

Themenkreis 4

Ausblick beim R-Beton über die Regelwerke hinaus:

**Ergebnisse aus Laborversuchen und einem
Demonstrationsvorhaben**

**Dipl.-Ing. Ralf Lieber, Dipl.-Geol. Bernhard Dziadek
Krieger Beton-Technologiezentrum**

Gliederung

1. Einleitung
2. Status Quo: R-Beton in der Krieger-Gruppe
3. Weiteres Ziel: Mehr RC-Körnung im Beton
4. Möglichkeiten: ZiE oder BaZ
5. Ergebnisse aus Prüfungen für ZiE
6. Demonstrationsvorhaben
7. Weitere Versuche (mit R-Brechsand) mit ersten Ergebnissen
8. Zusammenfassung

1. Einleitung

- Verwertung von „Bauschutt“ gewünscht und sinnvoll
- Einsatz im Beton technologisch sinnvoll
- Verwendung max. Anteil RC-Gesteinskörnung (100 %?)
- Erhöhung des Anteils Ziegelsplitt
- Ziel muss sein: Betoneigenschaften mit konventionellem Beton vergleichbar!

2. Status Quo: R-Beton in Krieger-Gruppe

■ Jetzt: Produktion in 2 von 5 Standorten

- TB Waiblingen (TBW)
- Winnender Frischbeton (WFW)



30 %



15 %

■ Mittelfristig: 3 von 5 Standorten

- Zusätzlich: HKS-West (KW)



?? %

■ Produktion von ca. 13 Sorten seit 2010

- Festigkeitsklassen **C 8/10** bis **C 30/37**
- 73.000 m³ (das sind 15 bzw. 30 % der Gesamtproduktion)

2. Status Quo: R-Beton in Krieger-Gruppe

	Sorten-Nummer	Expositions-Klassen	RC-Volumen-Anteil %
C 8/10:	10m23ur	X0	45
C 12/15:	15m61ur	X0	45
	15m23ur	X0	45
C 20/25:	25m23c3	C3	45
	25m63c3	C3	45

C 25/30 WU gem. DAfStb-Rili:	30m23wur	XC4, XF1, XA1	25
	30m63wur	XC4, XF1, XA1	25
C 25/30:	30m23A1	XC4, XF1, XA1	25
	30m63A1	XC4, XF1, XA1	25
	30m23F1	XC4, XF1	35
	30m63F1	XC4, XF1	35
	30m23C4	XC4	45
	30m63C4	XC4	45



3. Mehr RC-Körnung in den Beton

DAfStb-Richtlinie

Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620

Ausgabe September 2010

Teil 1: Anforderungen an den Beton für die Bemessung nach DIN EN 1992-1-1

Ersatz für Ausgabe Dezember 2004; bisherige Vertriebs-Nr. 65036

3. Mehr RC-Körnung in den Beton

Tabelle 5 – Zulässige Anteile rezyklierter Gesteinskörnungen > 2 mm, bezogen auf die gesamte Gesteinskörnung (Vol.-%)

Spalte	1	2	3	4
Zeile	Anwendungsbereich		Kategorie der Gesteinskörnung	
	Alkalirichtlinie	DIN EN 206-1 und DIN 1045-2	Typ 1	Typ 2
1	WO (trocken)	Karbonatisierung XC1	≤ 45	≤ 35
2	WF ^{a)} (feucht)	Kein Korrosionsrisiko X0 Karbonatisierung XC1 bis XC4		
3		Frostangriff ohne Taumittleinwirkung XF1 ^{a)} und XF3 ^{a)} und in Beton mit hohem Wassereindringwiderstand	≤ 35	≤ 25
4		Chemischer Angriff (XA1)	≤ 25	≤ 25

^{a)} zusätzliche Anforderungen s. Abschnitt 1, (3) und (4).

3. Mehr RC-Körnung in den Beton

- Mittlere Betonzusammensetzung (Gesteinskörnung)

- Größtkorn 22 (32) mm: Sand 36 %
Körnung 64 % davon RC: 45 / 35 / 25 %

Ziel 1: Typ 1 RC-Körnung 64 % !!

- Größtkorn 16 mm: Sand 40 %
Körnung 60 % davon RC: 45 / 35 / 25 %

Ziel 1: Typ 1 RC-Körnung 60 % !!

3. Mehr RC-Körnung in den Beton

- Mittlere Betonzusammensetzung (Gesteinskörnung)

- Größtkorn 22 (32) mm:

<u>Ziel 2:</u>	RC-Sand	36 %	+	
Typ 1	RC-Körnung	64 % !!	=	<u>100 %</u>

- Größtkorn 16 mm:

<u>Ziel 2:</u>	RC-Sand	40 %	+	
Typ 1	RC-Körnung	60 % !!	=	<u>100 %</u>

4. Welche Möglichkeiten?

- Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (DIBt Berlin)



- Zustimmung im Einzelfall



4. Welche Möglichkeiten?

abZ?

Ablauf des nationalen Zulassungsverfahrens

Antragsteller stellt Antrag auf Erteilung einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ) beim **DIBt.**



DIBt legt ggf. Prüfungen im Prüfprogramm fest.



Ggf. in Abstimmung mit Sachverständigenausschuss (SVA), der eine Empfehlung abgibt.

DIBt legt erforderliche Nachweise fest.



Antragsteller legt Nachweise vor.



DIBt bewertet.



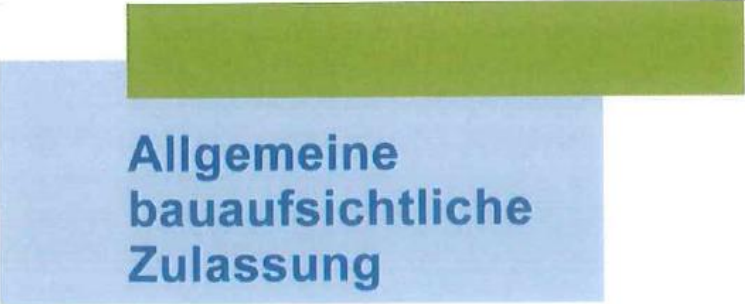
Ggf. in Abstimmung mit SVA, der eine Empfehlung abgibt.

DIBt erteilt abZ.



4. Welche Möglichkeiten?

abZ?



Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Zulassungsnummer:
Z-3.43-2079

Antragsteller:
Heinrich Feeß GmbH & Co. KG
Heinkelstraße 2
73230 Kirchheim/Teck

Deutsches
Institut
für
Bautechnik

DIBt

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten
Bautechnisches Prüfamt

Eine vom Bund und den Ländern
gemeinsam getragene Anstalt des öffentlichen Rechts
Mitglied der EOTA, der UEAtc und der WFTAO

Datum:
28.01.2015

Geschäftszeichen:
I 42.1-1.3.43-52/13

Geltungsdauer
vom: **9. Februar 2015**
bis: **9. Februar 2020**

4. Welche Möglichkeiten?

abZ?

Zulassungsnummer:
Z-3.43-2083

Geltungsdauer
vom: **1. März 2015**
bis: **1. März 2020**

Antragsteller:
GWV Gesellschaft für Wertstoffverwertung mbH
Rainwiesen 2
71686 Remseck/Schießtal

Zulassungsgegenstand:
Rezyklierte Gesteinskörnung der GWV Gesellschaft für Wertstoffverwertung mbH
"RC-Splitt 2/16 Typ 1"

Zulassungsnummer:
Z-3.43-2079

Antragsteller:
Heinrich Feeß GmbH & Co. KG
Heinkelstraße 2
73230 Kirchheim/Teck

Zulassungsgegenstand:
Rezyklierte Gesteinskörnung der Heinrich Feeß GmbH & Co. KG
"RC-Splitt Typ 1" und "RC-Splitt Typ 2" der Korngruppe 2/16

4. Welche Möglichkeiten?

ZiE?

Regierungspräsidium Tübingen · Postfach 26 66 · 72016 Tübingen

ifeu - Institut für Energie- und
Umweltforschung Heidelberg GmbH
Wilckensstraße 3
69120 Heidelberg

Tübingen 11.02.2015

Name Willy Weidner

Durchwahl 0711 126-1996

Aktenzeichen 27-19/2613.4-5-14.12

(Bitte bei Antwort angeben)

Zustimmung im Einzelfall



Bauvorhaben:

Neubau Wiegehaus
Max-Eyth-Straße 14
71364 Winnenden

Antragsgegenstand:

Verwendung von Beton nach DIN EN 206-1 und
DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach
DIN EN 12620

4. Welche Möglichkeiten?

ZiE!

Regierungspräsidium Tübingen · Postfach 26 66 · 72016 Tübingen

ifeu - Institut für Energie- und
Umweltforschung Heidelberg GmbH
Wilckensstraße 3
69120 Heidelberg

Tübingen 11.02.2015

Name Willy Weidner

Durchwahl 0711 126-1996

Aktenzeichen 27-19/2613.4-5-14.12

(Bitte bei Antwort angeben)

Zustimmung im Einzelfall



Bauvorhaben:

Neubau Wiegehaus
Max-Eyth-Straße 14
71364 Winnenden

Antragsgegenstand:

Verwendung von Beton nach DIN EN 206-1 und
DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach
DIN EN 12620

4. Welche Möglichkeiten?

ZiE!

Bre-G287-14-1

vom 27. Januar 2015

**Gutachterliche Stellungnahme zur Erlangung
einer Zustimmung im Einzelfall (ZiE)**

**Bauvorhaben Waagenhaus und Stützmauer der
Fa. Schief Entsorgungstechnik GmbH & Co.
KG Winnenden**

5. Gutachterliche Stellungnahme: Prüfungen

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Allgemeines	6
1.1 Vorgang	6
1.2 Beteiligte Firmen und Ansprechpartner	7
1.2.1 Auftraggeber	7
1.2.2 Betontechnologie	7
1.2.3 Betonhersteller	7
1.2.4 Gutachter	8
2 Regelwerke und Literatur	8
2.1 Regelwerke	8
2.2 Literatur	9
3 Zusammensetzung	10
3.1 Betonzusammensetzungen	10
3.2 Festlegung des Betons	14
4 Frischbetoneigenschaften	19
4.1 Angestrebte Frischbetoneigenschaften	19
4.2 Frischbetoneigenschaften bei den Vorversuchen	20
4.3 Frischbetoneigenschaften bei der Erstprüfung	20
5 Festbetoneigenschaften	22
5.1 Angestrebte Festbetoneigenschaften	22
5.2 Festbetoneigenschaften im Rahmen der Vorprüfung	24
5.3 Festbetoneigenschaften im Rahmen der Erstprüfung	25
6 Frost-Tausalz-Widerstand des Betons	26
7 Nachweis der Umweltverträglichkeit der rezyklierten Gesteinskörnung	28
8 Vorbeugung einer schädigenden Alkali-Kieselsäure-Reaktion	28
9 Verformungskenngrößen	29
10 Bewertung der Ergebnisse	30
10.1 Bewertung Beton 1	30

10.2 Bewertung Beton 2	31
10.3 Bewertung Beton 3	32
11 Anlage A – Betonzusammensetzungen, Chargenprotokolle, Prüfprotokolle	33
Anlage A-1: RC-Beton 30m63RC, Zusammensetzung für die Erstprüfung (Angabe Krieger)	33
Anlage A-2: RC-Beton 37m63rpa, Zusammensetzung für die Erstprüfung (Angabe Krieger)	34
Anlage A-3: RC-Beton 45s63RC, Zusammensetzung für die Erstprüfung (Angabe Krieger)	35
Anlage A-4: Chargenprotokolle Erstprüfung Beton 1 – Charge 1	36
Anlage A-5: Chargenprotokolle Erstprüfung Beton 1 – Charge 2	37
Anlage A-6: Chargenprotokolle Erstprüfung Beton 1 – Charge 3	38
Anlage A-7: Chargenprotokolle Erstprüfung Beton 2 – Charge 1	39
Anlage A-8: Chargenprotokolle Erstprüfung Beton 2 – Charge 2	40
Anlage A-9: Chargenprotokolle Erstprüfung Beton 2 – Charge 3	41
Anlage A-10: Chargenprotokolle Erstprüfung Beton 3 – Charge 1	42
Anlage A-11: Chargenprotokolle Erstprüfung Beton 3 – Charge 2	43
Anlage A-12: Chargenprotokolle Erstprüfung Beton 3 – Charge 3	44
Anlage A-13: Prüfbericht Vorprüfung Beton 45s63RC	45
Anlage A-14: Prüfbericht Vorprüfung Beton 30m63RC	46
Anlage A-15: Prüfbericht Erstprüfung 2d Beton 1 - 30m63RC	47
Anlage A-16: Prüfbericht Erstprüfung 2d Beton 2 - 37s63rpa	48
Anlage A-17: Prüfbericht Erstprüfung 2d Beton 3 - 45s63RC	49
Anlage A-18: Prüfbericht Erstprüfung 7d Beton 1 - 30m63RC	50
Anlage A-20: Prüfbericht Erstprüfung 7d Beton 3 - 45s63RC	52
Anlage A-21: Prüfbericht Erstprüfung 28d Beton 1 - 30m63RC	53
Anlage A-23: Prüfbericht Erstprüfung 28d Beton 3 - 45s63RC	55
Anlage A-24: Prüfbericht CDF-Test	56
Anlage A-25: RC-Beton 30m63RC, Zusammensetzung für die Vorprüfung (Angabe Krieger)	59
Anlage A-26: RC-Beton 37s63rp, Zusammensetzung für die Vorprüfung (Angabe Krieger)	60
Anlage A-27: RC-Beton 45s63RC, Zusammensetzung für die Vorprüfung (Angabe Krieger)	61

12 Anlage B – Gesteinskörnung: Leistungserklärungen, Prüfberichte, etc.	62
Anlage B-1: Leistungserklärung Gesteinskörnung Klöpfer	62
Anlage B-2: Prüfbericht Gesteinskörnung Klöpfer	64
Anlage B-3: Prüfbericht Gesteinskörnung Feess	79
Anlage B-4: WPK-Zertifikat Gesteinskörnung Feess	88
Anlage B-5: Leistungserklärung RC-Gesteinskörnung 2/16 Feess	89
Anlage B-6: Sieblinie Gesteinskörnung Feess	92
Anlage B-7: Überwachungsbericht Gesteinskörnung Krieger	93
Anlage B-8: Leistungserklärung Gesteinskörnung Krieger	103
Anlage B-9: CE-Kennzeichnung Gesteinskörnung Krieger	104
13 Anlage C – Kalksteinmehl: Leistungserklärungen, Prüfberichte, etc.	105
Anlage C-1: CE-Kennzeichnung Kalksteinmehl	105
Anlage C-2: Leistungserklärung Kalksteinmehl	107
14 Anlage D – Zement: Leistungserklärungen etc.	112
Anlage D-1: Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung CEM III/B-M (V-LL) -AZ	112
Anlage D-2: Zertifikat der Leistungsbeständigkeit CEM III/B-M (V-LL) 42,5 N-AZ	120
Anlage D-3: Zertifikat der Leistungsbeständigkeit CEM I 42,5 N-NA	121
Anlage D-4: Zertifikat der Leistungsbeständigkeit CEM III/B-M (V-LL) 42,5 R-AZ	122
15 Anlage E – Zusatzstoffe: Leistungserklärungen etc.	123
Anlage E-1: Leistungserklärung Flugasche	123
Anlage E-2: Produktdatenblatt und CE-Kennzeichnung	125
Anlage E-4: Übereinstimmungszertifikat Flugasche	127
Anlage E-5: Algebeine bauaufsichtliche Zulassung Flugasche	128
16 Anlage F – Zusatzmittel: Leistungserklärungen etc.	139
Anlage F-1: Leistungserklärung Verzögerer Centrament Retard 371	139
Anlage F-2: Leistungserklärung Fließmittel MC-PowerFlow 5100	140
Anlage F-3: Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung Mikrohohlkugeln SikaAer Solid	141
17 Anlage G – Planunterlagen	148

5. Gutachterliche Stellungnahme: Prüfungen

Beton 1: 30m63RC

Zusammensetzung Beton							trocken
Bezeichnung	d/D	V.-%	M.-%	Herkunft	V [dm ³]	[kg/dm ³]	M [kg]
Brechsand	0/2	20,0	20,4	Klöpfer Rielingshausen	131,2	2,67	350
Sand	0/2	20,0	19,9	Krieger	131,2	2,60	341
Recycl	2/16	60,0	59,7	Feess, Kirchheim	393,7	2,60	1024
CEM II/B-M (V-LL) 42,5 N-AZ				Lafarge Wössingen	98,0	2,96	290
Frischwasser					191,0	1,00	191
Powerflow 5100			0,80	MC Bauchemie	2,17	1,07	2,32
Powerment				Powerment	30,3	2,31	70
Kalksteinmehl				BMK Talheim	7,4	2,70	20
Luftporen					15,0		
Gesamt					1000		2288
w/z - Wasser					191,0		191

5. Gutachterliche Stellungnahme: Prüfungen

Beton 2: 37s63rpa

Expositionsklassen: XC4, XD2(LP), XF4 (LP), XA1

Bezeichnung	d/D	V.-%	M.-%	Herkunft	V [dm ³]	[kg/dm ³]	M [kg]
Sand	0/2	38,0	38,0	Krieger	248,3	2,60	646
Recyel	2/16	62,0	62,0	Feess, Kirchheim	405,1	2,60	1053
CEM I 42,5 N-NA				Lafarge Karsdorf	116,7	3,17	370
Frischwasser					174,5	1,00	174
Powerflow 5100			0,80	MC Bauchemie	2,77	1,07	2,96
Mikrohohlkugeln			0,95	Sika	17,6	0,20	3,52
Luftporen					35,0		
Gesamt					1000		2250
w/z - Wasser					179,3		179
Saugwasseranteil					0,0		0

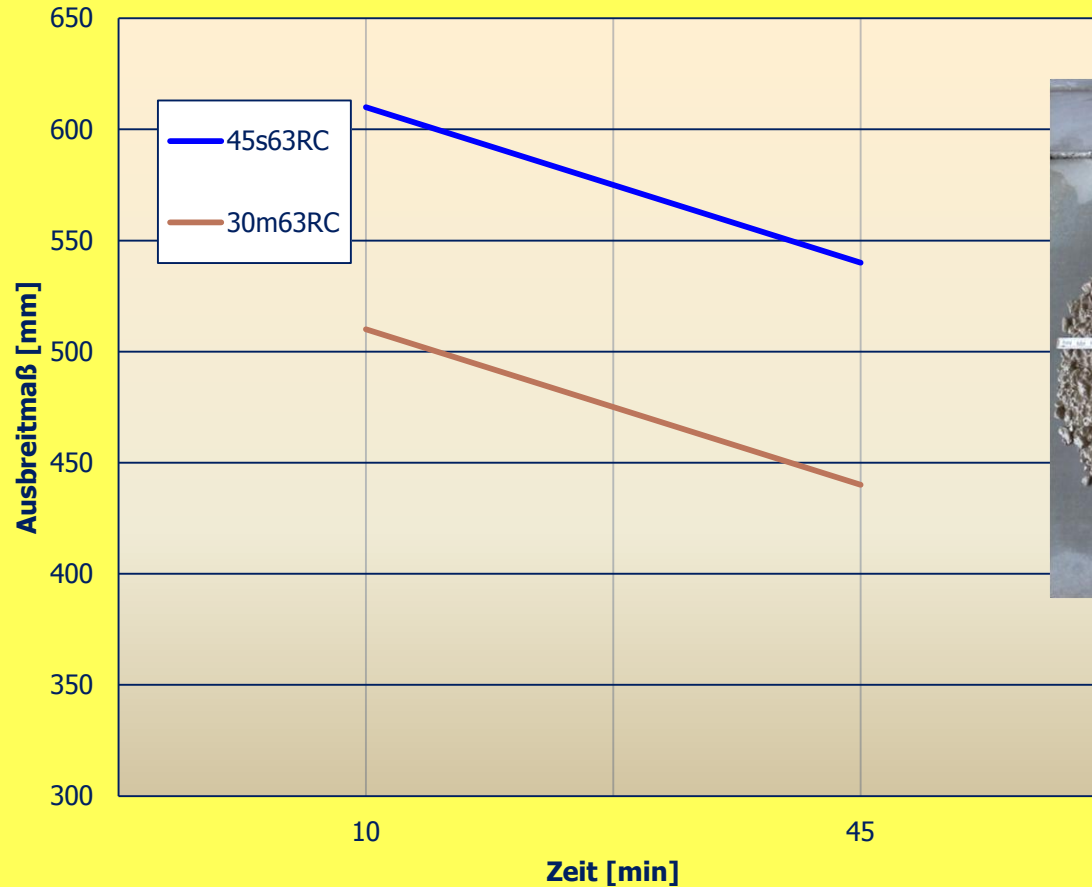
5. Gutachterliche Stellungnahme: Prüfungen

Beton 3: 45s63RC

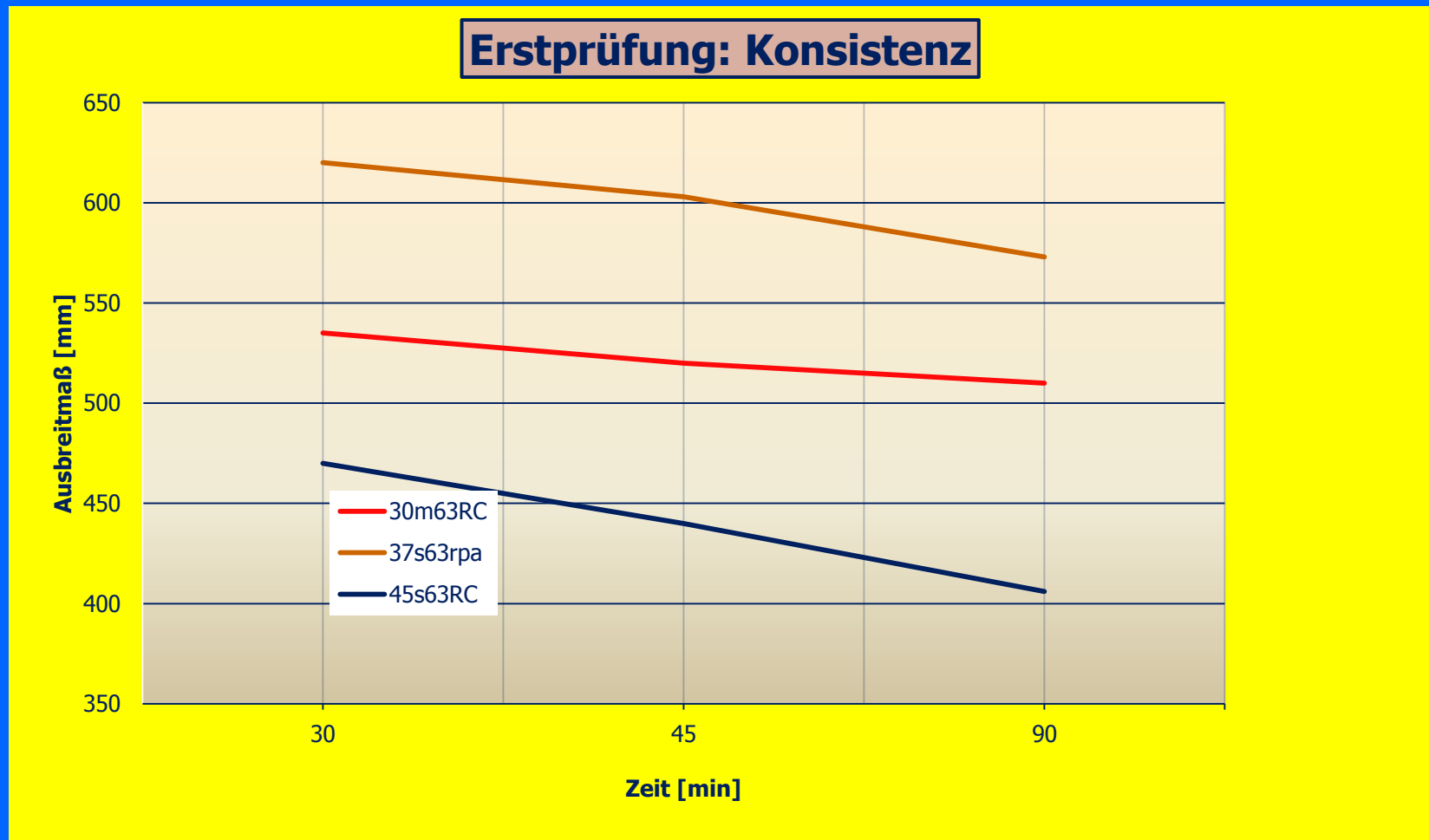
Bezeichnung	d/D	V.-%	M.-%	Herkunft	V [dm ³]	[kg/dm ³]	M [kg]
Brechsand	0/2	20,0	20,4	Klöpfer Rielingshausen	130,1	2,67	347
Sand	0/2	20,0	19,9	Krieger	130,1	2,60	338
Recycl	2/16	60,0	59,7	Feess, Kirchheim	390,3	2,60	1015
CEM II/B-M (V-LL) 42,5 R-AZ				Lafarge Wössingen	127,9	2,97	380
Frischwasser					186,2	1,00	186
Powerflow 5100			1,00	MC Bauchemie	3,55	1,07	3,80
Centrament Retard 371			0,20	MC Bauchemie	0,73	1,04	0,76
Powerment				Powerment	8,7	2,31	20
Kalksteinmehl				BMK Talheim	7,4	2,70	20
Luftporen					15,0		

5. Vorversuche und Erstprüfung

Vorversuche: Konsistenz

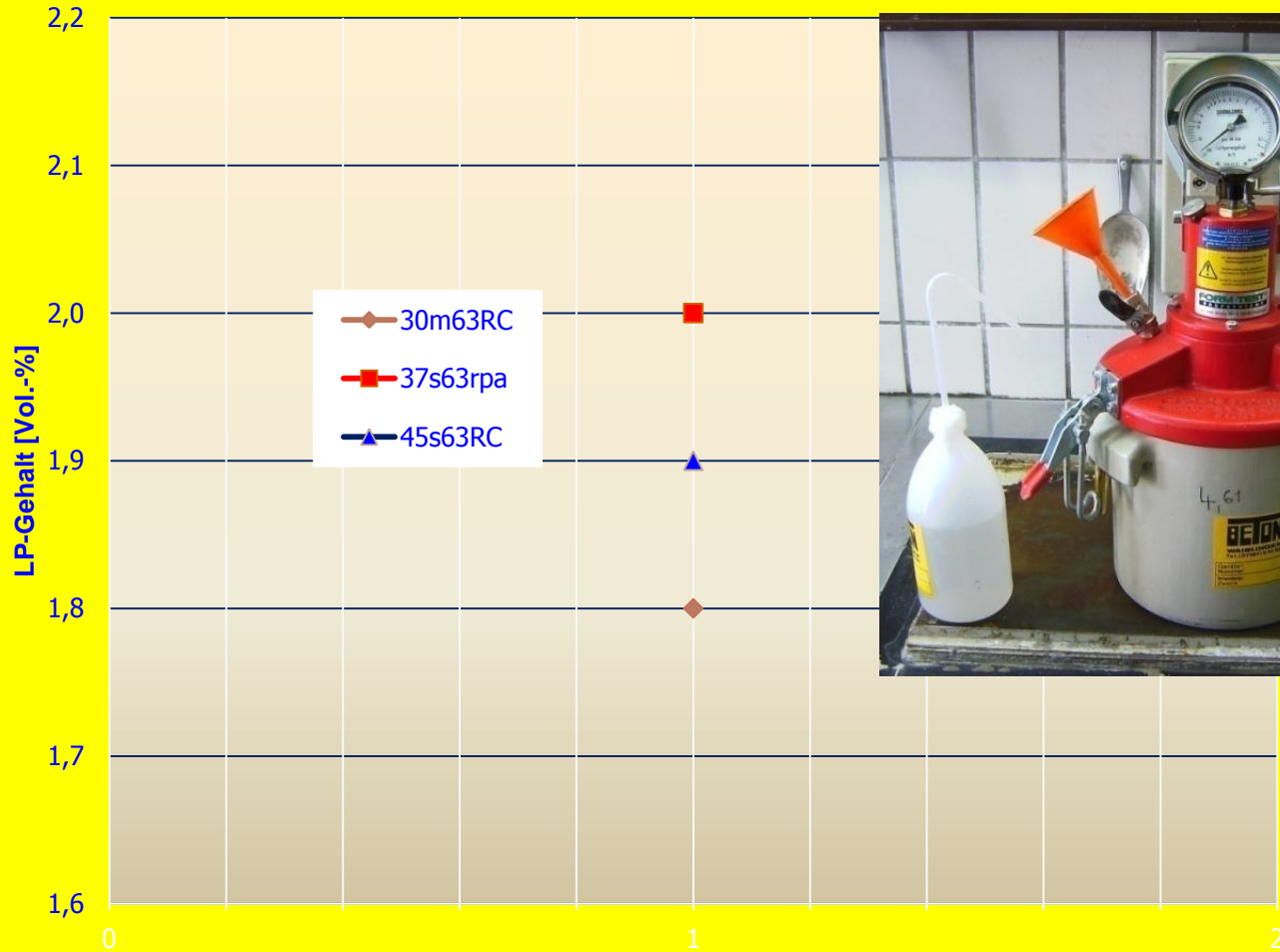


5. Vorversuche und Erstprüfung



5. Vorversuche und Erstprüfung

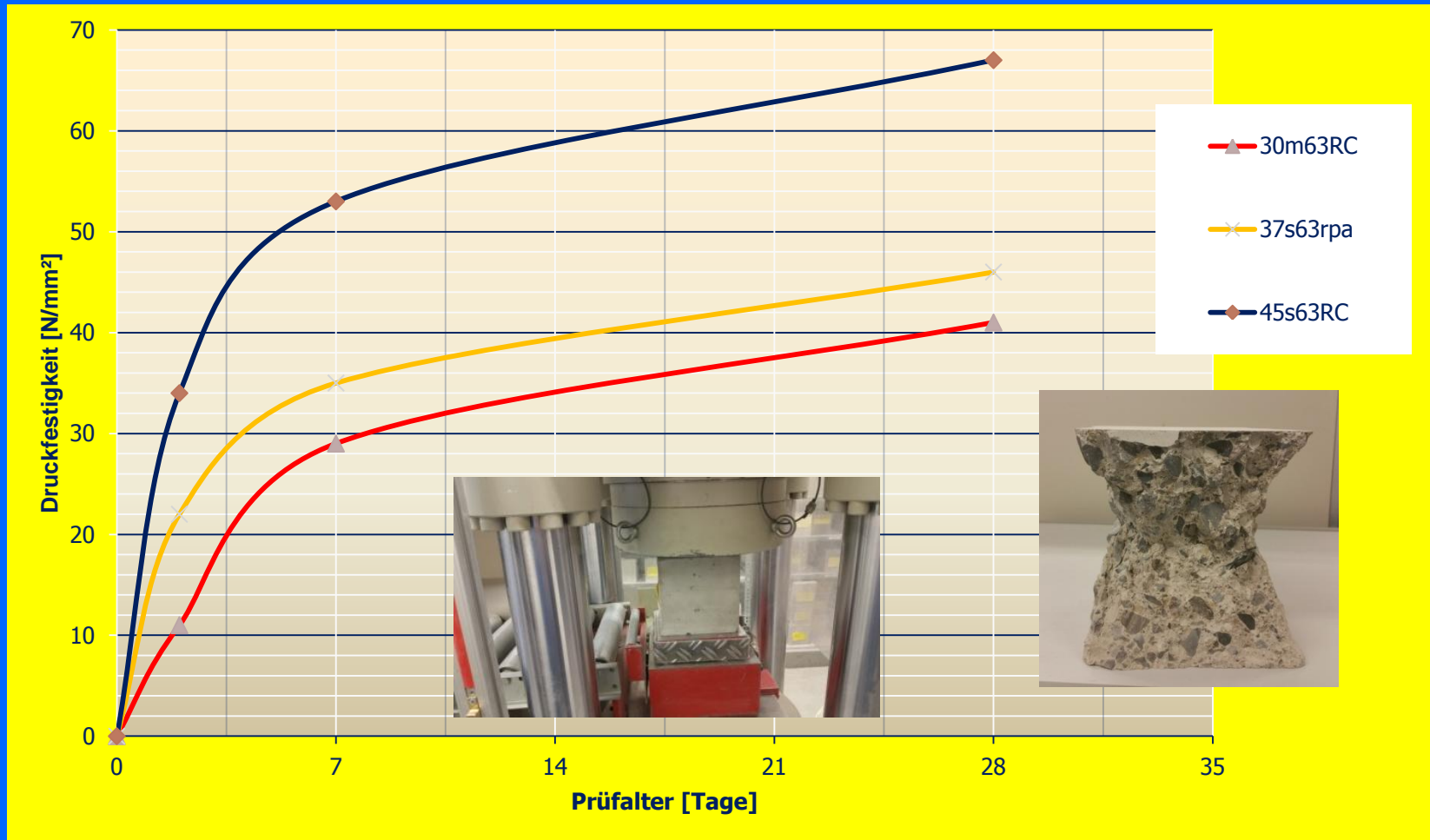
Erstprüfung: LP-Gehalt



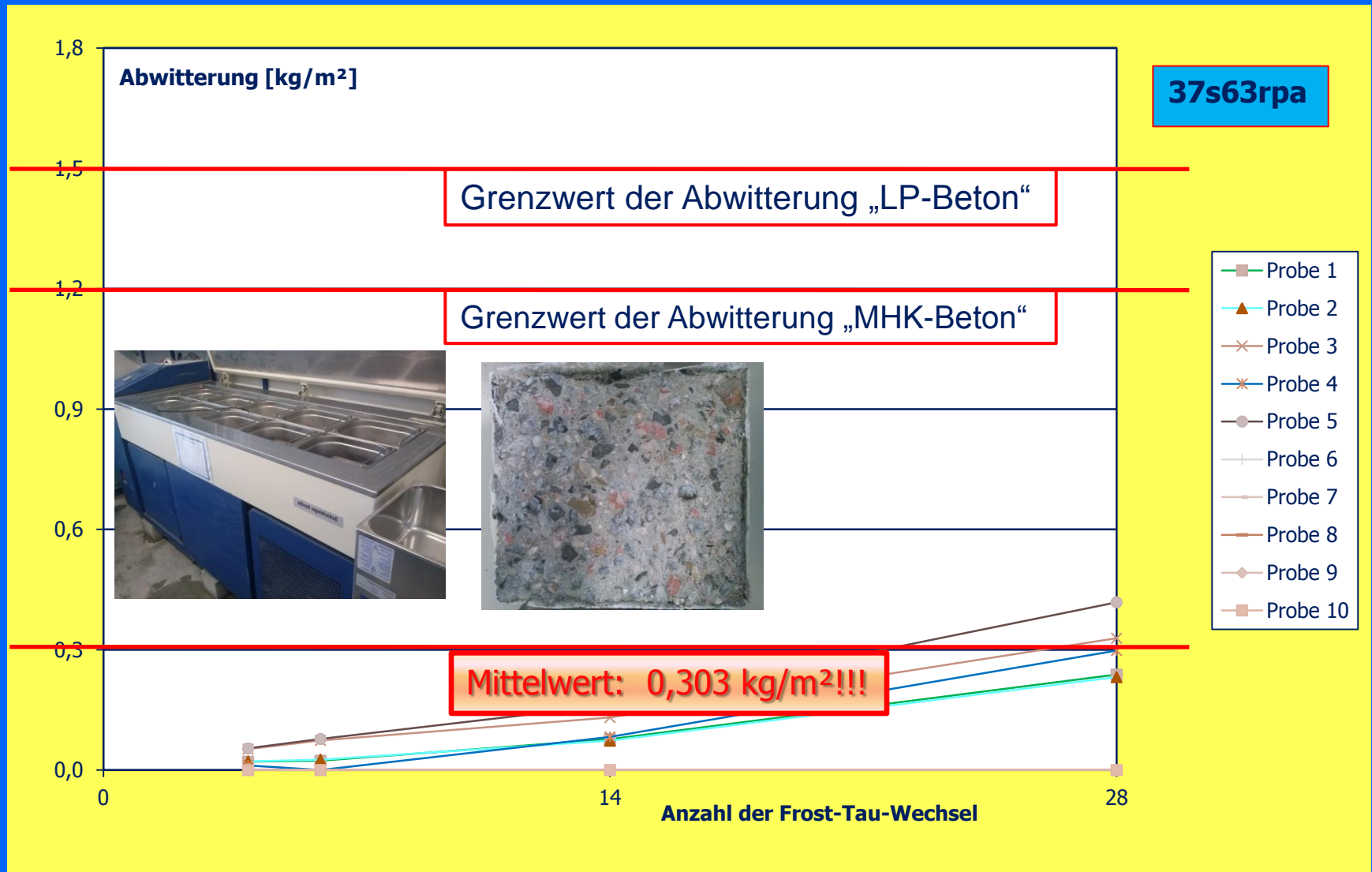
5. Vorversuche und Erstprüfung



5. Erstprüfung Festbeton



5. Erstprüfung CDF Test



5. Ergebnisse der Erstprüfungen

- **Frischbetonprüfungen**
 - C30/37 und C 25/30 etwas zu weich,
 - C 35/45 Mitte F 3
- **Festbetonprüfungen (Druckfestigkeit)**
 - Alle erfüllt (mit Vorhaltemaß!)
- **Festbetonprüfungen (Frost-Tausalz, CDF)**
 - Sorte 37s63rpa mit großem Vorhaltemaß erfüllt!
- **Festbetonprüfungen (Kriechen, Schwinden)**
 - Hier nicht relevant!

6. Demonstrationsvorhaben

- **Wiegehaus Schief Entsorgung GmbH, Winnenden**



6. Demonstrationsvorhaben

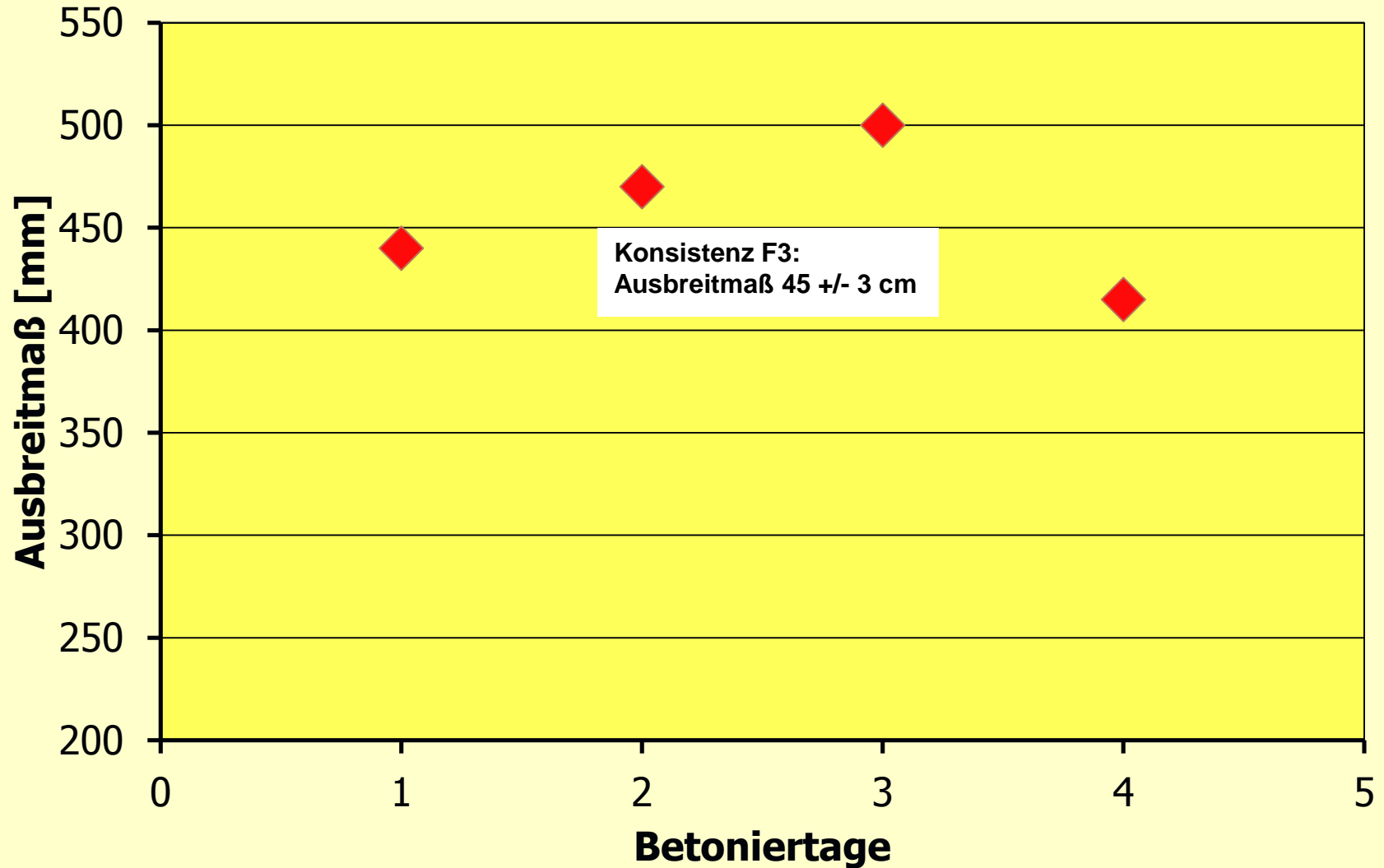
- Zustimmung im Einzelfall nur für:
 - Beton 1: Sorte 30m63RC
 - Innenwände UG
 - Aufbeton Decke UG
-
- Stützwand ist bereits fertig
 - Hier wäre 37s63rpa oder 45s63RC evtl. eingesetzt worden
 - UG-Bodenplatte und Aussenwände in WU-Ausführung
 - Konventioneller Beton

6. Demonstrationsvorhaben

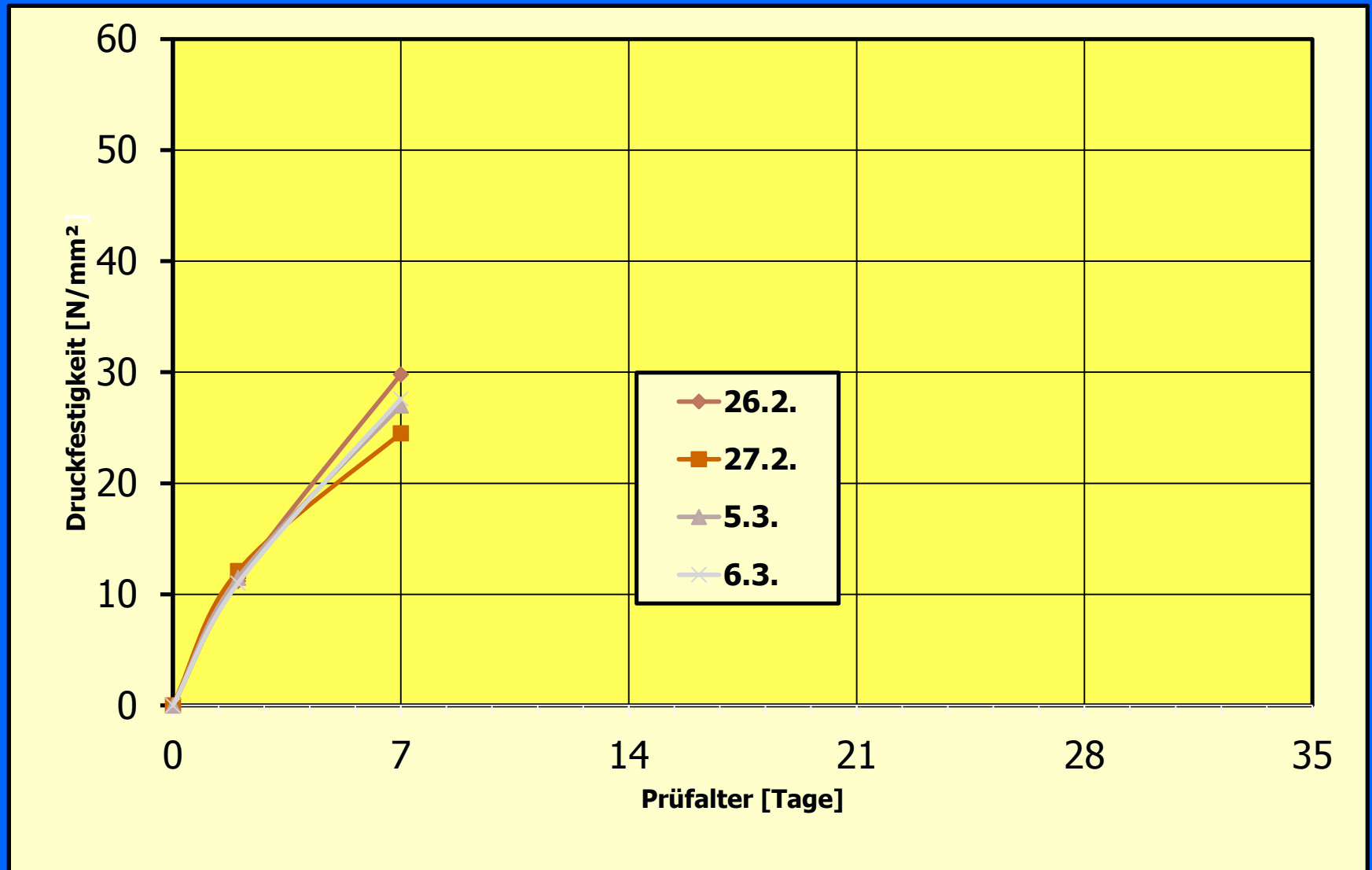
Bislang 4 Betoniertage

- Konsistenz: zwischen 440 und 500 mm
- LP-Gehalt: ca. 1,3 Vol.-%
- Druckfestigkeit (2 Tage): zwischen 11,2 und 12,1 N/mm²
- Druckfestigkeit (7 Tage): zwischen 24,5 und 29,8 N/mm²

6. Wiegehaus: Konsistenz



6. Wiegehaus: Druckfestigkeit



6. Wiegehaus



7. Weitere Versuche: RC-Brechsand

- **3 verschiedene RC-Brechsande v. Fa. Feess**
 - Typ 1 gewaschen
 - Typ 1
 - Typ2
- **Referenzmischung**
 - NS + SP 2/16 (2/8 + 8/16 Muschelkalk)
- **Vorversuche**
 - BS + Muschelkalksplitte

7. RC-Brechsand



RC-Brechsand Typ 1



RC-Brechsand Typ 2



RC-Brechsand Typ 1 gewaschen

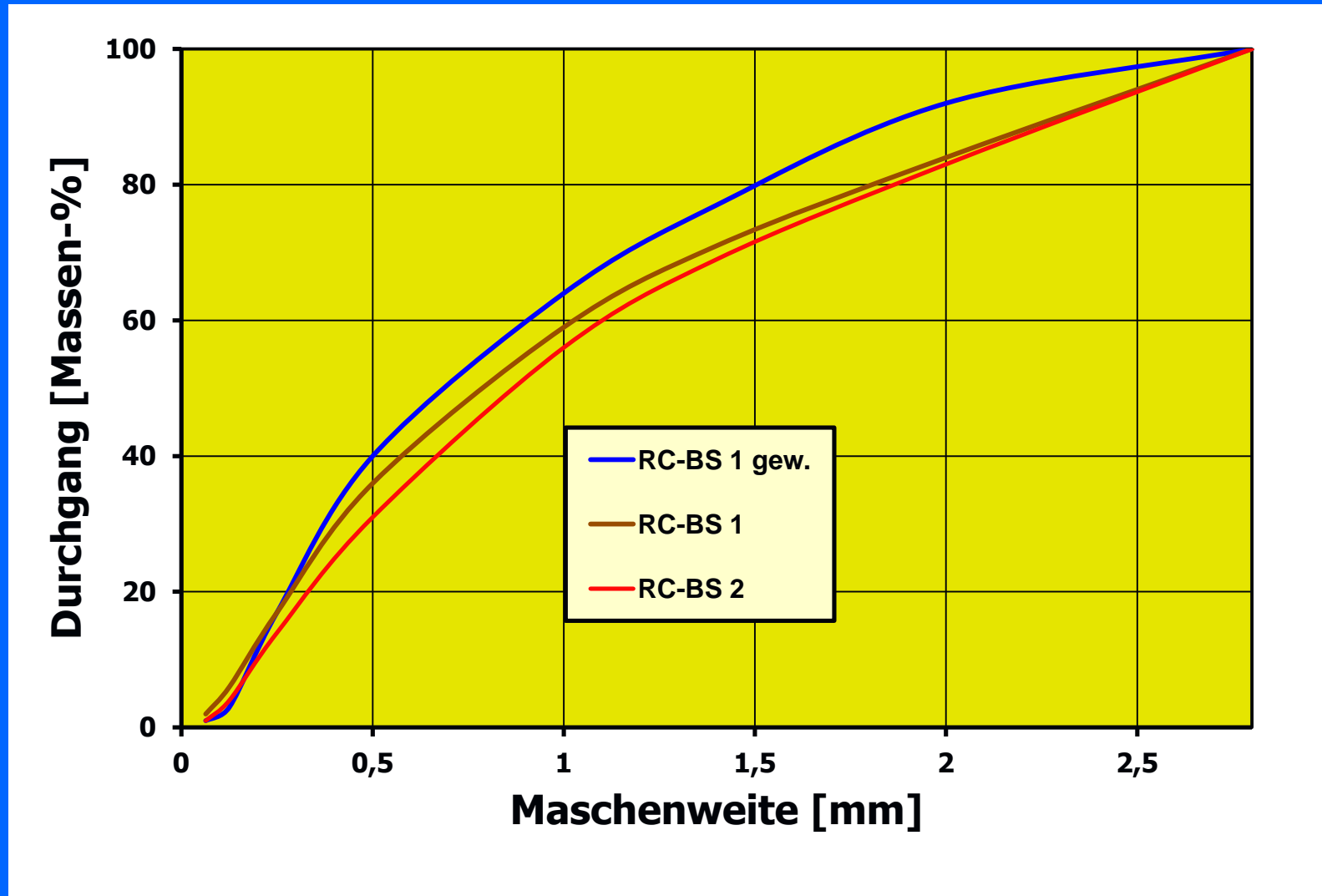
7. RC-Brechsand, Kennwerte 1

	RC-BS 1 gew.	RC-BS 1	RC-BS 2
Abschlämbbare Bestandteile	1,8%	3,6%	3,6%
Gesamtfeuchte (angeliefert)	11,2%	11,6%	14,1%
Wasseraufnahme 10 min.	27,0%	27,0%	26,0%
Wasseraufnahme 30 min.	27,0%	30,0%	31,0%

7. RC-Brechsand, Kennwerte 2

Durchgang bei ... mm in %	RC-BS 1 gew.	RC-BS 1	RC-BS 2
2,8	100	100	100
2	92	84	83
1,4	77	71	69
1	64	59	56
0,5	40	36	31
0,25	17	17	14
0,125	3	6	4
0,063	1	2	1

7. RC-Brechsand, Sieblinien

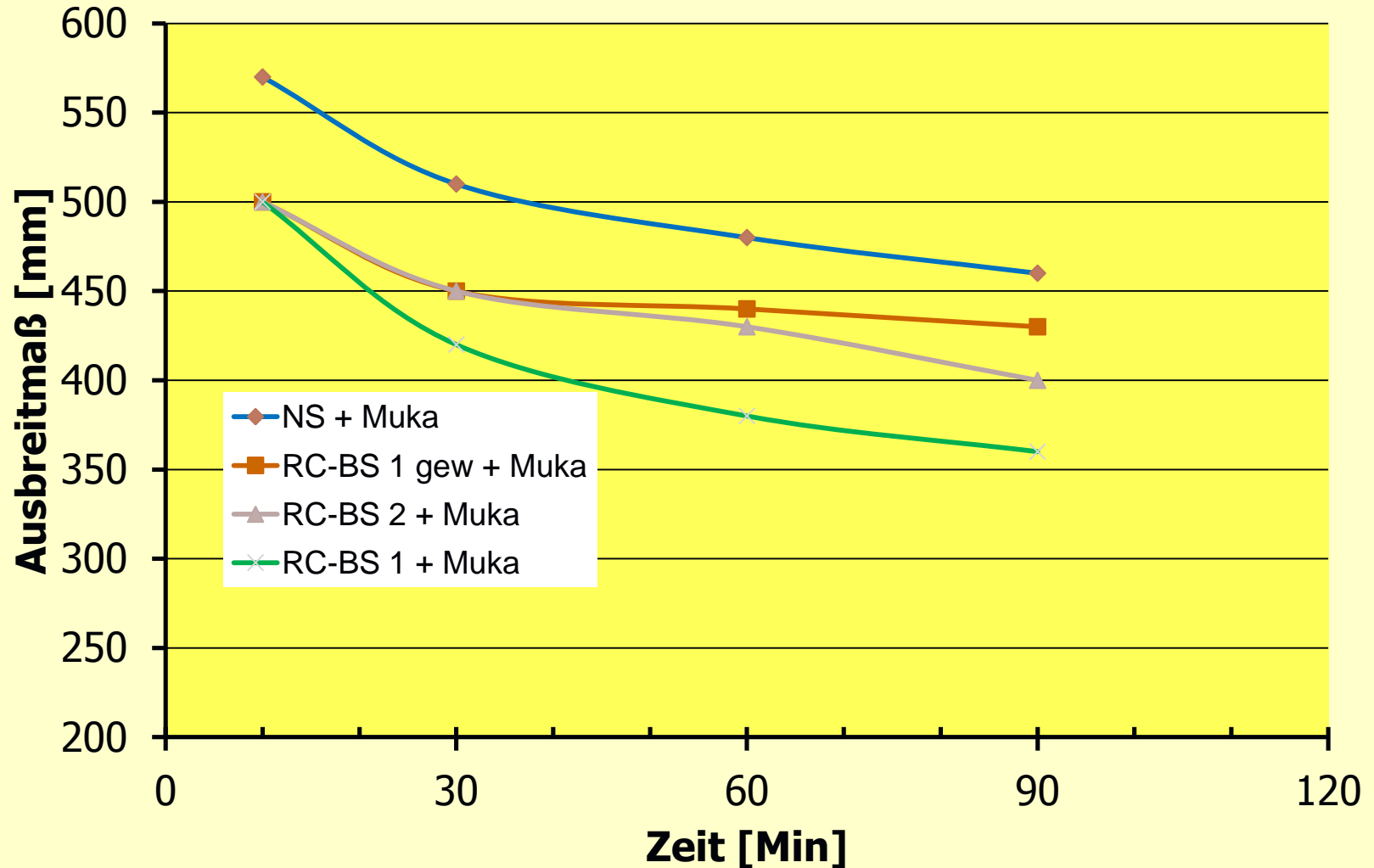


7. Weitere Versuche: RC-Brechsand

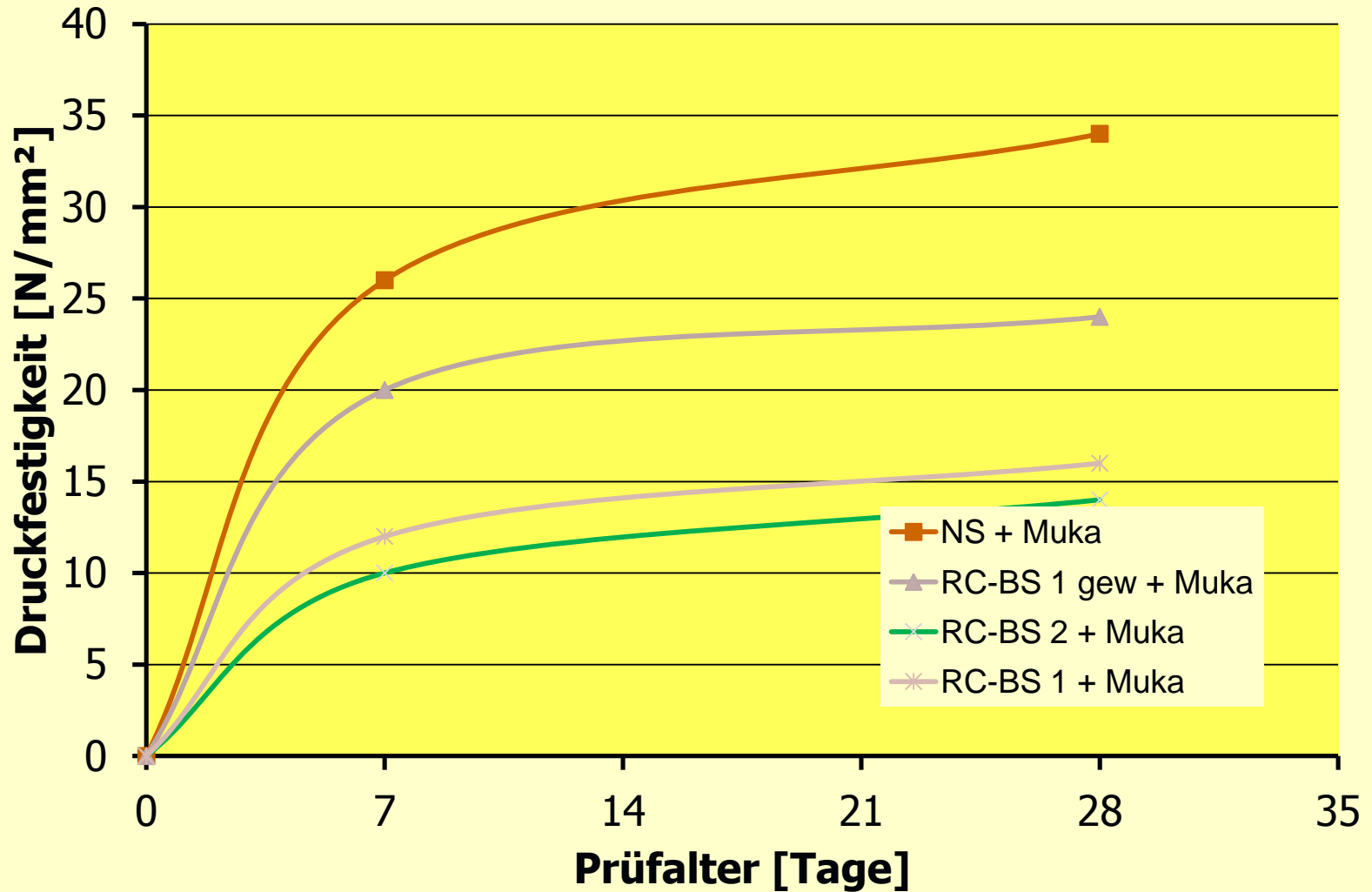
■ Rezeptur:

- 320 kg/m³ CEM II/A-LL 42,5 R
- 176 kg/m³ Wasser
- 644 kg/m³ Sand
- 1240 kg/m³ grobe Gesteinskörnung (Muka-Splitt o. RC-Splitt)
- 1,9 kg/m³ Fließmittel

7. Vor-Versuche: Konsistenz



7. Vor-Versuche: Druckfestigkeit



7. Weitere Versuche: Vergleich

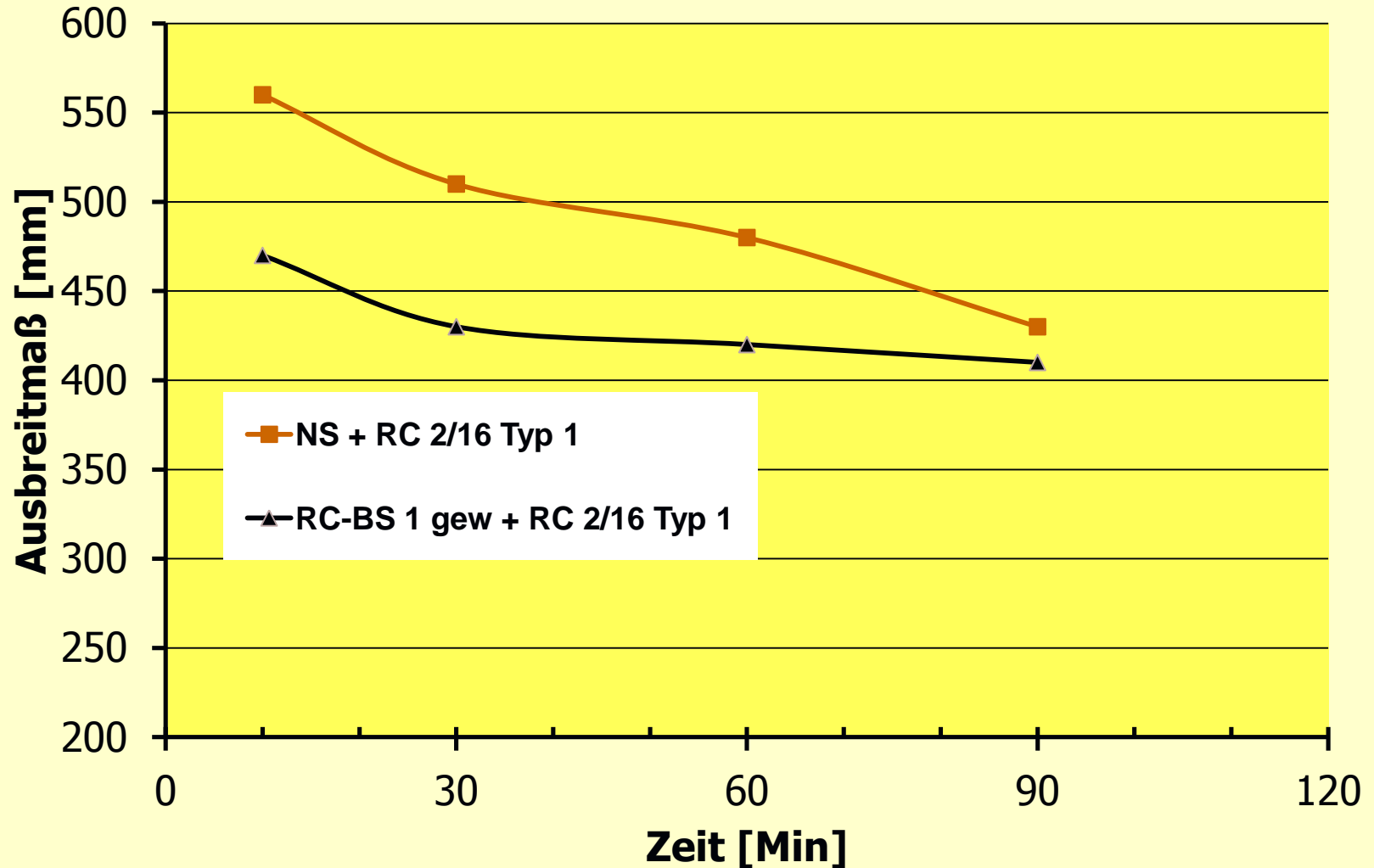
- RC-Brechsand Typ 1 und Typ 2 werden später untersucht.

- Rheinsand (NS) + RC 2/16 Typ 1

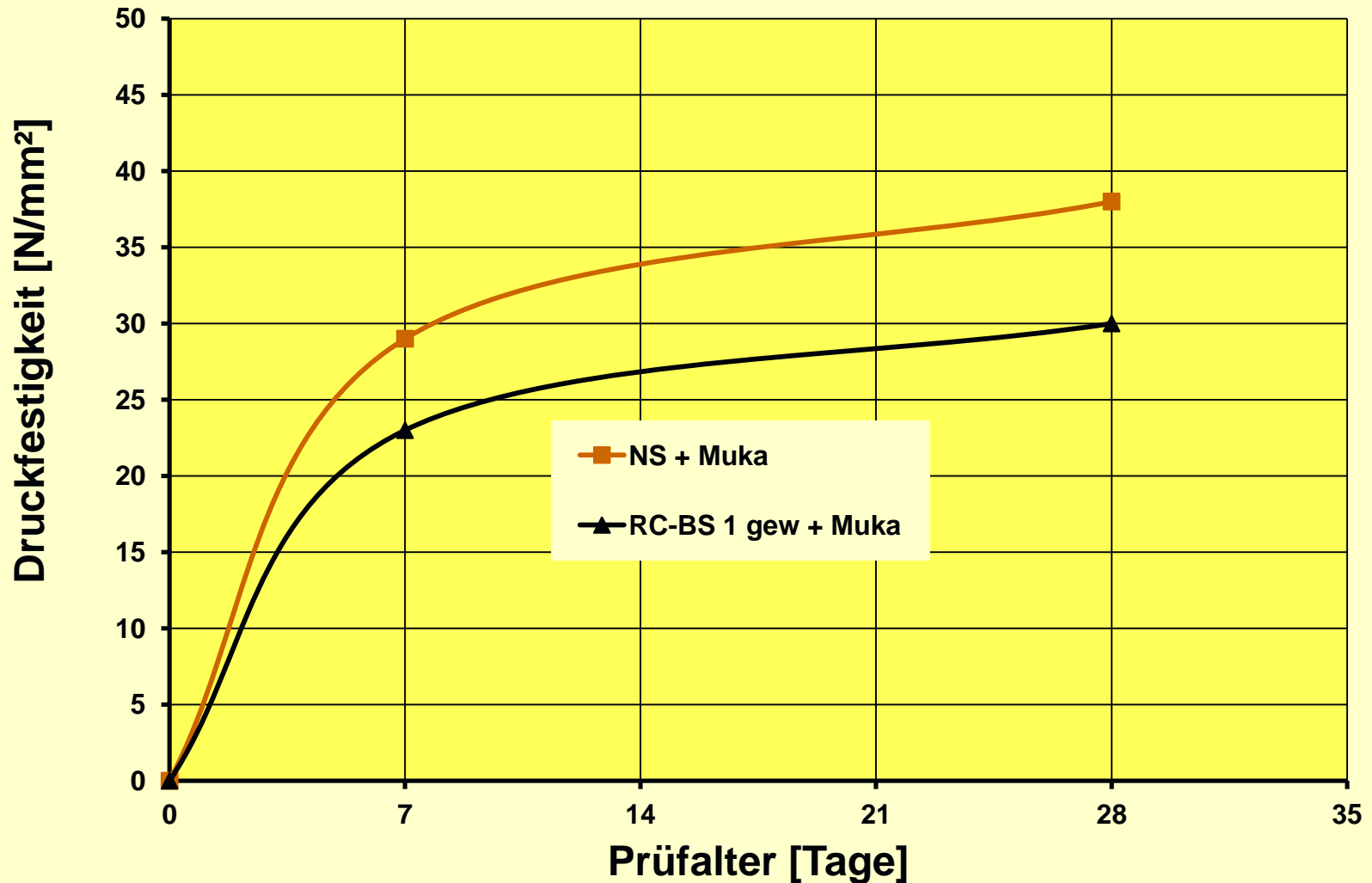
und

- RC-Brechsand Typ 1 gewaschen + RC 2/16 Typ 1

7. Versuche: Konsistenz



7. Versuche: Druckfestigkeit



8. Zusammenfassung

- Status Quo: R-Beton in der Krieger-Gruppe
- Weiteres Ziel: Mehr RC-Körnung im Beton
- Möglichkeiten: ZiE oder BaZ
- Ergebnisse aus Prüfungen für ZiE
- Demonstrationsvorhaben (Wiegehaus Fa. Schief)
- Weitere Versuche (mit R-Brechsand) mit ersten Ergebnissen



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!!

