

25. Kolloquium

Rheologische Messungen an mineralischen Baustoffen

02. und 03. März 2016

Technische Hochschule Regensburg - Fakultät
Bauingenieurwesen

Optimierung der Verarbeitbarkeit von Sichtbetonsorten

Dipl.-Ing. Rolf-D. Schulz

Vortragsinhalt: Thesen zur komplexen Sichtbetontechnologie

1. Mit rheologischen Messungen am Frischbeton lassen sich Qualität und Wirtschaftlichkeit für die Sichtbetonherstellung verbessern.
2. Theorie und Lösungsansätze mit bewährten Umsetzungsstrategien für die Praxis anhand von Fallbeispielen

Voraussetzungen: Anforderungen an Sichtbeton: Beispiele C 30/37 und C 35/45, 0/16 mm

Anforderungen nach DIN 1045 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teile 1 bis 4, Fassung 2008-08 oder EC 2

Anforderungen nach Merkblatt Sichtbeton des DBV/VDZ bzw. Richtlinie Sichtbeton – Geschalte Betonflächen inklusive Gütezeichen „Fachbetrieb für Sichtbeton“ der Österreichischen Vereinigung für Beton- und Bautechnik bzw. Cemsuisse-Merkblatt für Sichtbetonbauten

Sichtbeton

höhere Anforderungen an das Aussehen

Konsequenz: höhere Homogenität des Frischbetons

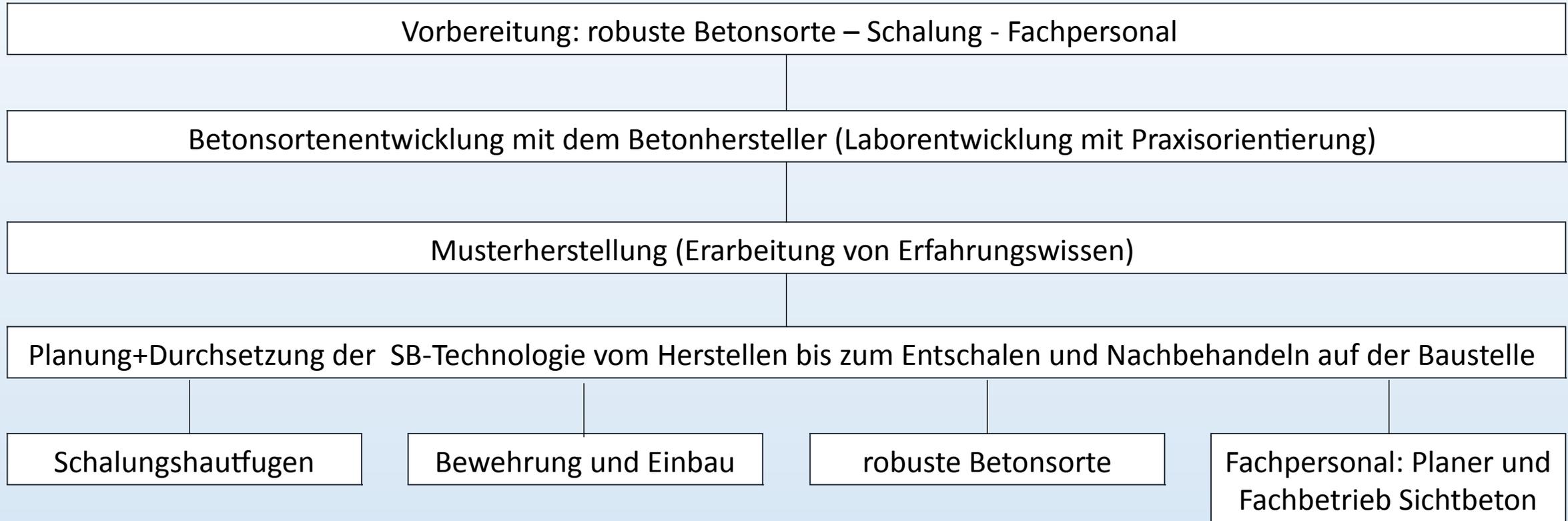
genauer eingestellte, robuste Betonsorten

u. a. rheologische Messungen im Labor

Zu Beginn auch rheologische Messungen auf der Baustelle

Teil des Erfahrungswissens „Sichtbeton“

Komplexe Sichtbetontechnologie



Rheologische Messungen Sichtbeton (zusätzlich zu [1]) im Labor:

- Zementleim
- Zementmörtel 0/2 mm (Zusatzstoffe, Zusatzmittel)
- Regression auf Größtkorn: z. B. 0/16 mm:
 - regionale Erfahrungen
 - KonsistenzEinstellung (am Labormuster 500/500 bis 1000/1000 oder Lohaus-Schalung); meist LVB, FrischbetonkonsistenzEinstellung und Prüfung des und Sedimentationsverhaltens
 - ggf. E-Modul, Schwinden
 - Muster mit 0/16 mm:
 - Farbton
 - Verarbeitbarkeit (Transportbetonwerk, Baustelle)
 - Prüfung nach vereinbarter Sichtbetonklasse

1:1-Muster (Architekt/Auftraggeber, Tragwerksplaner, Betontechnologe, Baustellenführungskräfte) für Beispiel 1: NS-Dokumentationszentrum Lindberghstraße, München

Völlig neu ist das nicht:

Seit den 60er-Jahren begannen Laboringenieure und Betontechnologen rheologische Messungen für Betonsoortenentwicklungen einzusetzen.

Hier wird nur die Sichtbetonsortenentwicklung - neben der Stoffraumrechnung und weiteren Frisch- und Festbetonprüfungen im Labor- und i.d.R. einer Kontrollmessung auf d. Baustelle vorgestellt.

Weitere Praxisanwendungen für die Betonsortenentwicklung für:

-
- wu-Beton
- Unterwasserbeton
- Fassadenbeton
- etc.

Verfügungswissen für:

- Planung und Ausschreibung
- Betonherstellung für die Baustelle

Ordnende Hand durch komplexe Betrachtung mit Schnittstellenbetreuung aus:

- dem Schalungsbau
- Wechselwirkungen: Schalungshaut- und Betonoberflächenveränderungen
- Trennmittel, Abstandhalter
- zur Qualitätssicherung (Bauleitung, Facharbeiter, Material und Technologie) mit Motivation des Baustellenfachpersonals, des Sichtbetonteam (u. U. mit Schmelztiegelfunktion) und vertraglichen Regelungen zur Reduzierung des Einflusses von menschlichen Schwächen (Geld, Zeit, Hierarchie etc.)

Beispiele zur Optimierung der Betonsortenentwicklung:

Den Unterschied macht – wie immer – die Vorbereitung.

Umsetzung in die Praxis mit Konzentration, Engagement, Konsequenz, Zusammenarbeit und Ausdauer.

In der Bauwirklichkeit **ändert** sich immer einiges.

Beispiel 1:
NS-Dokumentationszentrum
München



Nur der **Gesamteindruck** zählt.

NS-Dokumentationszentrum München

Weißer Beton (C 30/37 und C 35/45) mit Weißzement CEM I 42,5 R mit Titandioxid (fotokatalytischer Effekt) und ausgewählten regionalen Gesteinskörnungen mit Zeit für die Betonsortenentwicklung.

Ein sehr komplexer Planungs-, Ausführungs- und Überwachungsaufwand. Auftraggeber, Architekten, Tragwerksplaner, Betoningenieure, Objektüberwachung und die Baustellenführungskräfte entwickelten mit der Mustererstellung eine ausgereifte betontechnische Lösung.

NS-Dokumentationszentrum München

Risiken:

- zwangspannungsarme Befestigung der Fassadenschale an der Tragschale
- Betonieren des Sichtbetons gegen eine Wärmedämmung mit zu optimierenden Möglichkeiten des Betoneinbringens,

Ergebnis der Entwicklung: beherrschbare Sichtbetontechnologie.

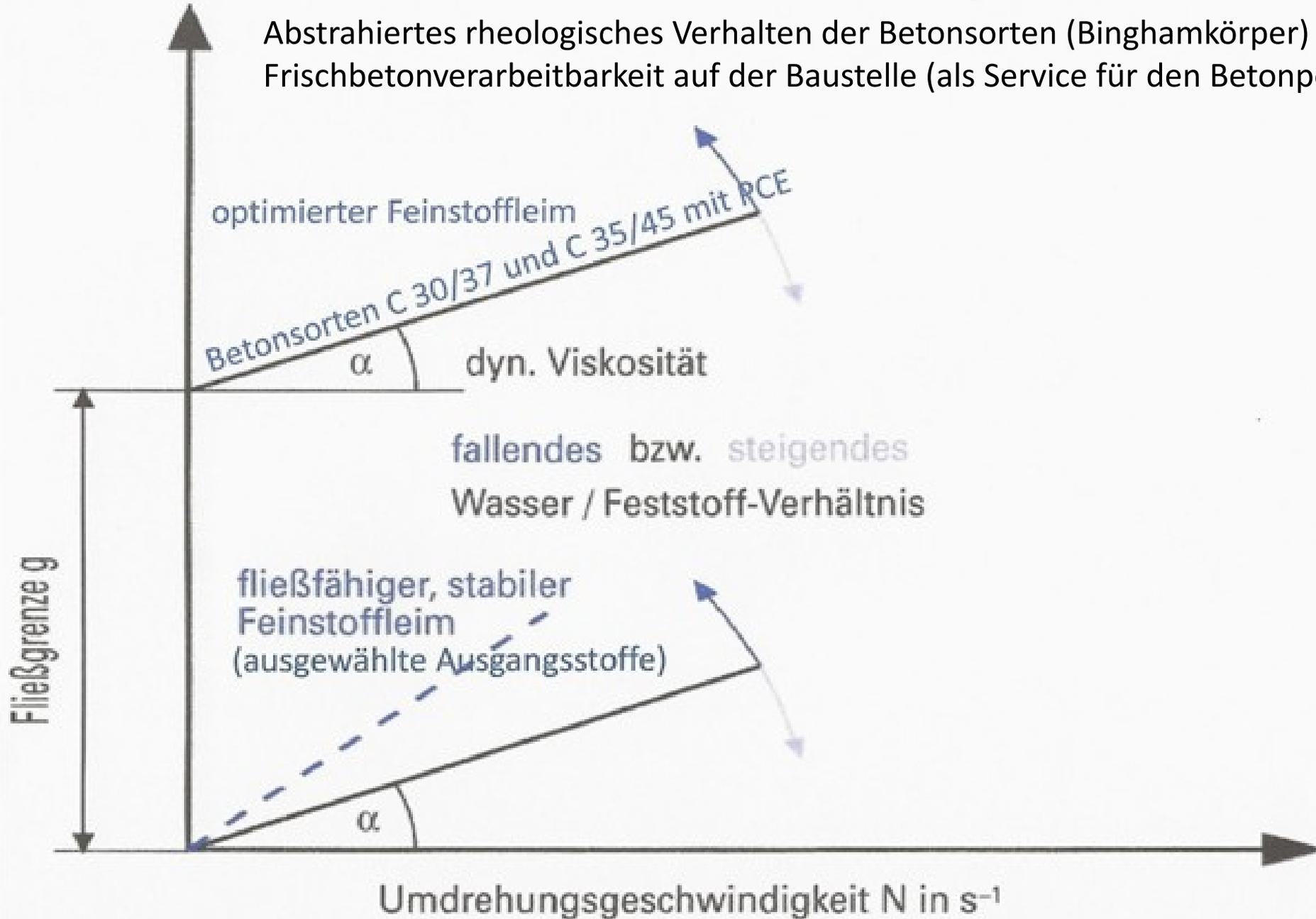
NS-Dokumentationszentrum München

Schalung und Schalungsmusterplan:

Das Architekturbüro änderte engagiert die Ausführungspläne - inklusive Schalungsmusterplan – aus betontechnologischen Gründen.

NS-Dokumentationszentrum München

Abstrahiertes rheologisches Verhalten der Betonsorten (Binghamkörper) vereinfacht für die Frischbetonverarbeitbarkeit auf der Baustelle (als Service für den Betonpolier und die Mannschaft)



NS-Dokumentationszentrum München

Entwicklungstheoretischer Teil:

• Die rheologischen Messungen an den beiden Frischbetonsorten (C 30/37 und C 35/45) wurden auf der Baustelle mit:

- Viscocorder
- Viskomat NT
- eBT2

mit dem Ausbreitmaß verglichen

- Schalungshautauswahl
- Betonkosmetik

NS-Dokumentationszentrum München:
Tragkonstruktion in C 30/37, weiß, mit
Kerndämmung und Fassadenflächen aus
weißem Sichtbeton C 35/45.

Frischbetonkonsistenz (LVB) am
Krankübel mit optischer Beurteilung
und Probeentnahme



NS-Dokumentationszentrum München

Arbeitsschritte für die Messungen mit dem Viskomat und Viscoorder:

- Absieben des Frischbetons auf 4 mm
- Messung der Probe: 2 Umdrehungszahlen
- Messung während der Verarbeitbarkeitszeit des Betons wiederholen
- Aufzeichnen der Drehmomente und der Umdrehungsgeschwindigkeiten bei gleichen Temperaturen.

NS-Dokumentationszentrum München:
Messungen im Baucontainer

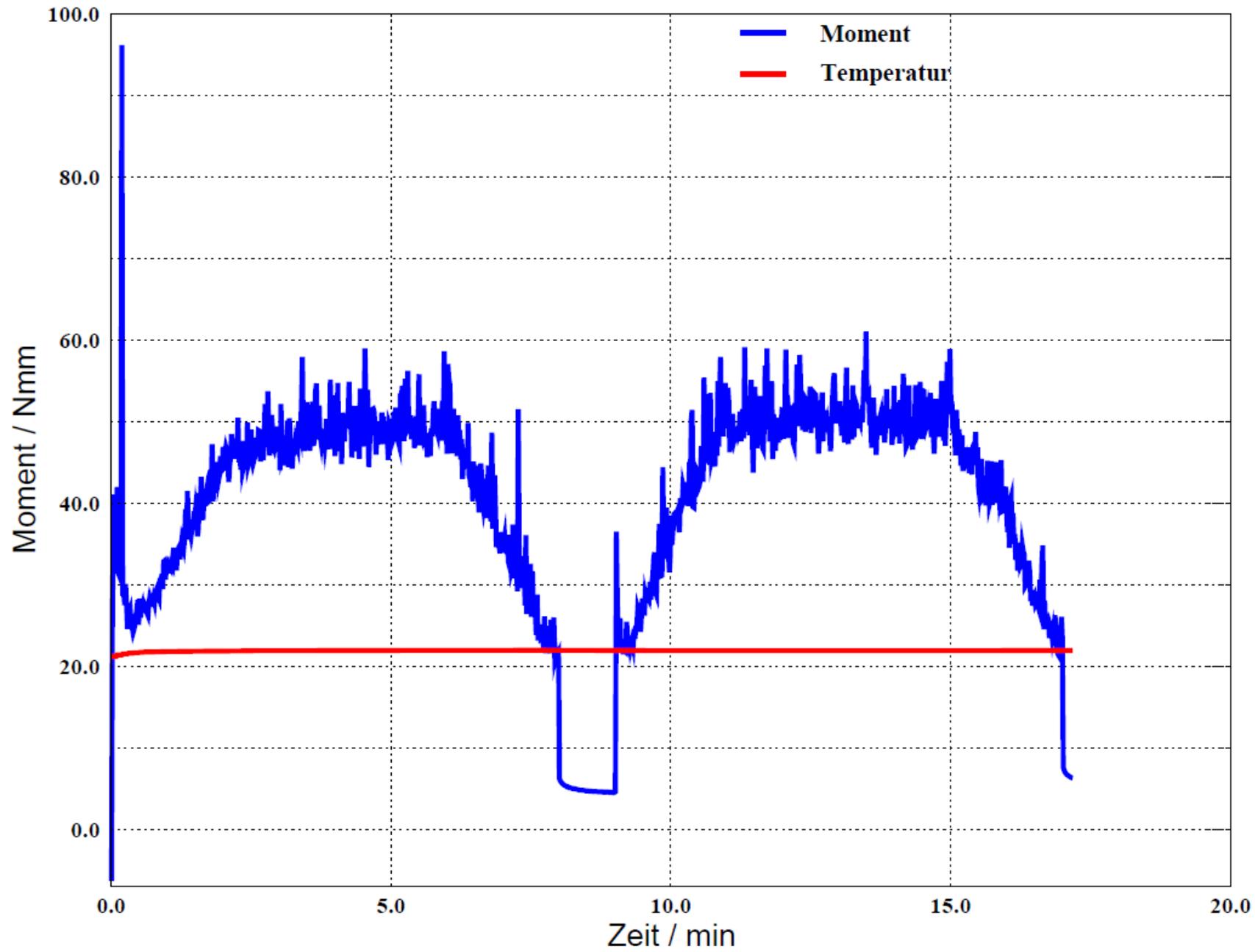


NS-Dokumentationszentrum München:
eBT2-Messungen am Frischbeton vor
dem Bauteil



NS-Dokumentationszentrum München:
Messergebnisse mit Viscomat NT

Viscomat NT
Moertel 10



NS-Dokumentationszentrum München:
Messungen mit Viscocorder
(Größtkorn 2 mm) am Bauteil



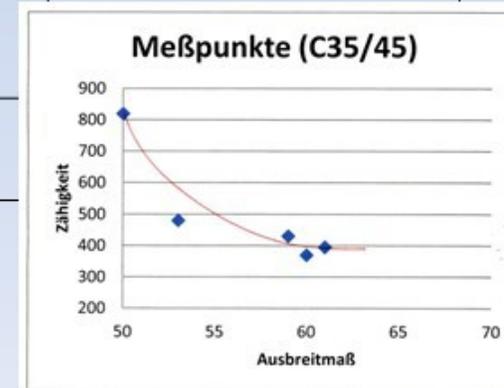
NS-Dokumentationszentrum München:
Korrespondierende Messungen des
Ausbreitmaßes am Bauteil



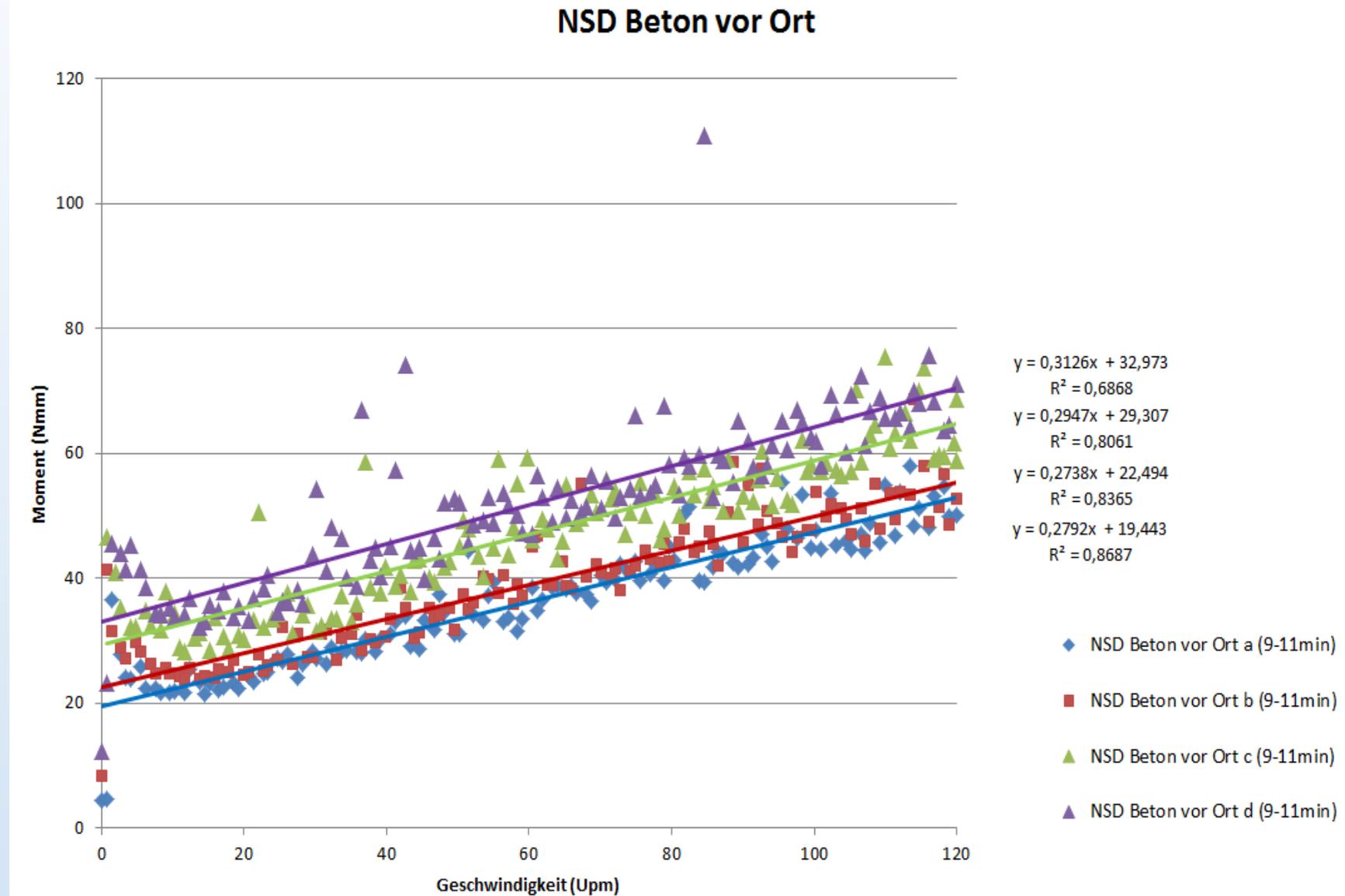
Vergleich der rheologischen Messungen für Sichtbeton (gemessen mit dem Viscocorder)

NS-Dokumentationszentrum München:
Auswertung:
Vergleich Messergebnisse der
rheologischen Messungen zum
Ausbreitmaß

NS-D: Weißbeton		Anthrazitfarbener Beton	
Ausbreitmaß	Zähigkeit (in Skalenteilen)	Ausbreitmaß	Zähigkeit (in Skalenteilen)
500 mm	820 Skt.	450 mm	800 Skt.
530 mm	480 Skt.	480 mm	490 Skt.
580 mm	430 Skt.		
610 mm	380 Skt.		



NS-Dokumentationszentrum München:
Messkurven mit dem Viskomat NT
(Weißbeton München am 13.08.2013
Messung 10)



Concrete, reinforced and prestressed concrete structures

Concrete – Specification, properties, production and conformity – Application rules
for DIN EN 206-1

Ausbreitmaße - Scherkräfte

Probe Nr.	Ausbreitmaß	Messergebnis Viskomat	Messergebnis eBT2	Messergebnis Viscocorder
6 „N-Weiß“	56 cm	80 Nmm	250 Nmm	605 Skt.
	56 cm	62 Nmm	245 Nmm	540 Skt.
7 „D-Grau“	51 cm	70 Nmm		530 Skt.
8 „S-Grau“	56 cm	55 Nmm	240 Nmm	540 Skt.
9 „BG-Grau“	56 cm	75 Nmm	260 Nmm	780 Skt.
	54 cm	65 Nmm	260 Nmm	450 Skt.
10 „N-Weiß“	55 cm	52 Nmm	130 Nmm	640 Skt.
	56 cm	55 Nmm	130 Nmm	
	49,5 cm	65 Nmm	140 Nmm	1000 Skt.
	46 cm	70 Nmm	150 Nmm	
13 „H-Anthrazit“	48 cm			490 Skt.
	45 cm			800 Skt.

Dipl.-Ing. Rolf-D. Schulz ▪ Ingenieurbüro für das Bauwesen, Betontechnologie und Betoninstandsetzung

Eichenstr. 15a ▪ D-85649 Brunnthal ▪ Tel. 0049 174 9111962 ▪ E-Mail: r.d.schulz@beton-schulz.de ▪ www.beton-schulz.de

NS-Dokumentationszentrum München
und an Sichtbetonbaustellen:
Vergleichsmessungen am Frischbeton
von Sichtbetonbaustellen in
unterschiedlichen Regionen

Beispiel 2: Sprengel Museum Hannover

Analoge Vorgehensweise, jedoch nur C 30/37, 0/16 mm, im **Farbton Anthrazit** und CEM II 42,5 mit zusätzlicher Oberflächenbearbeitung und Oberflächenbehandlung.

Sprengel Museum Hannover



Beispiel 3:
Büro- und Geschäftshaus Ernst Baseler
Berlin:
C 30/37 bis C 45/55, 0/16 mm, CEM III



Weitere aktuelle Beispiele:

Sichtbetonwände in Leichtbeton, oberflächenbearbeitet für eine Kirchenkapelle in Schwaben oder für ein Einfamilienhaus in München.

Diese rheologischen Serviceleistungen in der Sichtbetontechnologie (Frischbetonkonsistenz LVB) lassen sich auch auf kleineren Baustellen durchsetzen.

Gelegentlich auftretende Problempunkte:

Entwicklungskosten:

Sichtbetonsortenentwicklungen kosten Geld. Sie können aber auch (durch Verarbeitungsoptimierung und Betonierzeitverkürzung) Geld sparen helfen.

Gelegentlich auftretende Problempunkte:

Zeitaufwand:

Zum Entwicklungskostenaufwand kommt ein zusätzlicher Vorbereitungszeitraum von ca. 2 – 3 Monaten.

Gelegentlich auftretende Problempunkte:

Konsequenz in der Zusammenarbeit:

d. h. Sichtbetonteam und/oder Sichtbetonschmelztiegel

NS-Dokumentationszentrum München:
Betontechnologische Betonsortenentwicklung bis zur Referenzfläche

lfd. Nr.	Durchgeführte Prüfungen und Art der Muster
1	Erstprüfungen nach DIN 1045 [1]
2	erweiterte Eignungsprüfungen, Labormuster Größe frei oder nach Merkblatt Sichtbeton des DBV/VDZ [2]
3	1:1-Muster
4	Erprobungsflächen mit Erkenntnisgewinn aus Punkt 3
5	Referenzflächenvergleich

NS-Dokumentationszentrum München: Qualitätsmanagement

Risikomanagement – Qualitätssicherung – Arbeitsanweisungen – aktuelles Einwirken: witterungsabhängige Entscheidungen (z. B. erforderlicher Wechsel der Betonsorte aus Witterungsgründen).

Vertragsrechtliche Absicherungsmaßnahmen: Vorabnahme – Abnahmeantrag – Freigabe – Festlegung der Referenzflächen.

Weitere Vorgehensweise und Vereinbarungen: Oberflächenbearbeitungs- und -behandlungsmuster, Säuberung, Betonkosmetikmuster.

Fazit der Anwendung von rheologischen Messungen im Labor und auf der Baustelle:

Die **Ausführungsqualität** hängt von der genauen Einstellung der Betonsorteneigenschaften, wie z.B. dem Sedimentationsverhalten und den Konsistenzfestlegungen ab.

Mit der genaueren Einstellung lassen sich rügfähige Unregelmäßigkeiten reduzieren.

Fazit der Anwendung von rheologischen Messungen im Labor und auf der Baustelle:

Die **Wirtschaftlichkeit** kann durch homogeneres und gelegentlich auch schnelleres Einbringen und Verdichten – auch bei Sichtbeton mit hohen Anforderungen – signifikant verbessert werden.

Das wird im **Gesamteindruck** der Sichtbetonansichtsflächen deutlich **sichtbar**.