sein. Die Putzgrundprüfung hat nach den Richtlinien der ÖNORM B 3346 zu erfolgen.
Hinweise auf produkt-spezifische Untergründe	<p>Die angeführten Hinweise gelten für normgemäß hergestelltes Mauerwerk und setzen vor allem geschlossene Fugen voraus (ggf. zeitgerecht vorher verschließen).</p> <p>Ziegel gebrannt (Hochlochziegel/Normalformatziegel):</p> <p>Bei stark bzw. ungleich saugendem Untergrund empfohlen: Baumit SaugAusgleich 1:3 mit Wasser Standzeit: mind. 12 Stunden (temperatur- und witterungsabhängig);</p> <p>Zementgebundene Mauersteine mit Leicht- oder Normalzuschlag und Zementgebundene Mauersteine mit integrierter Wärmedämmung:</p> <p>Vorbehandlung des Untergrundes nicht erforderlich, Putzarmierung nicht erforderlich.</p> <p>Mineralisch gebundene Holzwolle und Holzspanleichtbauplatten einschichtig < 50 mm (als Mantelbeton oder mitbetoniert) und mineralisch gebundene Holzwolle und Holzspanleichtbauplatten einschichtig > 50 mm, mehrschichtig, Schallschutzplatten:</p> <p>Wand: Eingelegte Baumit MaschinenputzArmierung (Achtung: Putzauftrag „frisch in frisch“) Decke: Baumit VorSpritzer bewehrt ¹⁾, Standzeit: mind. 21 Tage Verbrauch: ca. 20 kg/m²</p> <p>1) Bewehrung: Punktgeschweißtes, verzinktes Drahtgitter 20 x 20 – 25 x 25 mm Maschenweite, Ø 1 mm.</p> <p>Mineralisch gebundene Holzspanmantelsteine mit und ohne integrierter Wärmedämmung:</p> <p>Vorbehandlung des Untergrundes nicht erforderlich, Putzarmierung nicht erforderlich.</p> <p>Porenbeton:</p> <p>Baumit SaugAusgleich 1:2 mit Wasser Standzeit: mindestens 24 Stunden (temperatur- und witterungsabhängig)</p> <p>Beton:</p> <p>Baumit BetonKontakt Standzeit: mindestens 3 Stunden (temperatur- und witterungsabhängig); Verbrauch: ca. 0,5 kg/m²</p>

Verarbeitung

Vor Putzbeginn sind, zwecks einfacher Verarbeitung, bei allen Kanten und Ecken rostfreie Kantenschutzprofile zu versetzen.

Baumit GlättPutz wird auf den ggf. vorbehandelten Untergrund mit einer geeigneten Putzmaschine raupenförmig in erforderlicher Dicke aufgebracht (mind. 10 mm, max. 25 mm je Arbeitsgang). Mit H-Kartätsche eben abziehen und nach dem Ansteifen mit der Flächenspachtel schneiden, mit Wasser gleichmäßig besprühen und anschließend mit einem Schwammbrett filzen. Nach kurzer, neuerlicher Ansteifungszeit wird die Fläche mit Traufel, Schweizer Glätte, Flächenspachtel o.ä. geglättet.

Bei erforderlicher Mehrdicke (z.B. Unebenheiten im Untergrund) ist nach einer Ansteifungszeit, je nach Untergrund (10 – 20 Minuten) „frisch in frisch“ auf die erforderliche Putzdicke aufzuputzen.

Weitere Angaben siehe Maschinenblatt!

Hinweise und Allgemeines

Die Luft-, Material- und Untergrundtemperatur muss während der Verarbeitung und des Abbindevorganges über +5°C liegen. Bei Verwendung von Heizgeräten insbesondere Gasheizgeräten, ist auf eine gute Querbelüftung zu achten. Direkte Beheizung des Putzes ist unzulässig.

Bei gipshaltigen Putzen ist es notwendig, ein kontinuierliches, zügiges Austrocknen innerhalb der ersten 14 Tage einzuhalten, um die Bildung einer glasigen, schlecht saugenden Oberfläche zu vermeiden. Eine während der Trocknungs- und Abbindungsphase nachträgliche Be- und Durchfeuchtung des Putzes (z.B. Kondensatfeuchte, Feuchtigkeitseintrag durch Estrich etc.) ist zu unterbinden.

Für die Ebenflächigkeit ist die ÖNORM DIN 18202 anzuwenden.

Elektro- und Installationsschlitze sind vor dem Verputzen mit einem geeigneten gipshaltigen Material zu verschließen. Korrosionsgefährdete Metallteile sind dauerhaft zu schützen (z.B. Rostschutzanstrich). Beim Ein- und Anbau anderer Wandbaustoffe oder Decken (besonders bei Flachdächer, Sargdeckelkonstruktionen, Stiegenlaufuntersichten), ist vor dem Glätten ein Kellenschnitt bis zum Putzgrund auszuführen.

Zu verfliesende Flächen dürfen nicht gefilzt und geglättet werden (Ebenflächigkeit, Mindestdruckfestigkeit und Fliesenformat gemäß ÖNORM B 2207).

Vor jeder weiteren Beschichtung muss der Baumit GlättPutz vollkommen ausgetrocknet sein und in Abhängigkeit von der Folgebeschichtung entsprechend grundiert werden. Bei der Verwendung von silikatgebundenen Anstrichen sind Probeflächen anzulegen (ggf. Vorbehandlung mit Baumit SperrGrund 2x).

Betreffend der Putzoberfläche ist das Merkblatt 02 über „Putzoberfläche Herstellung, Beurteilung, Sanierung“ der ÖAP in der jeweils gültigen Fassung heranzuziehen.

Die Baumit MaschinenputzArmierung ist wie folgt einzulegen:

- Aufspritzen von ca. zwei Drittel der gesamten Putzdicke
- Baumit MaschinenputzArmierung einlegen (mind. 25 cm über den gefährdeten Bereich hinaus und an anderen eventuellen Stößen mind. 10 cm überlappend) und vollflächig eindrücken
- Auf eine möglichst ebene Einbettung achten
- Auftragen des restlichen Putzes entsprechend der Gesamtdicke
- Sind größere Wandflächen zu armieren, dürfen maximal Flächen von 20 m² in einem Arbeitsgang geputzt werden (auf Absteifungsbeginn achten!); größere Flächen sind entsprechend zu unterteilen, um ein „frisch in frisch“ – Arbeiten zu gewährleisten
- Eine Flächenarmierung kann die Rissbildung nicht mit Sicherheit verhindern, wohl aber das Risiko absenken

An Decken ist grundsätzlich kein eingelegtes Textilglasgitter auszuführen, ausgenommen sind Kleinflächen (z.B. Randzonen, Übergänge).

Zu beachten sind auch die Verarbeitungsrichtlinien für Werkputzmörtel der österreichischen Arbeitsgemeinschaft Putz in der jeweils letztgültigen Fassung!

Für Silobaustellen erforderliche Anschlüsse:

- Strom: 380 Volt, 25 Ampere, träge abgesichert
- Wasser: mindestens 3 bar, Anschluss ¾ Zoll
- Zufahrt: muss für Schwer-LKW befahrbar und ständig frei sein
- Siloaufstellfläche: mindestens 3 x 3 m, auf tragfähigem Boden

Maße und Gewichtsangaben unserer Silos und Aufstellfahrzeuge sind dem Siloblatt zu entnehmen.

Anhang 5

Parameter	SWW				SO				OM				NW				NO				NWW									
	Mischzeit (s)				Mischzeit (s)				Mischzeit (s)				Mischzeit (s)				Mischzeit (s)				Mischzeit (s)									
	20	30	40	60	20	30	40	60	20	30	40	60	20	30	40	60	20	30	40	60	20	30	40	60						
SR 0,09 mm (%)	53,9	52,6	53,5	53,5	53,1	53,9	52,6	53,3	53,2	53,9	52,6	53,3	53	53,8	52,7	53,5	53,2	53,7	52,7	53,4	53,3	53,2	53,7	52,5	53,7	52,5	53,7	53,5	53,4	
SR 0,16 mm (%)	45,2	43,9	44,6	44,5	43,9	45,3	43,9	44,4	44,2	44,1	45,2	43,8	44,5	44,3	44	45,2	44	44,6	44,3	44,3	45,1	43,9	44,4	44,2	44,1	45	43,9	44,8	44,5	44,3
SR 0,215 mm (%)	20,4	20	19,1	19,2	18,8	20,4	19,9	19,1	18,8	18,7	20,4	19,9	19	19	18,7	20,5	20	19,2	18,9	18,9	20,2	19,8	19,1	18,9	18,9	20,2	20,1	19,5	19,1	19
SR 0,63 mm (%)	2,7	2,6	2,4	2,6	2,4	2,6	2,6	2,4	2,3	2,4	2,7	2,6	2,5	2,6	2,4	2,7	2,7	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	2,4	2,5	2,4	2,6	2,6	2,5	2,4	2,5
GV 450°C (%)	2,76	2,73	2,74	2,91	2,79	2,83	2,71	2,79	2,89	2,79	2,8	2,69	2,77	2,92	2,77	2,75	2,73	2,8	2,88	2,75	2,83	2,66	2,81	2,85	2,71	2,74	2,72	2,74	2,85	2,72
GV 950 °C (%)	33,29	33,09	33,64	33,49	33,45	33,24	33,04	33,55	33,67	33,42	33,26	33,10	33,46	33,54	33,38	33,37	33,08	33,47	33,50	33,42	33,22	33,11	33,43	33,54	33,46	33,32	33,12	33,49	33,40	33,57
SD [g/l]	1341	1322	1330	1318	1297	1329	1337	1313	1311	1313	1329	1327	1323	1317	1338	1331	1302	1315	1296	1318	1327	1326	1329	1316	1320	1317	1321	1319	1325	1336
ZG [%]	32,9	34,2	32,7	33,6	33,4	33,9	33,1	33,3	33,3	32,9	34,4	33,4	33,7	33,5	32,9	34	33,4	32,9	33,2	33	34,1	32,7	33,5	33,5	32,9	33,5	33,1	33,2	33,3	
WG [%]	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	
WRV [%]	99,4	99,3	99	99,3	99,2	99,2	99,2	99,1	99,3	99,3	99,3	99,3	99,1	99,3	99,3	99,2	99,2	99,3	99,3	99,3	99,3	99,3	99,1	99,3	99,3	99,4	99,3	99	99,2	99,3

Tabelle 15: Einzelmessergebnisse vom Produkt Klebespachtel: Siebrückstand SR, Glühverlust GLV, Schüttdichte SD, Zementgehalt ZG, Wassergehalt WG und Wasserrückhaltevermögen WRV

Anhang 6

Parameter	SWW					SO					OM					NW					NO					NWW										
	Mischzeit [s]					Mischzeit [s]					Mischzeit [s]					Mischzeit [s]					Mischzeit [s]					Mischzeit [s]										
	30	45	60	75	90	30	45	60	75	90	30	45	60	75	90	30	45	60	75	90	30	45	60	75	90	30	45	60	75	90	30	45	60	75	90	
SR 0,09 mm [%]	79,1	79,2	80,3	80,3	79,5	79,6	78,9	78,9	79,8	79,4	79,6	80	83	82,7	80,5	80,6	81,7	81,5	79,1	78,7	79,9	80,3	78,7	78,9	83,2	83,1	82,7	82	81,5	82,3	83,4	83,1	82,6	81,9	81,3	81,7
SR 0,25 mm [%]	71,5	71,8	72,7	73,2	72	71,8	71	71,3	72,4	72,2	72,2	71,8	76	75,9	73,5	73,9	75,1	74,9	71	71,2	71,8	73,2	71,1	71	77	76,5	76	75,3	74,9	75,3	77,3	76,5	76	75,1	74,5	75
SR 0,5 mm [%]	63,5	63,6	64,4	65,1	63,2	63,4	63	63,4	64	64	63,9	63,4	67	66,3	64,9	65,4	66,7	66,9	63,5	63,5	63,4	64,8	62,7	63	67	66,5	66,3	66,3	66,1	65,6	66,3	66,3	66,2	65,3	67	
SR 1,0 mm [%]	41	42	42,8	43,3	41,1	41,2	42	41,8	42,2	42,6	41,9	41,7	44,8	45	43,4	44,9	45,7	46	41	42,1	41,1	43,7	40,7	41	44,1	44,8	44,8	44,8	44,4	44,4	44,9	44,4	44,8	45	43,4	45
SR 2,0 mm [%]	17,2	17	18,1	18,8	17,4	17	16,7	16,6	17,1	18,3	18	17,8	22	22,4	18,9	21,7	22,3	22,4	16	16,2	16,6	19,3	17,1	17	22,5	22,3	21,8	22,1	21,3	22	23	22,5	21,9	22,5	21,6	22
SR 4,0 mm [%]	1,5	1,3	0,8	1,3	1	1,2	0,9	0,7	1,1	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	1	1,4	1	0,6	0,4	1,1	1	0,7	0,6	0,7	1	0,7	1,4	0,72	0,6	0,5	1	1	1,2	1,5	1,7
SD [g/l]	1740	1766	1788	1767	1787	1790	1777	1775	1785	1770	1742	1753	1785	1755	1788	1779	1770	1748	1774	1782	1778	1766	1774	1744	1765	1766	1788	1777	1779	1760	1766	1768	1774	1778	1760	1770
ZG [%]	14,8	14,9	13,7	13,1	13,9	14	15,1	15,2	13,7	14,4	13,9	14,1	11,8	12,2	13,2	13	12,1	11,9	15	15,5	14,3	13,6	14,7	14,9	11,5	11,7	11,4	12	12,2	12,1	11,1	11,3	11,5	12,5	12,4	12,3
WG [%]	9,6	9,6	9,6	9,5	9,5	9,4	9,1	9,6	9,6	9,6	9,4	9,4	9,1	9,1	9,5	9,4	9,4	9,3	9,7	9,5	9,6	9,4	9,6	9,5	9	9	9,1	9,1	9,4	9,3	9	9	9,3	9,3	9,3	9,3
LP [%]	13	13	13	13	13	14	12,5	12,5	13	13	12,5	15	14	15	13,5	13,5	14	14	11	12	12	12,5	14,5	13	15	15	14	14	14	14	14	15	15	14,5	15	15
AM [cm]	12,4	12,7	12,8	13,1	13,2	12,6	12,6	12,5	12,6	13	12,4	12,5	12,7	12,6	12,9	12,9	13,1	13,4	13	12,2	12,4	12,8	13	12,6	12,6	12,8	12,4	12,6	13,2	12,5	13	12,4	12,9	13,2	12,5	13
MG [g/l]	2067	2059	2030	2029	2036	2030	2020	2056	2037	2044	2066	2061	2070	2002	2028	2027	2022	2020	2000	2079	2077	2067	2050	2056	2000	2013	2047	2028	2002	2000	2020	2002	1984	2003	2060	2060

Tabelle 16: Einzelmessergebnisse vom Produkt E 225 HG Siebrückstand SR, Schüttdichte SD, Zementgehalt ZG, Wassergehalt WG, Luftporen LP, Ausbreitmaß AM, Mörtelgewicht MG

Anhang 7

Parameter	SWW				SO				OM				NW				NO				NWW			
	Mischzeit [s]				Mischzeit [s]				Mischzeit [s]				Mischzeit [s]				Mischzeit [s]				Mischzeit [s]			
	30	40	50	60	30	40	50	60	30	40	50	60	30	40	50	60	30	40	50	60	30	40	50	60
SR 0,09 mm [%]	67,3	67,7	68,1	67,7	67,7	67,7	68,2	67,9	68,1	67,4	67,9	67,7	69,6	67,7	68,1	68,2	70,6	67,8	68,4	68,2	71,2	68	68,1	67,9
SR 0,25 mm [%]	52,9	52,8	53,1	52,8	53,5	52,6	53,1	53	53,5	52,2	52,7	52,6	54	52,3	52,8	53,5	54,5	52,4	53,2	53,3	54,8	52,4	52,9	52,9
SR 0,4 mm [%]	37,1	35,6	36,3	36,9	37,8	36,1	36,5	37	37,2	35,1	36	36,7	37,1	35,6	36,2	37,6	37,2	35,2	36,3	37,4	37,1	35,6	35,8	36,6
SR 0,63 mm [%]	11,9	8,1	9,1	9,9	12,3	8,4	9,3	10	11,5	8,1	9	10	11,5	8,2	9,1	10,2	11,7	8,5	9,2	10,4	11,6	8,6	9,1	9,9
SR 0,8 mm [%]	1,4	0,7	0,8	1	1,4	0,7	0,9	1	1,2	0,7	0,9	1	1,3	0,8	0,8	1	1,3	0,7	0,8	1,1	1,3	0,8	0,8	0,9
AM [cm]	16,5	16,4	16,4	16,3	16,5	16,4	16,5	16,3	16,3	16,5	16,5	16,3	17	16,5	16,4	16,5	16,8	16,1	16,5	16,6	17	16,6	16,6	16,6
SD [g/l]	1499	1526	1538	1515	1479	1477	1512	1496	1500	1479	1500	1474	1527	1495	1526	1471	1543	1497	1520	1519	1553	1504	1492	1490
ZG [%]	11,2	9,5	9,7	10,3	11	9,6	9,8	9,9	10,4	10,2	10,3	10	9,4	9,8	10	12,4	8,8	10,1	9,9	10	8,4	10,2	11,6	10
WG [%]	21,7	21,3	21,4	21,3	21,4	21,3	21,4	21,4	21,7	21,3	21,4	21,4	21,7	21,3	21,4	22	21,3	21,4	21,4	22	21,3	21,4	21,4	22,9
LP [%]	22	23	24	24	24	22,5	24	24	24,5	23	23,5	23,5	24,5	24	23	22,5	23	23	23,5	25	24	24	23	21
MG [%]	1580	1591	1572	1569	1585	1600	1563	1570	1590	1590	1602	1586	1566	1575	1588	1587	1603	1586	1592	1550	1585	1595	1582	1627
WRV [%]	99,3	99	99,1	99,3	99,3	99,1	99	99,3	99,3	99	99,3	99	99	98,2	99	99,1	98	98,8	99,4	99,1	98	98,5	98,8	98,3
AbBeginn [min]	35	35	45	35	30	35	45	40	45	35	40	35	40	25	35	40	35	25	35	35	25	25	35	35
AbEnde [min]	90	90	100	100	80	80	100	90	100	80	100	100	100	70	100	100	110	80	100	110	300	70	100	100

Tabelle 17: Einzelmessergebnisse vom Produkt MPI 30 bei der Mischvariante: alle Komponenten gleichzeitig aufgegeben, Additive mittig: Siebrückstand SR, Ausbreitmaß AM, Schüttdichte SD, Zementgehalt ZG, Wassergehalt WG, Luftporengehalt LP, Mörtelgewicht MG, Wasserrückhaltevermögen WRV, Abbindebeginn /-ende

Anhang 8

Parameter	SWW				SO				OM				NW				NO				NWW			
	Mischzeit [s]				Mischzeit [s]				Mischzeit [s]				Mischzeit [s]				Mischzeit [s]				Mischzeit [s]			
	30	40	50	60	30	40	50	60	30	40	50	60	30	40	50	60	30	40	50	60	30	40	50	60
SR 0,09 mm [%]	69,3	68,9	69,1	69	68,9	68,8	68,8	69	69,1	69,5	69	68,9	69,2	69,1	69,3	69	69,5	69,3	69	69,3	69,4	69,6	69,3	69
SR 0,25 mm [%]	55,1	54,4	54,3	54,4	54,5	54,1	54,3	54,2	54,2	54,6	54	54,1	54,1	54,1	54,4	54,2	54,4	54,3	54,2	54,5	54,1	54,1	54,6	54,3
SR 0,4 mm [%]	37,7	37,2	37,4	37,3	37,1	36,8	37,4	37,3	36,6	37,1	36,7	37,4	36,3	36,7	37,4	37	36,4	36,7	37,3	37,5	36	36,4	37,4	37,2
SR 0,63 mm [%]	7,3	7,5	8,1	7,9	7,2	7,3	8	7,9	7,2	7,3	7,8	7,8	6,9	7,3	8	7,8	6,9	7,3	7,8	8	6,8	7,2	8,1	8,1
SR 0,8 mm [%]	0,5	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,7	0,6	0,5	0,6	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6
AM [cm]	16,5	16,5	16,8	16,5	16,5	16,6	16,5	16,3	16,6	16,6	16,5	16,7	16,7	16,6	16,6	16,8	17	17,2	16,8	17	17,2	16,8	16,5	16,6
SD [g/l]	1536	1504	1555	1514	1526	1524	1519	1530	1544	1494	1560	1538	1527	1546	1523	1551	1504	1528	1551	1514	1519	1539	1525	1507
ZG [%]	9,4	10,1	9,7	9,7	9,6	10,7	10,1	9,7	10,3	10	10,4	9,9	10,4	10,4	10	10	10,5	10,4	10,2	9,9	10,7	10,5	9,9	9,9
WG [%]	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	22,7	22,3	22,3	22,3	22,7	22,3	22,3	22,3	22,7	22,3	22,3	22,3	22,7	22,3	22,3	22,3
LP [%]	24,5	24	24	24	24	23	24	24	23,5	23	24	24	23,5	23,5	23,5	25	23,5	23,5	24	24	23,5	23	24	24
MG [g/l]	1546	1556	1552	1541	1546	1586	1563	1559	1583	1586	1560	1555	1571	1568	1567	1542	1556	1572	1565	1568	1567	1572	1551	1558
WRV [%]	98,8	98,6	98,4	98,3	98,9	98,2	98,6	98,3	97,6	97,4	97,8	97,9	97,2	97,5	97,4	98,2	96,9	97,7	98,2	97,6	96,6	97,3	97,7	97,8
AbBeginn [min]	35	45	35	35	45	35	35	35	25	25	25	35	25	25	25	30	25	25	25	35	15	20	25	25
AbEnde [min]	110	110	110	110	90	110	110	110	130	110	120	100	150	110	120	140	150	110	120	140	90	140	140	100

Tabelle 18: Einzelmessergebnisse vom Produkt MPI 30 bei der Mischvariante: alle Komponenten gleichzeitig angegeben, Additive seitlich: Siebrückstand SR, Ausbreitmaß AM, Schüttdichte SD, Zementgehalt ZG, Wassergehalt WG, Luftporengehalt LP, Mörtelgewicht MG, Wasserrückhaltevermögen WRV, Abbindebeginn /-ende

Anhang 9

Parameter	SWW				SO				OM				NW				NO				NWW							
	Mischzeit [s]				Mischzeit [s]				Mischzeit [s]				Mischzeit [s]				Mischzeit [s]				Mischzeit [s]							
	20	30	40	50	20	30	40	50	20	30	40	50	20	30	40	50	20	30	40	50	20	30	40	50	20	30	40	50
SR 0,09 mm [%]	66,9	67,8	68,2	68,2	67,2	67,9	68,2	68,8	68,3	68,3	67,9	69,3	69,9	69,3	69,1	69,1	70,7	70,1	69,6	69	71,3	69,9	69,5	69,7				
SR 0,25 mm [%]	52,3	53	52,9	53,1	52,3	52,9	52,9	53,8	53,1	53	52,3	53,9	54,1	53,3	53,6	53,6	54,4	54,1	54	53,3	54,5	53,7	53,9	54,1				
SR 0,4 mm [%]	36,8	37,1	36,7	37,2	36,5	36,9	36,7	37,8	36,9	36,5	36	37,6	37,5	36,5	37	37,2	37,4	37,2	37,3	36,8	37,5	36,8	37,4	37,8				
SR 0,63 mm [%]	11,8	11,7	11,6	11,8	11,7	11,6	11,7	12,1	11,7	11,1	11,3	12,1	12,1	11,6	11,8	11,8	11,8	11,7	12,1	11,8	12,5	11,7	12,1	12,1				
SR 0,8 mm [%]	1,4	1,4	1,3	1,3	1,4	1,4	1,3	1,5	1,4	1,3	1,2	1,4	1,3	1,3	1,4	1,3	1,4	1,3	1,3	1,4	1,4	1,3	1,5	1,4				
AM [cm]	16,3	16,8	16,5	16,5	16,8	16,5	16,5	16,9	16,3	16,6	16,8	16,5	16,8	16,6	16,6	16,5	16,7	17	16,5	17	17	17	16,5	16,8				
SD [g/l]	1475	1498	1502	1516	1480	1488	1514	1489	1513	1489	1497	1489	1514	1503	1535	1522	1518	1506	1500	1503	1531	1546	1507	1531				
ZG [%]	11,7	10,4	10,5	10,3	11	10,5	10,4	9,9	10,3	10	10,3	10	10,7	9,4	9,8	9,8	9	9,1	9,8	9,7	9,4	9,5	9,8	9,5				
WG [%]	21,3	22,3	22,3	22,7	21,7	22,7	22,3	23	21,3	22,7	22,3	23	21,7	22,7	22,3	23	21,7	22,7	22,3	22,3	21,7	22,7	22,3	22,3				
LP [%]	24	22	23	22	24	23	23	22,5	24	22	23	22,5	24	22	23	22	24	21,5	23	24	23,5	22	22,5	22,5				
MG [g/l]	1543	1575	1570	1587	1564	1580	1576	1580	1568	1590	1580	1589	1580	1585	1581	1587	1574	1606	1585	1568	1580	1597	1590	1595				
WRV [%]	99,3	98,5	98,5	98,5	99,4	99,2	98,9	98,3	99,1	98,5	98,2	98	98,5	97,3	98	97,9	97,8	96,8	97,5	97,8	96,5	96,6	98	97,3				
AbBeginn [min]	45	45	35	35	45	45	35	35	35	35	30	40	35	35	25	40	25	25	25	35	25	35	35	35				
AbEnde [min]	100	100	100	100	110	110	100	100	90	100	100	120	90	110	110	150	140	110	110	110	180	120	130	110				

Tabelle 19: Einzelmessergebnisse vom Produkt MPI 30 bei der Mischvariante: Sandfraktionen und Bindemittel aufgegeben und vorgemischt, dann erst Additive mittig aufgegeben: Siebrückstand SR, Ausbreitmaß AM, Schüttdichte SD, Zementgehalt ZG, Wassergehalt WG, Luftporengehalt LP, Mörtelgewicht MG, Wasserrückhaltevermögen WRV, Abbindebeginn /-ende

Anhang 10

Parameter	SWW				SO				OM				NW				NO				NWW			
	Mischzeit [s]				Mischzeit [s]				Mischzeit [s]				Mischzeit [s]				Mischzeit [s]				Mischzeit [s]			
	30+45	15+45	30+30	30+20	30+45	15+45	30+30	30+20	30+45	15+45	30+30	30+20	30+45	15+45	30+30	30+20	30+45	15+45	30+30	30+20	30+45	15+45	30+30	30+20
SR 0,063 mm [%]	51,3	51,4	51,4	51,8	51,6	51,8	51,3	51,9	51,4	50,9	51,5	51,9	51,5	51,3	51,3	51,8	51,1	51,5	51,7	51,9	51,4	51,2	51,5	51,7
SR 0,09 mm [%]	44,4	44,8	44,5	44,7	44,9	45,5	44,1	44,8	44,8	44,5	44,6	44,9	45,2	44,6	44,2	44,7	44,3	44,8	44,8	44,9	44,5	44,7	44,5	44,8
SR 0,2 mm [%]	30,7	31	31	31,1	31,1	31,2	31	31,1	30,8	30,9	31,1	31,2	30,8	31	30,7	31	30,4	31,2	31,2	31,1	30,9	30,9	30,9	31
SR 0,315 mm [%]	23,3	23,7	23,7	23,7	23,8	23,7	23,7	23,8	23,6	23,5	23,7	23,9	23,4	23,6	23,3	23,7	23,1	23,9	23,9	23,8	23,5	23,5	23,5	23,6
SR 0,63 mm [%]	5,7	5,8	5,9	5,8	5,8	5,9	5,9	5,8	5,7	5,7	6	5,9	5,7	5,8	5,7	5,8	5,7	5,9	6,1	5,9	5,8	5,8	6	5,8
SR 0,8 mm [%]	0,8	0,7	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,7	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8
SD [g/l]	1057	1051	1058	1069	1083	1071	1041	1052	1038	1054	1040	1065	1057	1053	1061	1046	1051	1069	1058	1056	1043	1060	1062	1053
AM [cm]	17	17	16,8	17	16,7	16,8	16,9	17	16,7	16,7	16,8	17	16,7	16,8	16,8	16,8	16,9	16,8	16,7	16,9	16,7	17	16,8	17
WG [%]	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3	43,3
LP [%]	21	20	20	19	19	19,5	21	19	20	20	20	19,5	20	19,5	20	19,5	19,5	20	19,5	19,5	19	20	19	19,5
MG [g/l]	1365	1378	1368	1387	1390	1390	1372	1391	1382	1387	1378	1389	1385	1391	1381	1381	1391	1381	1388	1385	1394	1380	1391	1382
WRV [%]	99,2	99,4	99,3	99,4	99,4	99,4	99,3	99,4	98,8	99,4	99,5	99,4	99,5	99,3	99,5	99,4	99,4	99,4	99,2	99,3	99,4	99,3	99,5	99,3
TK [mm]	14	15	10	8	16	8	12	9	22	13	14	10	13	18	11	11	12	25	13	8	17	18	13	10
SO ₃ [%]	25,65	25,60	25,64	25,57	25,64	25,44	25,41	25,53	25,72	25,62	25,47	25,59	25,57	25,54	25,65	25,60	25,64	25,59	25,58	25,48	25,89	25,41	25,65	25,56
AbBeginn [min]	100	112	125	125	100	115	125	115	85	110	125	115	100	110	120	115	95	100	115	115	100	100	125	115
AbEnde [min]	200	175	180	225	185	235	155	230	160	220	230	215	195	190	205	225	180	220	195	220	180	185	245	215

Tabelle 20: Einzelmessergebnisse vom Produkt Gipsglättputz: Siebrückstand SR, Schüttdichte SD, Ausbreitmaß AM, Wassergehalt WG, Luftporengehalt LP, Mörtelgewicht MG, Wasserrückhaltevermögen WRV, Tauchkolben TK, SO₃-Gehalt, Abbindebeginn /-ende