

# Materialtechnologische Einflussfaktoren auf die Sichtbetonqualität

**Roman Loser  
Empa Dübendorf**

Teil 1: Sedimentation und Bluten von Beton

Teil 2: Wechselwirkungen zwischen Beton,  
Trennmittel, Schalung, Verarbeitung und  
Umgebungsbedingungen

Projektteam: Roman Loser, Andreas Leemann, Frank Winnefeld

Finanzierung:



## Projektziele Teil 1

- Einfluss der folgenden Parameter auf Sedimentation und Bluten von Beton klären:
  - Zementart
  - Fließmittel-Typ und Dosierung
  - Verarbeitbarkeit und w/z-Wert
  - Verdichtungsdauer
  - Temperatur



## Vorgehen

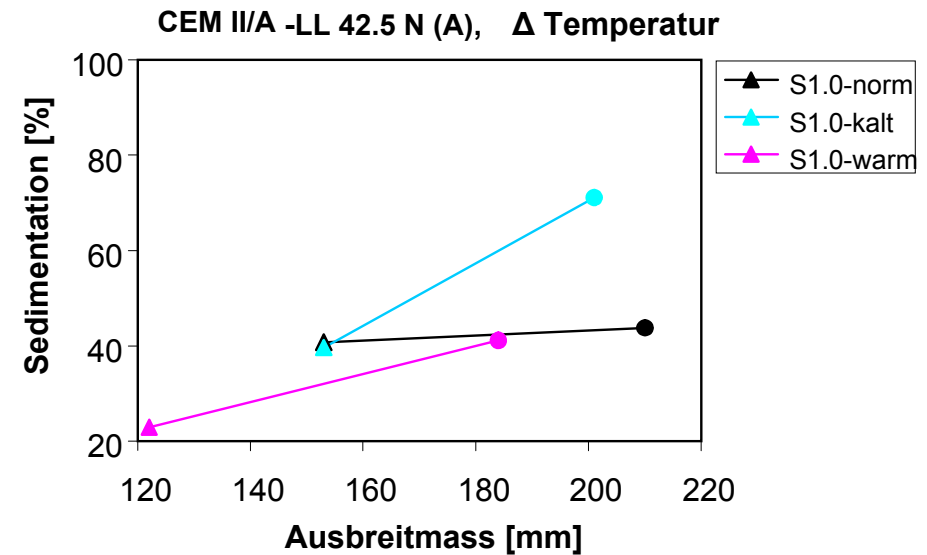
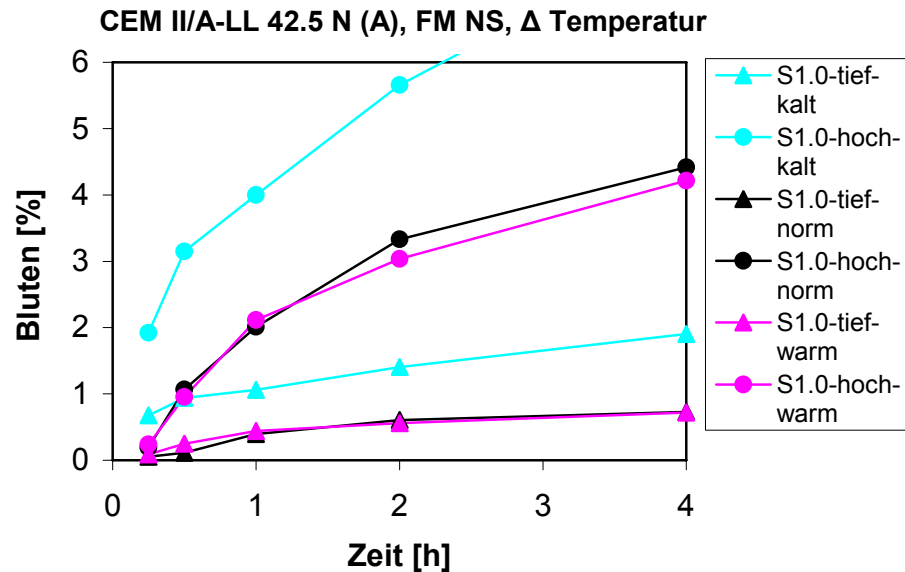
- Phase Zementleim: Sättigungspunkt
- Phase Mörtel: Auswirkungen der verschiedenen Parameter
- Phase Beton: Auswirkungen der wichtigsten Parameter und Überprüfen der Übertragbarkeit Mörtel-Beton

## Materialien

Zement / Zusatzstoff	Fließmittel
CEM II/A-LL 42.5 N (A)	Naphtalinsulfonate ("NF")
CEM II/A-LL 42.5 N (B)	Polycarboxylate Ether 1 ("PC1")
CEM I 42.5 N (A)	Polycarboxylate Ether 2 ("PC2")
Steinkohleflugasche	-

## Resultate

- Mörtelversuche: Beispiel Temperatur



- Bluten wird durch tiefe Temperaturen verstärkt
- Temperatur wirkt sich auf die Sedimentation nicht aus

## Resultate

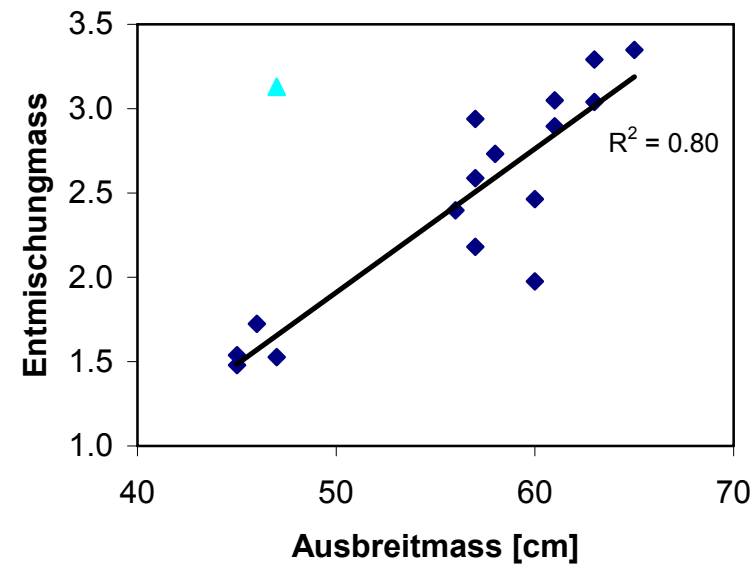
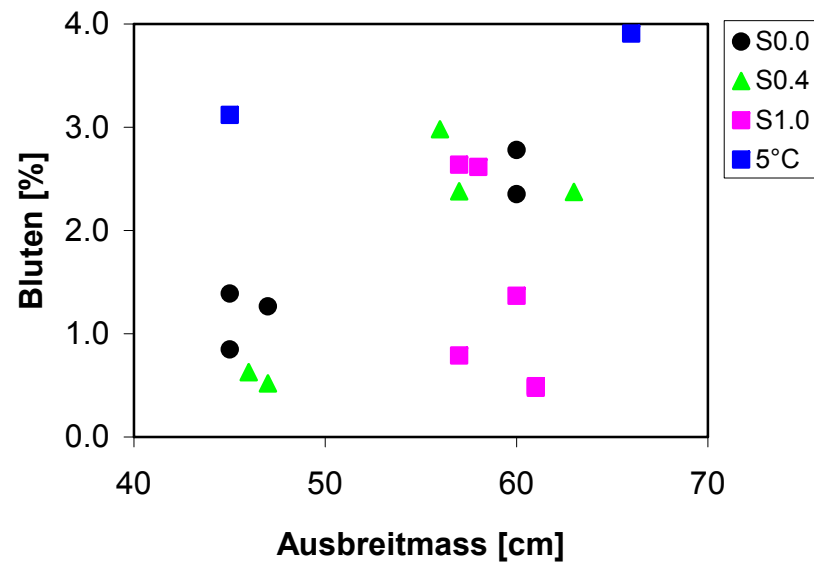
- Mörtelversuche: Beispiel Verarbeitbarkeit



- durch Erhöhung des Ausbreitmasses werden Bluten und Sedimentation verstärkt
- Auswirkungen auf Sichtflächen

## Resultate

- Betonversuche



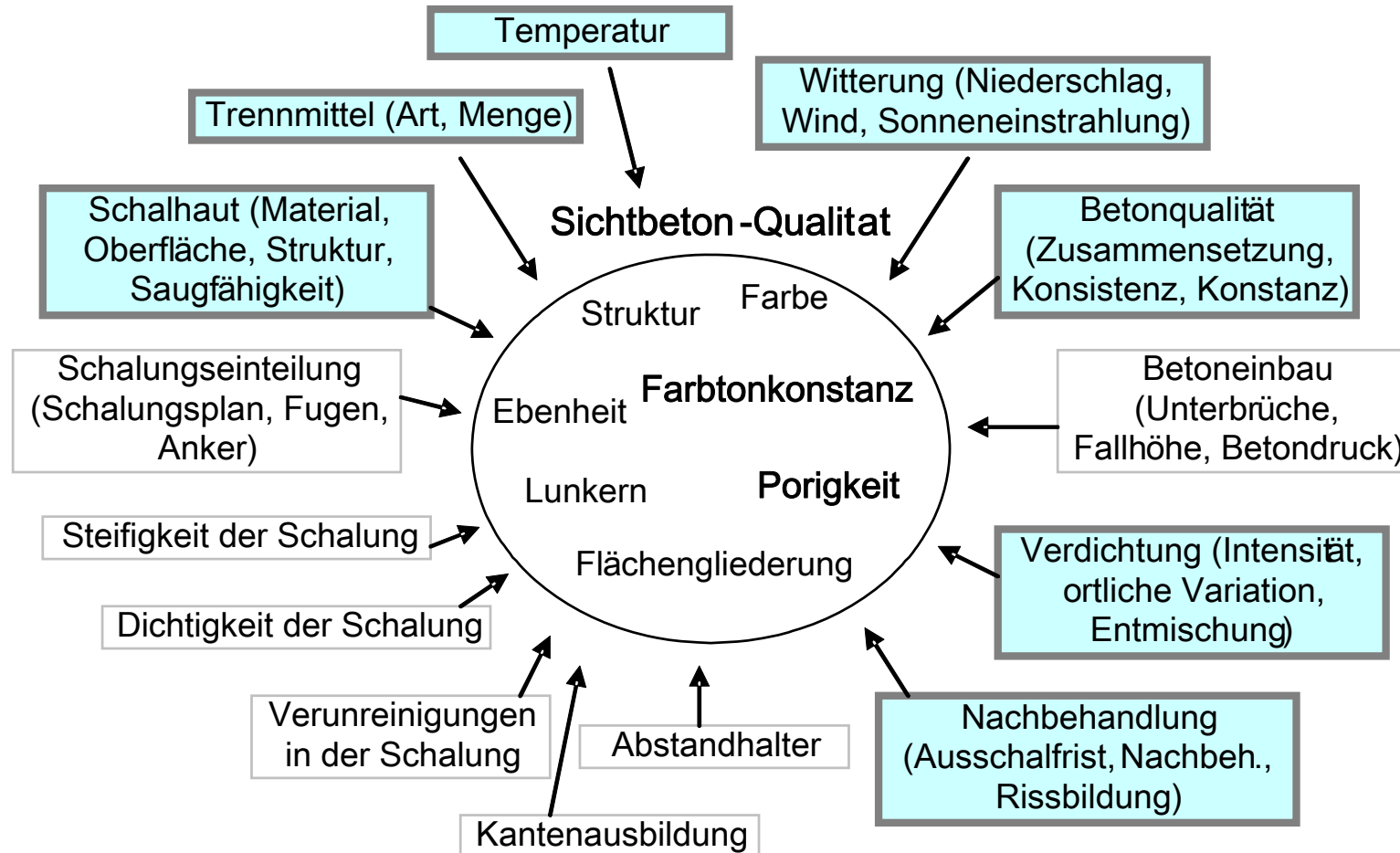
- Sedimentation und Bluten werden massgebend durch das Ausbreitmass gesteuert
- Bluten wird durch tiefe Temperaturen wesentlich verstärkt

## Zusammenfassung: Wertung der Einflussfaktoren

Einflussfaktor	Sedimentation	Bluten
Verarbeitbarkeit	<b>massgebend</b>	<b>massgebend</b>
Verdichtungsdauer	<b>massgebend</b>	untergeordnet
Zementart	nicht relevant	untergeordnet
Fliessmittel	nicht relevant	untergeordnet*
Luftporenbildner	<b>massgebend</b>	untergeordnet
Temperatur	nicht relevant	<b>massgebend</b>

\* beim Beton, beim Mörtel massgebend

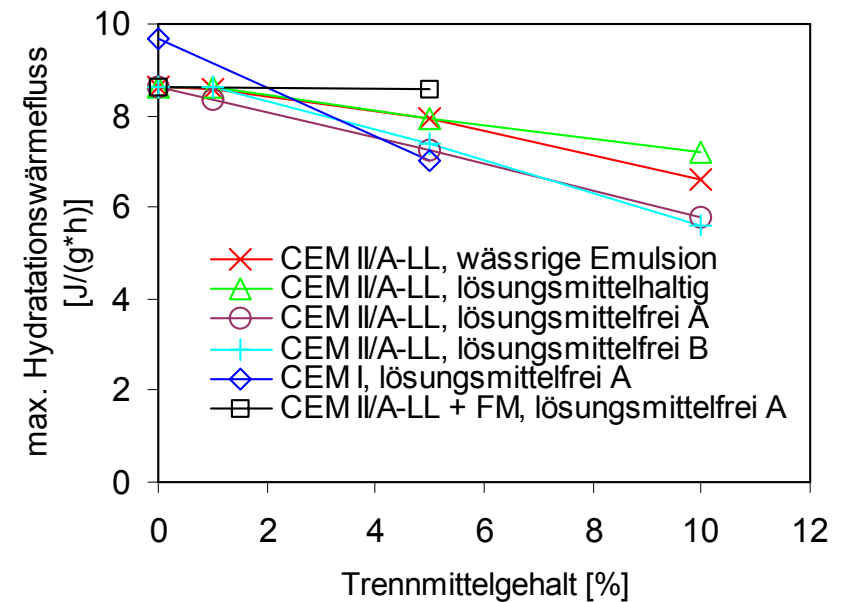
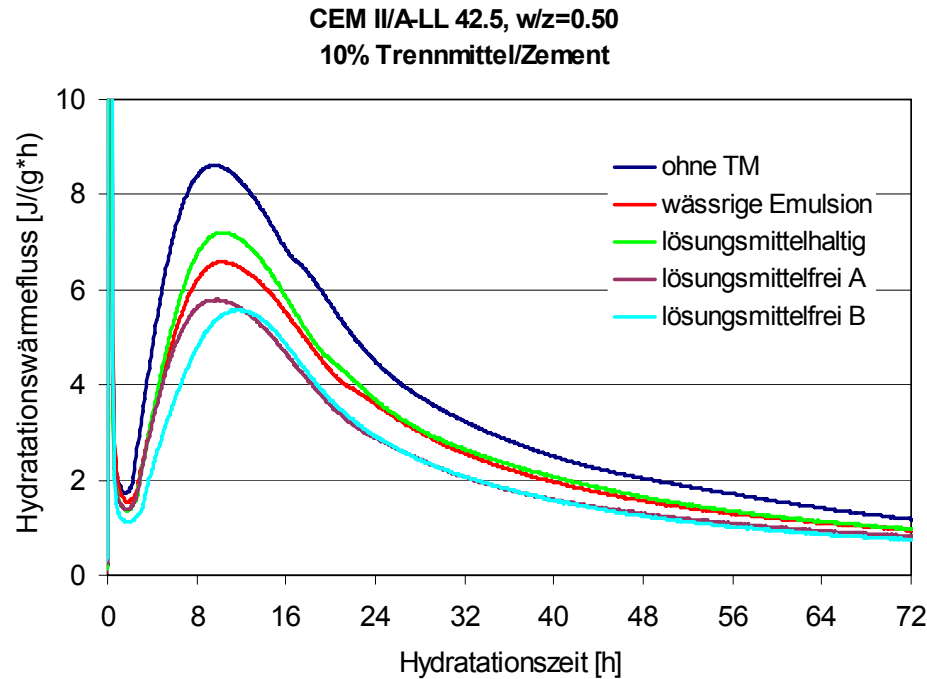
## Projektziele Teil 2: Einflussfaktoren auf Sichtbeton



## Materialien

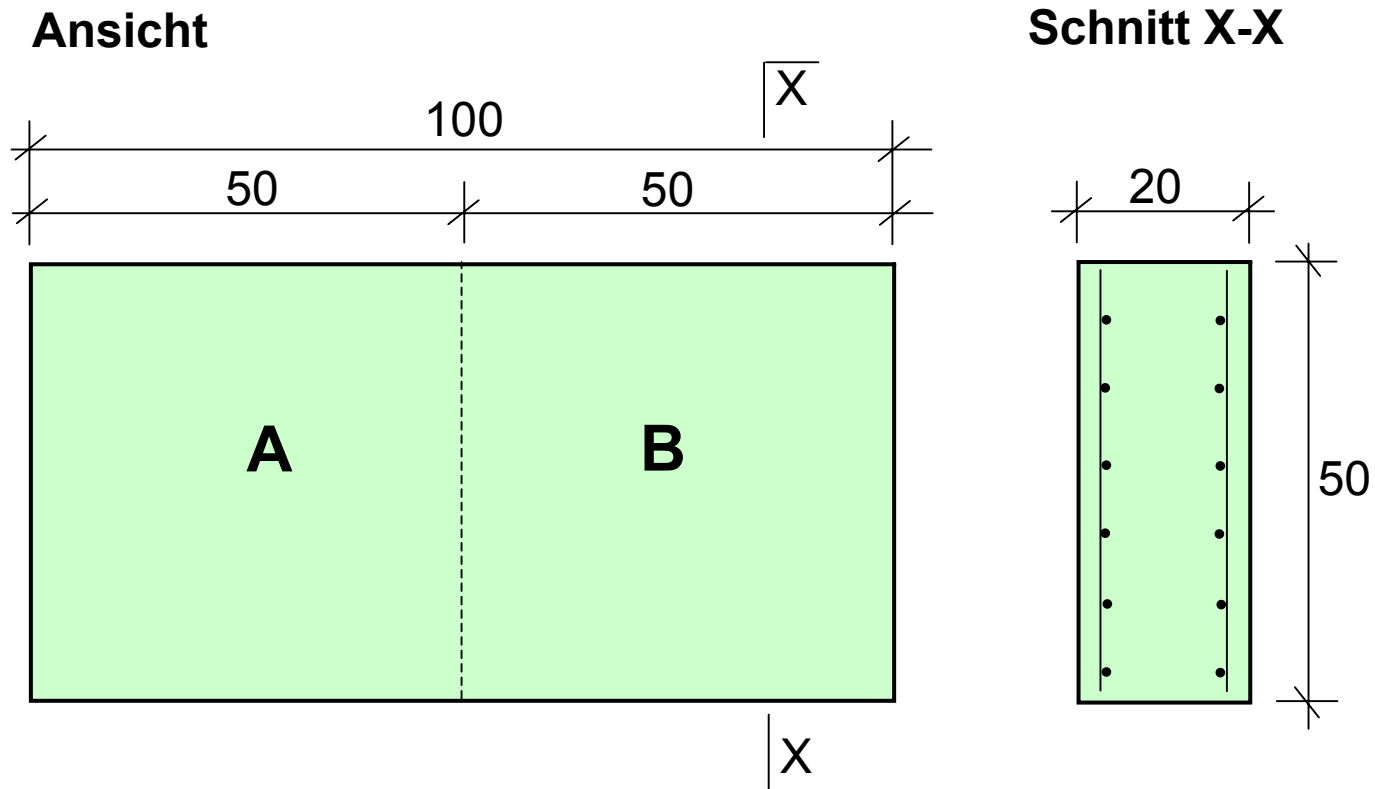
- Standard-Beton: 320 kg/m<sup>3</sup> CEM II/A-LL 42.5 N, w/z = 0.50, ohne Zusatzmittel, Ausbreitmass ca. 40-43 cm (F2 – F3),  $f_{c,28} \approx 45 \text{ N/mm}^2$
- Trennmittel:
  - wässrige Emulsion pflanzlicher Öle
  - lösungsmittelhaltiges modifiziertes Mineralöl
  - lösungsmittelfreies modifiziertes Mineralöl, Hersteller A und B
- Schaltafeln:
  - phenolharzbeschichtete Furniersperrholzplatte, 120 g/m<sup>2</sup> (braun)
  - melaminharzbeschichtete Dreischichtplatte (gelb)
  - kunststoffbeschichtete Birkensperrholzplatte (blau)
  - gehobelte Brettschalung (Fichte), unbeschichtet

## Beeinflussung der Zementhydratation durch Trennmittel



- hohe Trennmittelgehalte beeinflussen die Zementhydratation
- Beeinflussung bei CEM I grösser als bei CEM II/A-LL

## Betonierversuche



## Schalttafelart ohne Trennmittel

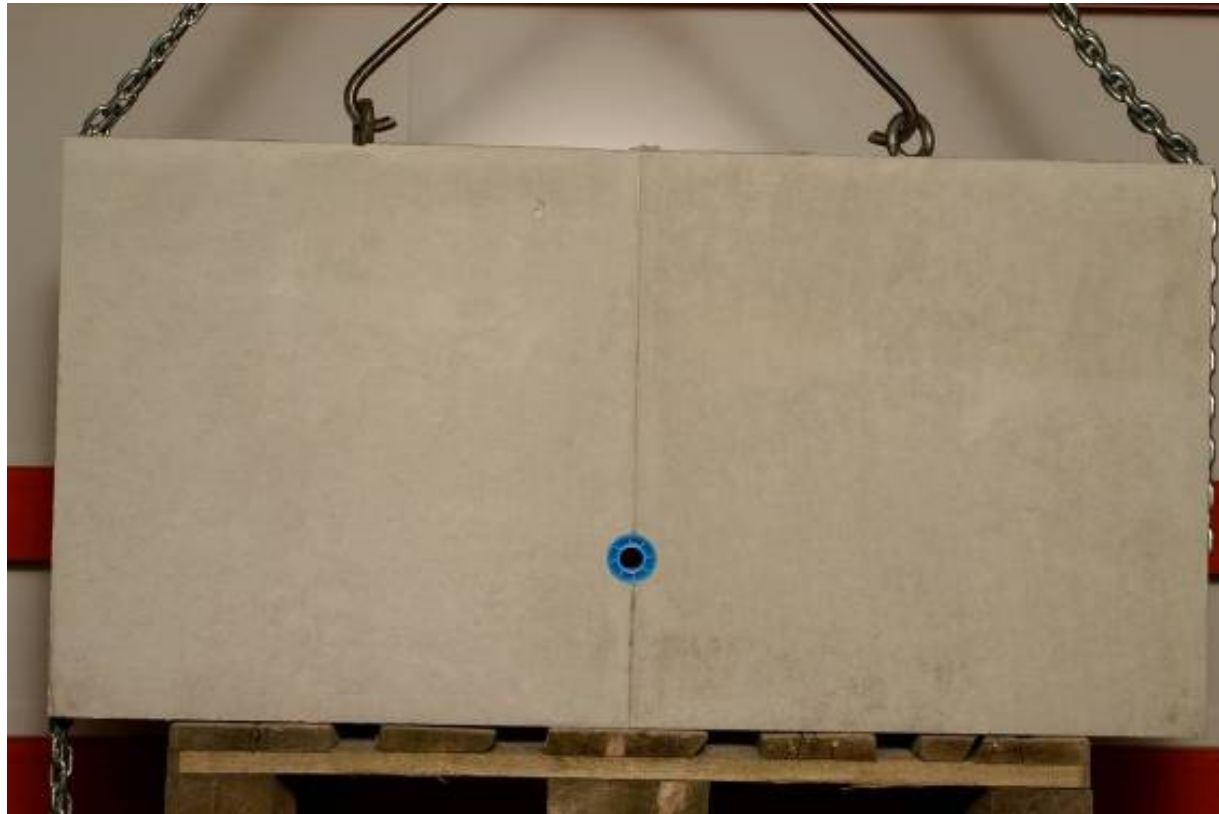


## Vier verschiedene Trennmittel bei gleicher Schalung



## Homogene Oberflächen

- Beton weicher Konsistenz (F4-F5), der nicht zum Bluten neigt



Bsp. Beton mit  
Luftporenbildner

## Übermässiger Trennmittelauftrag bei steifer Konsistenz (F2-F3)



## Beton weicher Konsistenz (F4-F5), starkes Bluten



Bsp. Beton mit  
 $w/z = 0.60$ ,  
Alter 14 d

## Tiefe Temperatur (5°C), Beton weicher Konsistenz

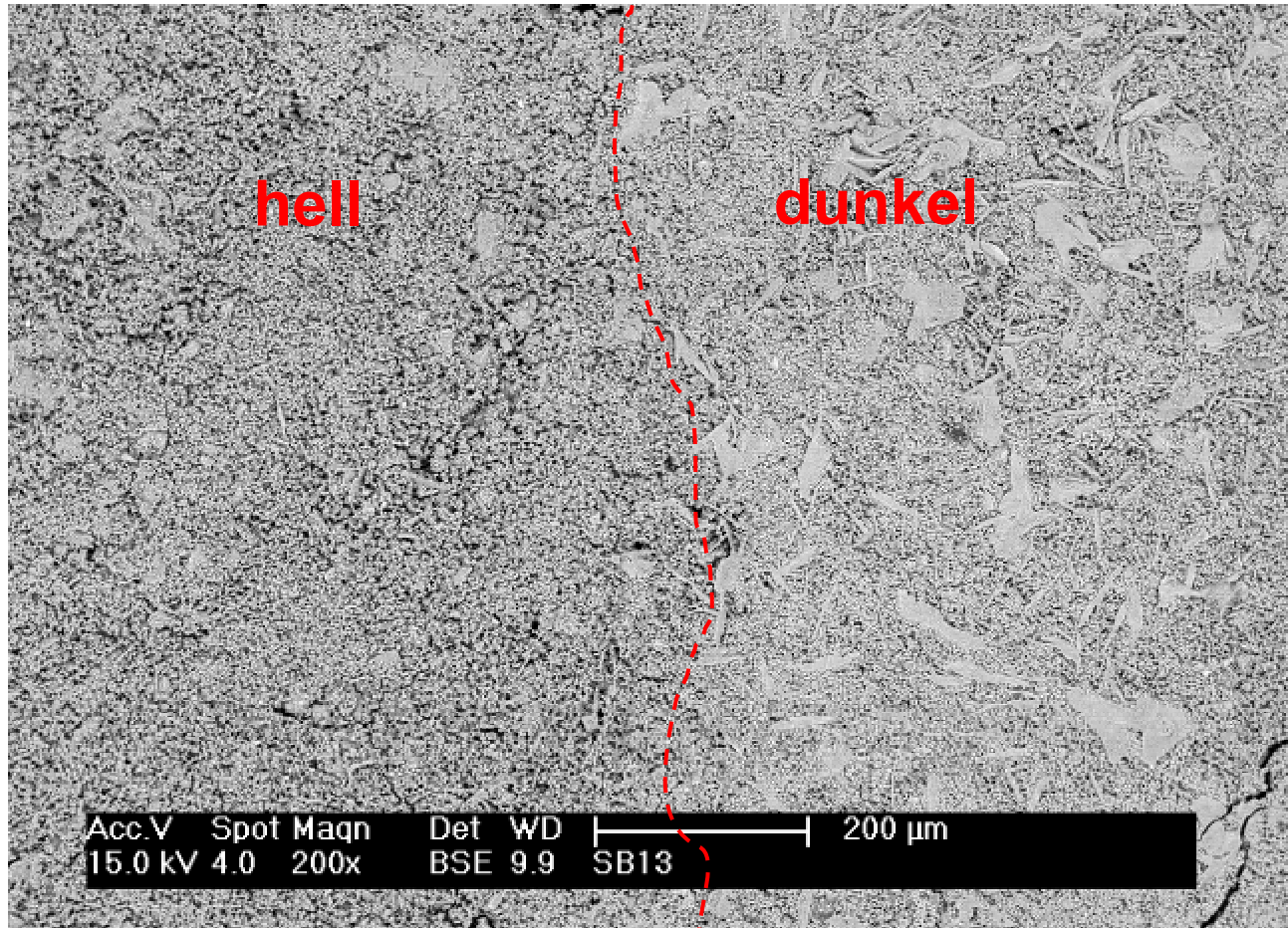


14 d bei 5°C

weitere 7 d bei 20°C

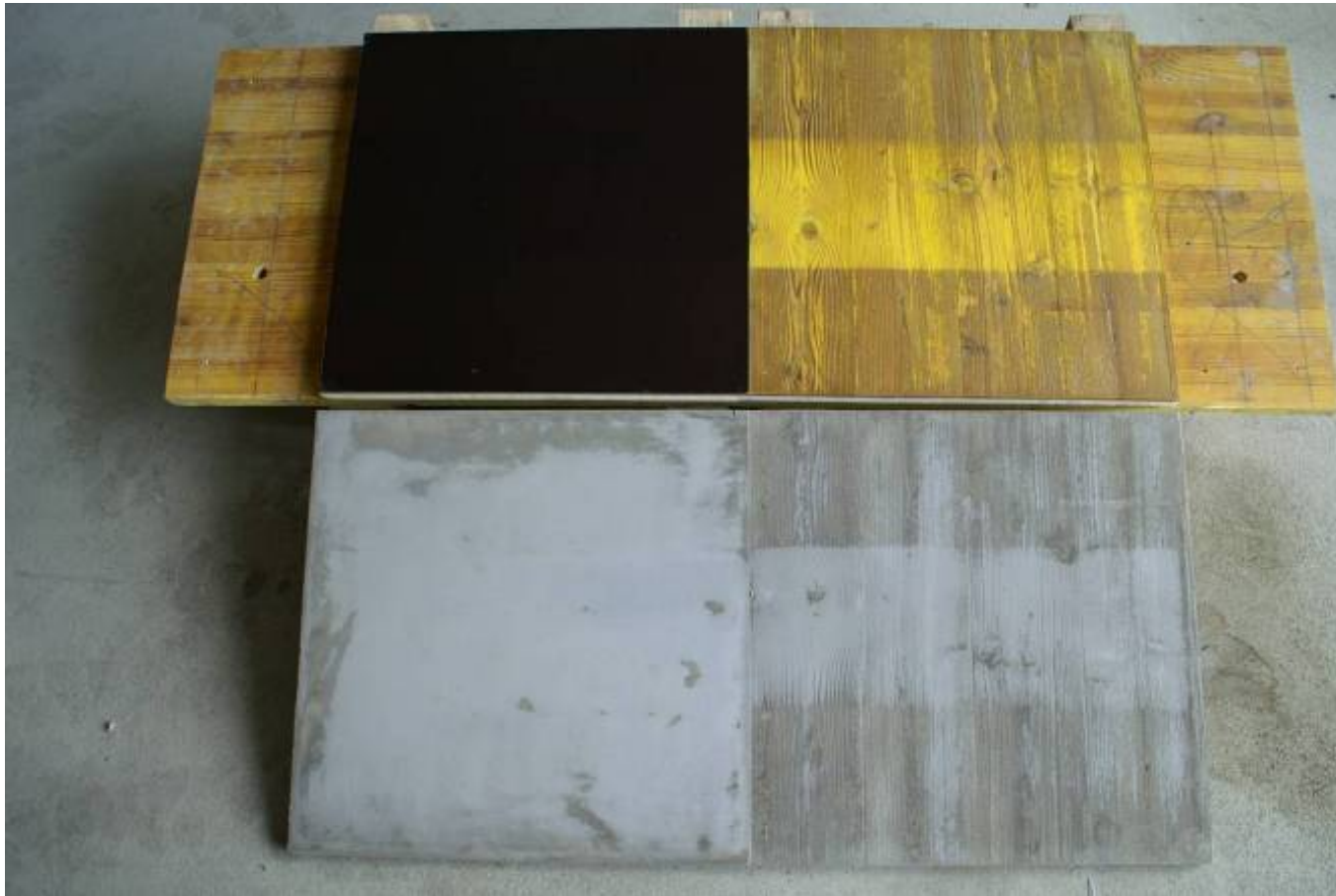


## Tiefe Temperatur (5°C), Beton mit Fließmittel



Betonoberfläche  
(Rasterelektronen-  
mikroskop)

## Besonnte Schaltafeln



## Randaufwölbung bei Schaltafeln (v.a. braune Schaltafel)



- Wasserzutritt in Schaltafelränder verhindern!

## Schlussfolgerungen

- homogenste Oberflächen mit Beton weicher Konsistenz (F4-F5) und geringem Bluten
- grösste Helligkeitsunterschiede bei tiefen Temperaturen und Beton weicher Konsistenz (F4-F5) mit starker Neigung zum Bluten
- dunkle Flecken bei lokal saugender Schalung
- übermässiger Trennmittelauftrag führt zu Hydratationsstörungen
- Schaltafeln nicht frei bewittert lagern
- Wassereintritt in Schalbrettfugen verhindern (v.a. bei brauner Schalung)

**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!**