Universität Stuttgart
Institut für Werkstoffe im Bauwesen
Abteilung Werkstoffe und Konstruktion

KNIELE KKM-RT 15/22.5

Entwicklung eines
Labor-Intensivmischers
mit integriertem
(Absolutwert-) Rheometer und
Tribometer

KNIELE KKM-RT 15/22.5

Development of a
laboratory intensiv mixer
with integrated
(absolute-value) rheometer
and tribometer

IWB

Gliederung des Vortrags
structure of the presentation

- Ausgangssituation am IWB
- Lastenheft der Maschine
- Technische Umsetzung
- Leistungsspektrum der Maschine

- initial situation at IWB
- specifications of the new machine
- technical implementation
- performance characterisation

initial situation at our institute

Ausgangssituation am IWB

Mischversuche im Labormaßstab

Mixing experiments at labobratory scale

Vorteile:

- hervorragendes Mischergebnis
- programmierbares Mischregime
- Datenaufzeichnung

Nachteile:

- maximal 12.5 kg Mischgut ≈ 5-6l Frischbeton
- abnehmbarer Behälter Eigengewicht: 13.4 kg
- Gesteinskörnung über 8 mm; hohe mechanische Beanspruchung
- nicht genug Frischbeton z.B. für ICAR Rheometer

Advantages:

- excellent mixing performance
- programmable mixing regime
- data recording

Disadvantages:

- maximal 12.5 kg material ≈ 5-6l fresh concete
- removable vessel; own weight: 13.4 kg
- aggregate above 8 mm means high mechanical stress
- not enough material for example ICAR rheometer

Mischversuche im Labormaßstab

Mixing experiments at labobratory scale

Vorteile:

- ebenfalls hervorragendes Mischergebnis
- ebenfalls programmierbares Mischregime
- ebenfalls Datenaufzeichnung
- Größtkorn 16 mm problemlos
- einfache Reinigung
- integriertes Rheometer (Relativwerte)

Nachteile:

- „eine Nummer“ zu groß für Laboranwendungen

Advantages:

- excellent mixing performance, as well
- programmable mixing regime, as well
- data recording, as well
- gravel above 16 mm without problems
- easy cleaning
- Integrated rheometer (relative values)

Disadvantages:

- a size too large

Specifications of the new machine

Lastenheft der neuen Maschine

Lastenheft der neuen Maschine

Specifications of the new machine

- Frischbeton-Volumen ca. 15l für Frischbeton-Prüfungen und Probekörper
- Größtkorndurchmesser mindestens 16 mm
- einfaches Handling (15l · ca. 2.3 ≈ 35 kg!); kein abnehmbarer Behälter
- einfache, schnelle (und automatisierte?) Reinigung
- große Bandbreite der Werkzeuggeschwindigkeit innerhalb Teilvolumen; also „Intensivmischer“
- programmierbares Mischregime und Datenaufzeichnung
- Anwendungen außerhalb Baustoffe (produktberührende Teile Edelstahl)
- Mischersonde für feuchte Zuschläge und zur Bewertung der Mischgüte (Homogenität)
- Rheologische Messungen (Relativmessungen)
- Rheologische Mesungen (Absolut-Messungen)
- Aktives Homogenisieren während der Vorscherung
- Mischer-Kamera
- Dosierung von Flüssigkeiten

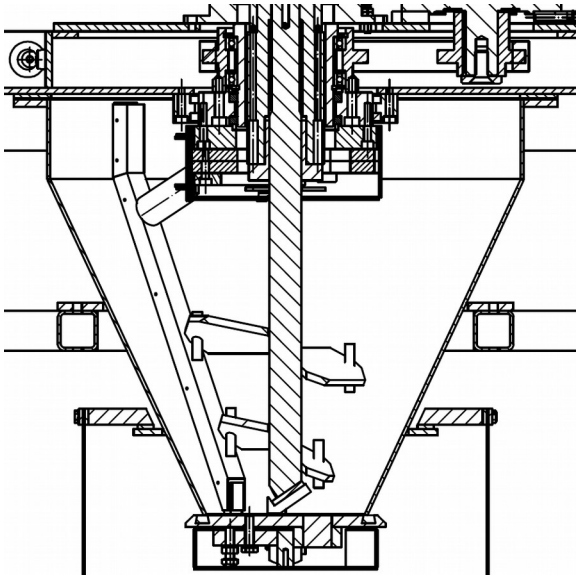
- fresh concrete volume approx. 15l for fresh concrete tests and samples for mechanical testing
- aggregate diameter minimal 16 mm
- easy handling (15l · approx. 2.3 ≈ 35 kg!); no removable vessel
- simple, fast (and automated?) cleaning
- Wide bandwith of tool speed within a part of the vessel; that means intensiv mixer
- programmable mixing regime and data recording of tool speed, torque etc.
- applications outside concrete (product contacting parts of stainless steel
- mixer probe for wet aggregates and for evaluation of mixing quality (homogeneity)
- rheological measurements (relative values)
- rheological measurements (absolute values)
- active homogenize during pre-shear
- mixing-camera
- dosing of liquids

Technical implementation

Technische Umsetzung

- Frischbeton-Volumen ca. 15l für Frischbeton-Prüfungen und Probekörper
- Größtkorndurchmesser mindestens 16 mm
- einfaches Handling (15l · ca. 2.3 ≈ 35 kg!); kein abnehmbarer Behälter
- einfache, schnelle (und automatisierte?) Reinigung
- große Bandbreite der Werkzeuggeschwindigkeit innerhalb Teilvolumen; also „Intensivmischer“
- programmierbares Mischregime und Datenaufzeichnung
- Anwendungen außerhalb Baustoffe (produktberührende Teile Edelstahl)

- fresh concrete volume approx. 15l for fresh concrete tests and samples for mechanical testing
- aggregate diameter minimal 16 mm
- easy handling (15l · approx. 2.3 ≈ 35 kg!); no removable vessel
- simple, fast (and automated?) cleaning
- Wide bandwith of tool speed within a part of the vessel; that means intensiv mixer
- programmable mixing regime and data recording of tool speed, torque etc.
- applications outside concrete (product contacting parts of stainless steel



Lastenheft der neuen Maschine

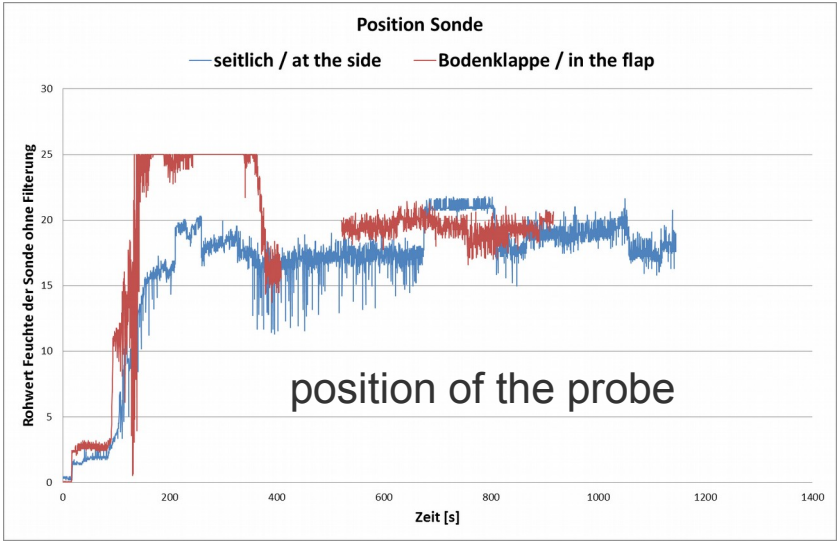
Specifications of the new machine

- **Mischersonde für feuchte Zuschläge und zur Bewertung der Mischgüte (Homogenität)**
- Rheologische Messungen (Relativmessungen)
- Rheologische Mesungen (Absolut-Messungen)
- aktives Homogenisieren während der Vorscherung
- Mischer-Kamera
- Dosierung von Flüssigkeiten

- **mixer probe for wet aggregates and for evaluation of mixing quality (homogeneity)**
- rheological measurements (relative values)
- rheological measurements (absolute values)
- active homogenize during pre-shear
- mixing-camera
- dosing of liquids

Mischersonde
Mixing probe

KKM-R30



KKM-RT 15/22.5 without cover mixing probe in the flap

Lastenheft der neuen Maschine

Specifications of the new machine

- Mischersonde für feuchte Zuschläge und zur Bewertung der Mischgüte (Homogenität**)**
- **Rheologische Messungen (Relativmessungen)**
- Rheologische Messungen (Absolut-Messungen)
- aktives Homogenisieren während der Vorscherung
- Mischer-Kamera
- Dosierung von Flüssigkeiten

- mixer probe for wet aggregates and for evaluation of mixing quality (homogeneity)
- **rheological measurements (relative values)**
- rheological measurements (absolute values)
- active homogenize during pre-shear
- mixing-camera
- dosing of liquids

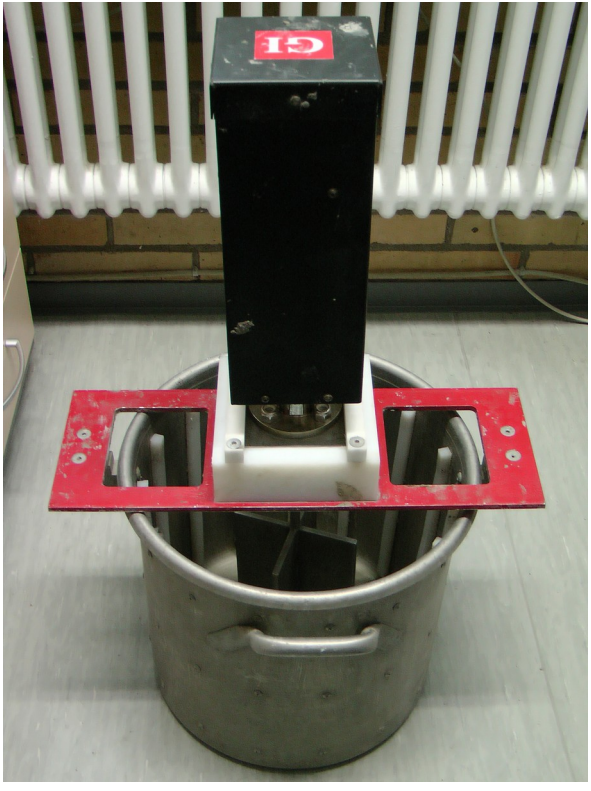
Rheologische Messungen (Relativmessungen)

Rheological measurements (relative values)

Grundvoraussetzung /
basic requirements

for example: ICAR-Rheometer

- Motorgetriebeeinheit / motor-gear unit
- Drehmomentsensor / torque sensor
- Messwerkzeug / mearsuring tool

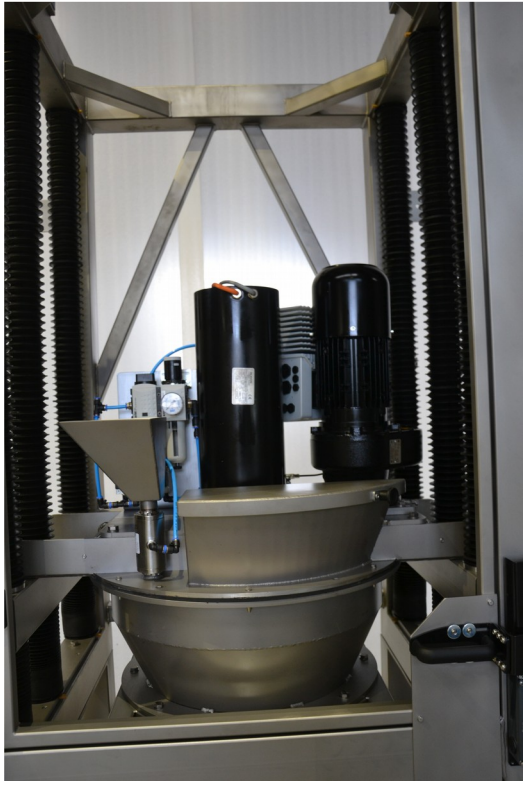


Rheologische Messung (Relativmessung)

Rheological measurements (relative values)

- Synchron-high-torque Direktantrieb für den **inneren Antrieb**
- integrierter hochauflösender Drehgeber
- „fliegende Lagerung“; ohne weitere Lagerung und Verluste
- Frequenzumrichter Direct-Torque-Regelung **ohne** Drehmomentsensor
- Messwerkzeug = Mischwerkzeug **ohne** definierte Oberfläche
- Messwerte: Drehzahl (Auslenkung) und Drehmoment

- synchronous high torque direct drive for the **inner agitator**
- integrated encoder with high resolution
- no additional bearings, no additional friction and losses
- inverter direct-torque control **without** torque sensor
- measuring device = agitator **without** defined surfaces
- measured values: rotational speed and torque



Lastenheft der neuen Maschine

Specifications of the new machine

- Mischersonde für feuchte Zuschläge und zur Bewertung der Mischgüte (Homogenität**)**
- Rheologische Messungen (Relativmessungen)
- **Rheologische Messungen (Absolut-Messungen)**
- aktives Homogenisieren während der Vorscherung
- Mischer-Kamera
- Dosierung von Flüssigkeiten

- mixer probe for wet aggregates and for evaluation of mixing quality (homogeneity)
- rheological measurements (relative values)
- **rheological measurements (absolute values)**
- active homogenize during pre-shear
- mixing-camera
- dosing of liquids

Rheologische Messungen (Absolut-Messungen)

Rheological measurements (absolute values)

Voraussetzungen:

- Messwerkzeuge mit definierter Geometrie
- gewählt: koaxiale Zylinder

Auswirkungen auf den Mischer:

- Schnellwechselvorrichtungen sind erforderlich
- Behälter oder Antriebseinheit müssen verfahrbar sein für Wechsel der Werkzeuge

Requirements:

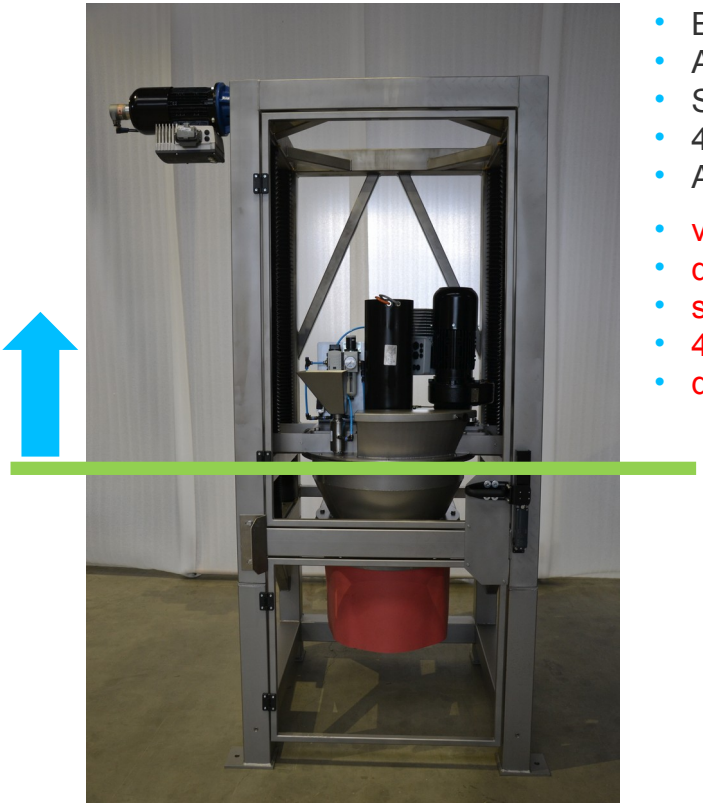
- tools with defined geometry
- Chosen: coaxial cylinders

Consequences for the mixer:

- Quick-change tools necessary
- movable vessel or drive-unit necessary fot changing the tools

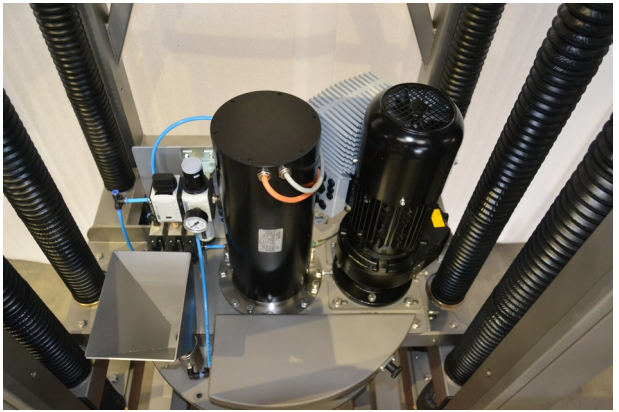
Rheologische Messungen (Absolut-Messungen)

Rheological measurements (absolute values)



- Behälter ist fixiert
- Antriebseinheit verfährt nach oben
- Spindelhubeinrichtung
- 4 Führungen
- Antrieb mit Encoder für hochgenaue Positionierung

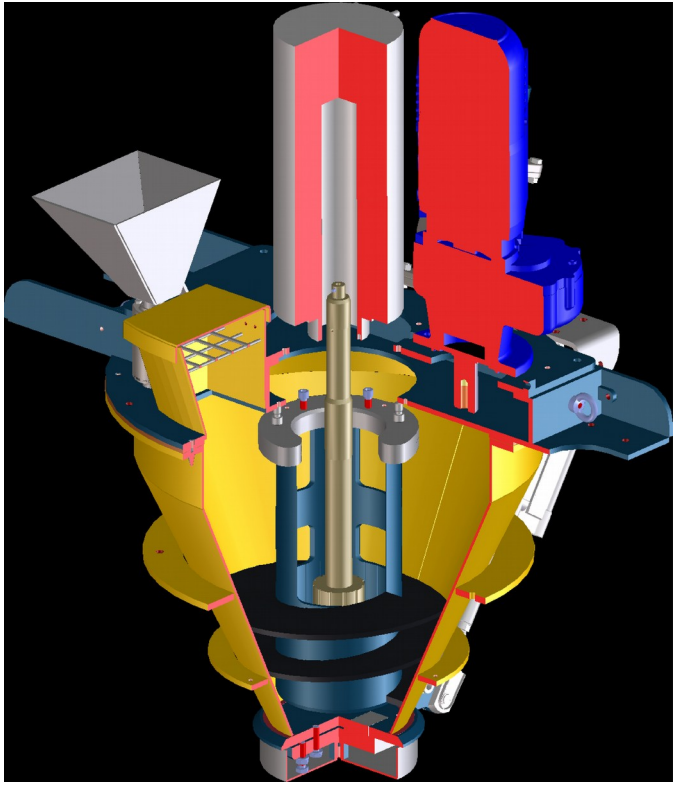
- vessel is fixed
- drive unit moves upwards
- spindle lifting elements
- 4 cylindrical guides
- drive with encoder for highly accurate positioning



Rheologische Messungen (Absolut-Messungen)

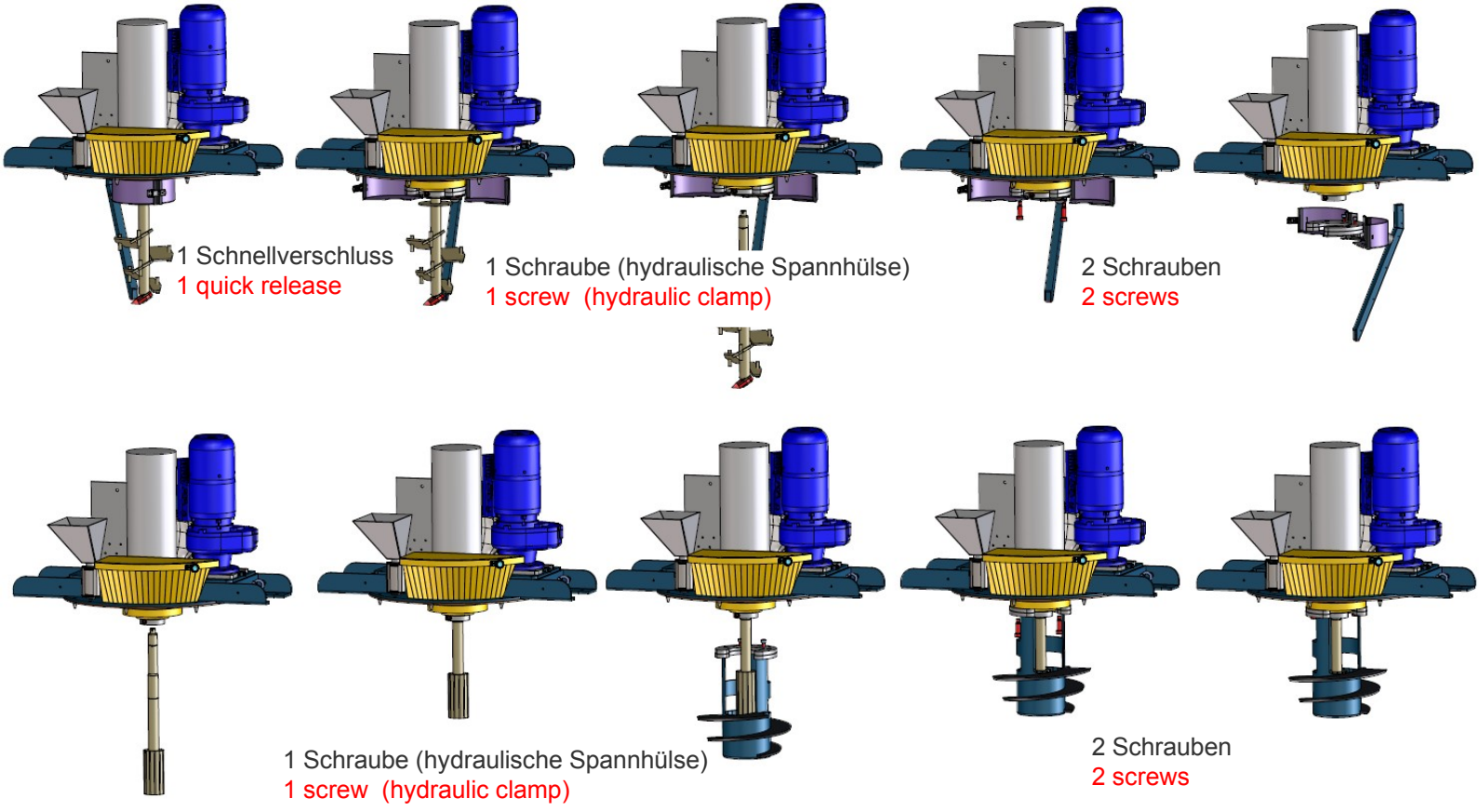
Rheological measurements (absolute values)

?



Rheologische Messungen (Absolut-Messungen)

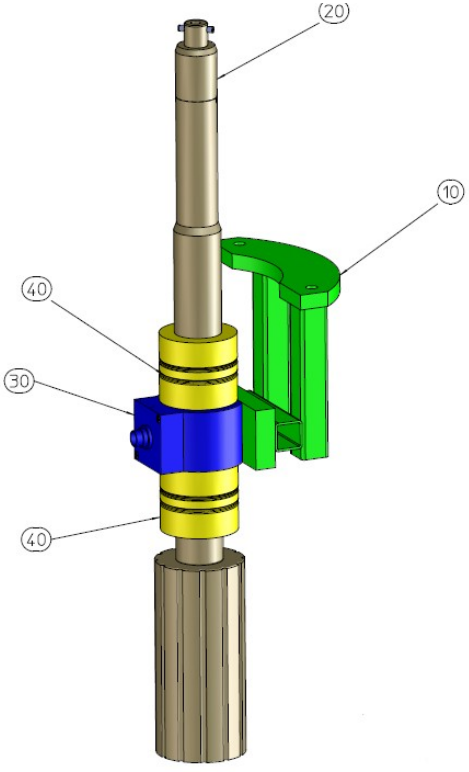
Rheological measurements (absolute values)



Rheologische Messungen (Absolut-Messungen)

Rheological measurements (absolute values)

- Zusätzlicher Prüfung mit Drehmomentsensor von HBM
- Additional testing with torque probe from HBM



Lastenheft der neuen Maschine

Specifications of the new machine

- Mischersonde für feuchte Zuschläge und zur Bewertung der Mischgüte (Homogenität**)**
- Rheologische Messungen (Relativmessungen)
- Rheologische Messungen (Absolut-Messungen)
- **aktives Homogenisieren während der Vorscherung**
- Mischer-Kamera
- Dosierung von Flüssigkeiten

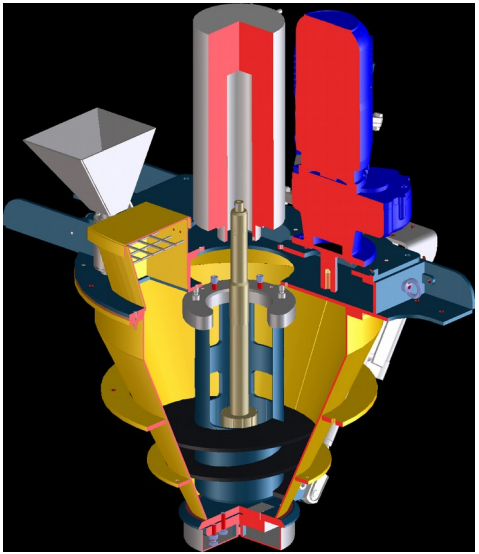
- mixer probe for wet aggregates and for evaluation of mixing quality (homogeneity)
- rheological measurements (relative values)
- rheological measurements (absolute values)
- **active homogenize during pre-shear**
- mixing-camera
- dosing of liquids

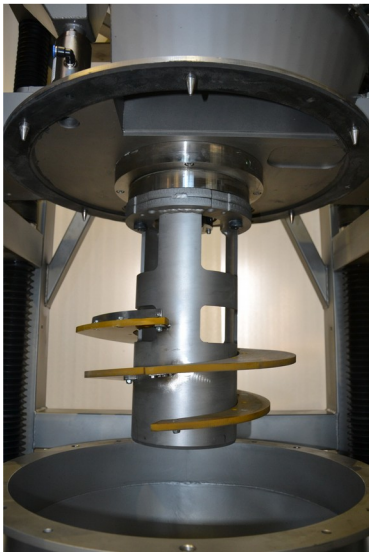
Aktives Homogenisieren während der Vorscherung

Active homogenize during pre-shear

- Entmischung durch Sedimentation (Schwerkraft)
- Entmischung durch scherungsinduzierte Partikelwanderung

- segregation by gravity (sedimentation)
- segregation by shear-induced migration

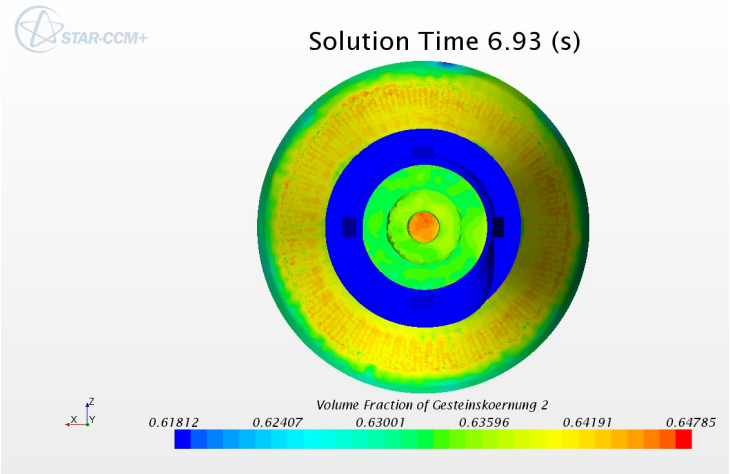


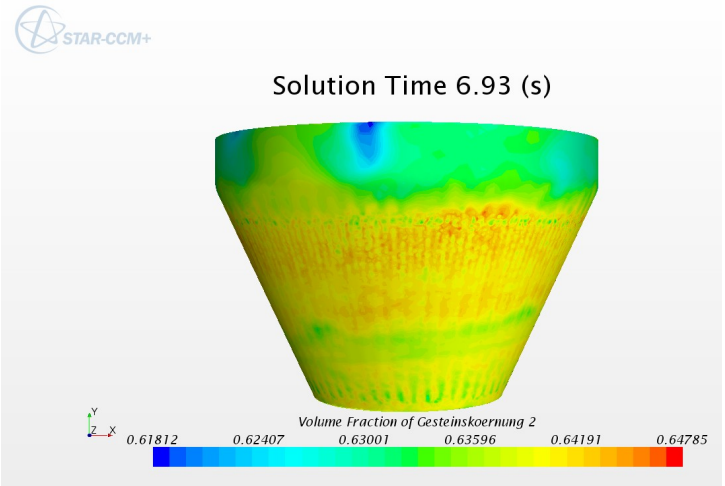


Aktives Homogenisieren während der Vorscherung

Active homogenize during pre-shear

- Strömungssimulation
- CFD-simulation





Lastenheft der neuen Maschine

Specifications of the new machine

- Mischersonde für feuchte Zuschläge und zur Bewertung der Mischgüte (Homogenität)
- Rheologische Messungen (Relativmessungen)
- Rheologische Messungen (Absolut-Messungen)
- aktives Homogenisieren während der Vorscherung
- **Mischer-Kamera**
- Dosierung von Flüssigkeiten

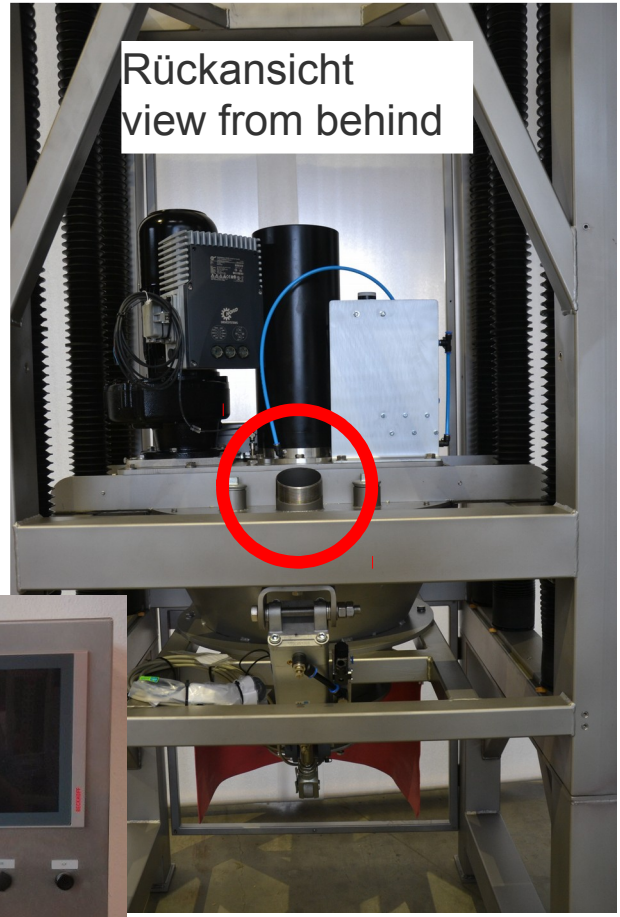
- mixer probe for wet aggregates and for evaluation of mixing quality (homogeneity)
- rheological measurements (relative values)
- rheological measurements (absolute values)
- active homogenize during pre-shear
- **mixing-camera**
- dosing of liquids

Mischer-Kamera

Mixing-camera

- Beobachtung des Mischvorgangs (Sicherheitsvorschriften)
- Beobachtung während der rheologischen Messungen z.B. mit Traycer-Farbstoff
- Schutz durch pneumatisches Quetschventil

- observation during mixing (safety regulations)
- observation during rheological measurements; for example traycer
- protection with pneumatic pinch valve



Lastenheft der neuen Maschine

Specifications of the new machine

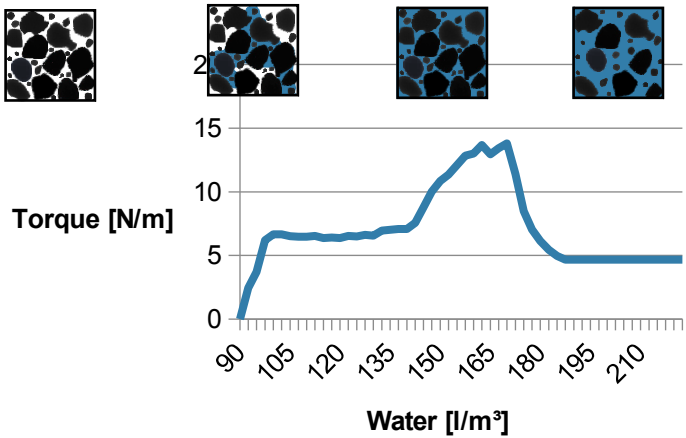
- Mischersonde für feuchte Zuschläge und zur Bewertung der Mischgüte (Homogenität**)**
- Rheologische Messungen (Relativmessungen)
- Rheologische Messungen (Absolut-Messungen)
- aktives Homogenisieren während der Vorscherung
- Mischer-Kamera
- **Dosierung von Flüssigkeiten**

- mixer probe for wet aggregates and for evaluation of mixing quality (homogeneity)
- rheological measurements (relative values)
- rheological measurements (absolute values)
- active homogenize during pre-shear
- mixing-camera
- **dosing of liquids**

Dosierung von Flüssigkeiten
Dosing of liquids

- programmierbare Zugabe von Flüssigkeiten
- z.B. Wasser

- programmable dosing of liquids
- for example water



Performance characterisation

Leistungsspektrum der Maschine

Leistungsspektrum der Maschine

Performance characterisation

- Intensiv-Mischer mit ca. 15l Frischbeton und 16 mm Größtkorn
- programmierbares Mischregime und Datenaufzeichnung
- Mischersonde für feuchte Zuschläge und zur Bewertung der Mischgüte (Homogenität)
- Rheologische Messungen (Relativmessungen und Absolut-Messungen);

Drehzahlmodus;

Drehmomentmodus und

Oszillationsmessungen

- Aktives Homogenisieren während der Vorscherung
- Automatisierte Messungen in programmierbaren Zeitabständen
- Mischer-Kamera
- Dosierung von Flüssigkeiten

Wasser: ideale Wassermenge bestimmen

Zusatzmittel: automatisierte rheologische Messungen in programmierbaren Zeitabständen

- Intensiv-mixer with approx. 15l for fresh concrete tests for 16mm gravel
- programmable mixing regime and data recording of tool speed, torque etc.
- mixer probe for wet aggregates and for evaluation of mixing quality (homogeneity)
- rheological measurements (relative and absolute values)

speed modus

torque modus

oscillating measurements

- active homogenize during pre-shear
- automated measurements with programmable time intervals
- mixing-camera
- dosing of liquids

water: determination of ideal amount of water

admixtures: automated rheological measurements in programmable time intervals

Vielen Dank!

Christian Baumert

E-Mail christian.baumert@iwb.uni-stuttgart.de
Telefon +49 (0) 711 685- 62794
Fax +49 (0) 711 685- 56899

Universität Stuttgart
Institut für Werkstoffe im Bauwesen
Pfaffenwaldring 4
70569 Stuttgart