

RC-Baustoffe – Qualität und Ausschreibung – der Brandenburgische Weg

apl. Prof. Dr.- Ing. habil. Angelika Mettke

BTU Cottbus-Senftenberg

Fakultät 2 Umwelt und Naturwissenschaften

Arbeitsgebiet Bauliches Recycling

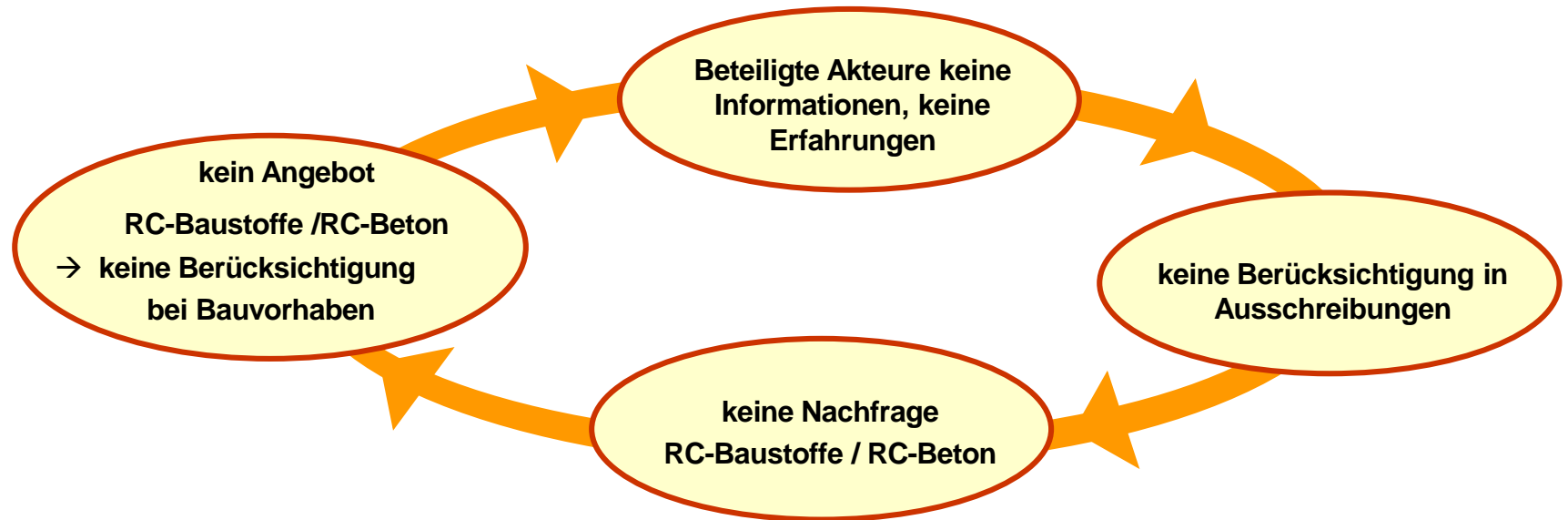
mettke@b-tu.de

- **Motivation, Zielstellung: Erarbeitung Leitfäden zur Steigerung der Ressourceneffizienz des Recyclings von min. Bau- u. Abbruchabfällen**
 - ✓ Zielgruppe, methodisches Vorgehen
 - ✓ Überblick zu Einsatzmöglichkeiten für RC-Baustoffe
 - ✓ Betrachtete Abfallherkünfte
- **Aspekte LF Qualitätssicherung und Ausschreibung**
 - ✓ Grundlagen
 - ✓ Ausgewählte Regelanforderungen für den Einsatz im Tief- und Hochbau
 - ✓ Hinweise zur Ausschreibung
- **Fazit, Ausblick**

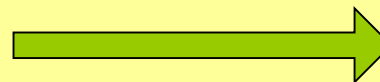
Verwertung RC-Baustoffe, RC-Gesteinskörnungen, RC-Beton

Status quo:

Imageprobleme / Qualitätszweifel / Innovationskepsis / fehlende Erfahrungen / fehlende Nachfragen ...



Herausforderung / AST:



Abfall = Ressource

Steigerung der Ressourceneffizienz des Recyclings von mineralischen Bau- und Abbruchabfällen

- **2013:** Projektinitiierung durch Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft (MLUL)

- **Motivation**

- Akzeptanzsteigerung für den Einsatz von RC-Baustoffen / bestehende Vorbehalte abbauen
- Potenziale für den Einsatz von Recycling-Baustoffen ausschöpfen

- **Ziel**

- Erarbeitung von Leitfäden / Handlungshilfen für Praktiker zum Umgang mit Recycling-Baustoffen für verschiedene Einsatzbereiche

Steigerung der Ressourceneffizienz des Recyclings von mineralischen Bau- und Abbruchabfällen



Abrufbar unter:

[<https://mlul.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.322397.de>]

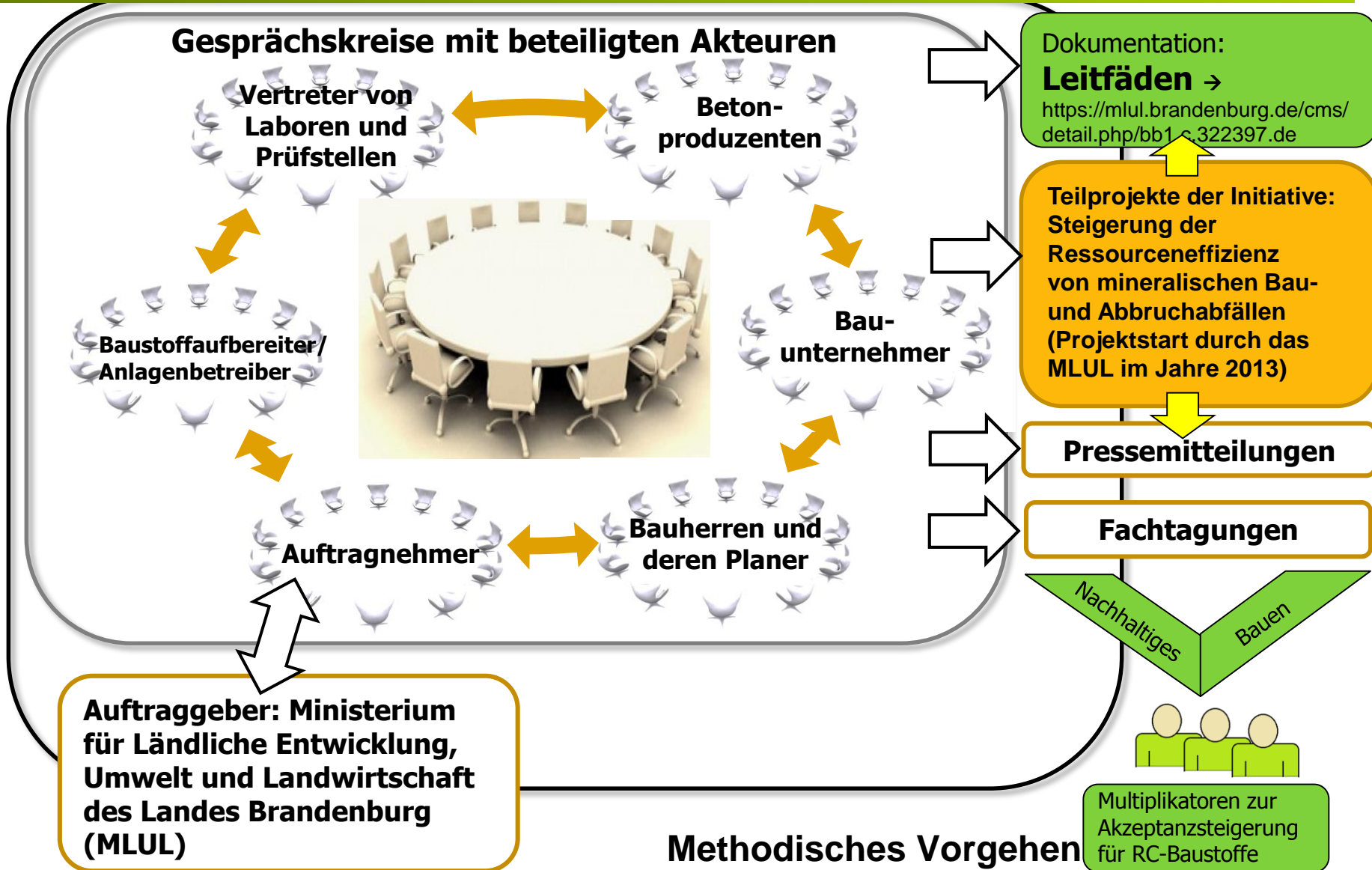
[<https://www.b-tu.de/ag-baurecycling/>]

Betrachtungsrahmen der Leitfäden

Qualitätssicherung für die Herstellung von RC-Baustoffen und RC-Gesteinskörnungen (Prozesskette)

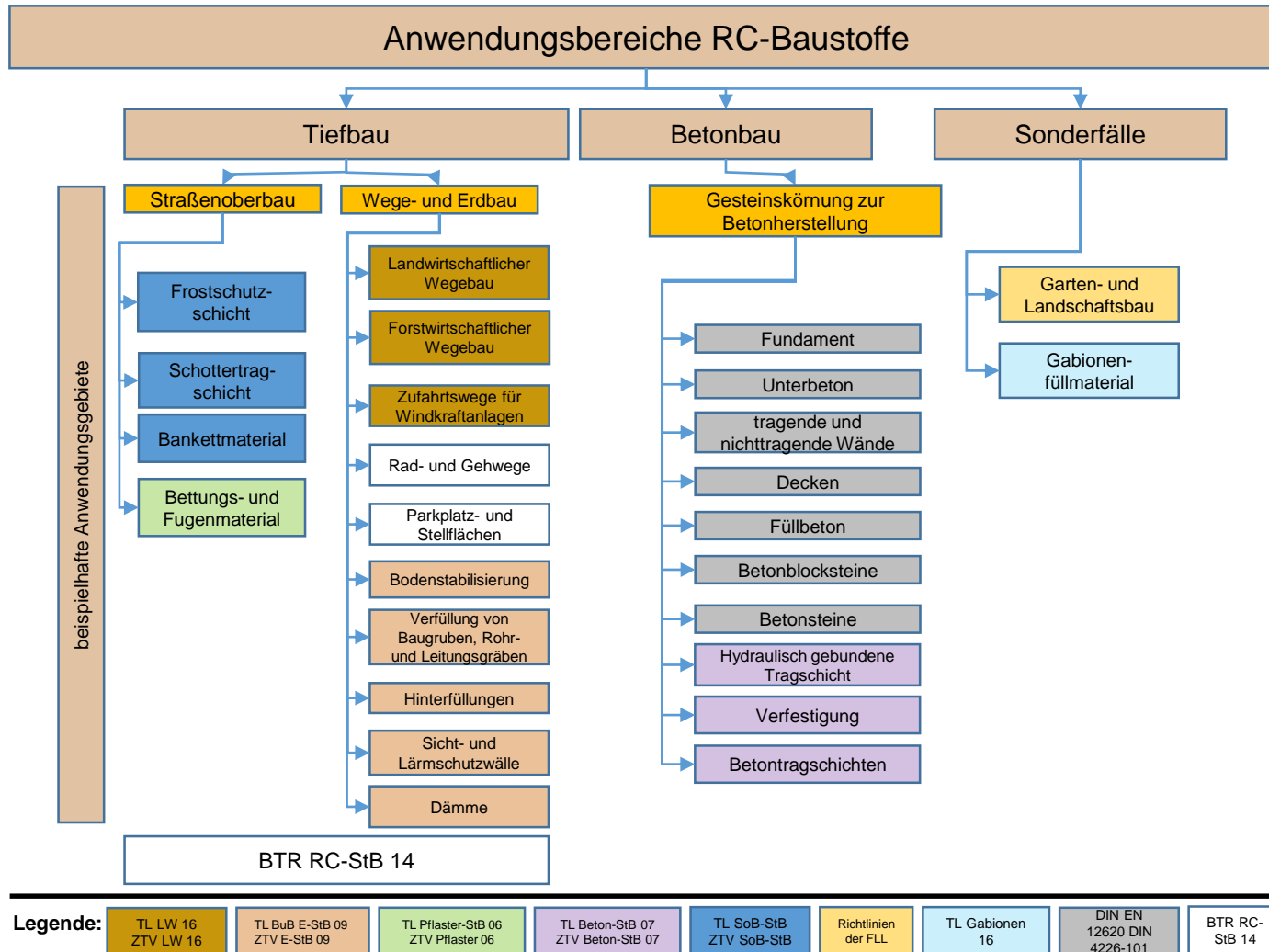


Methodisches Vorgehen



19. Bodenschutzforum, 28. November 2018, Hannover

Überblick zur Anwendung von mineralischen RC-Baustoffen



Eignung und Einschränkung Inputmaterial hinsichtlich erzielbarer Outputqualität für RC-Baustoffe



Beton, 17 01 01



Ziegel, 17 01 02



**Fliesen und Keramik,
17 01 03**



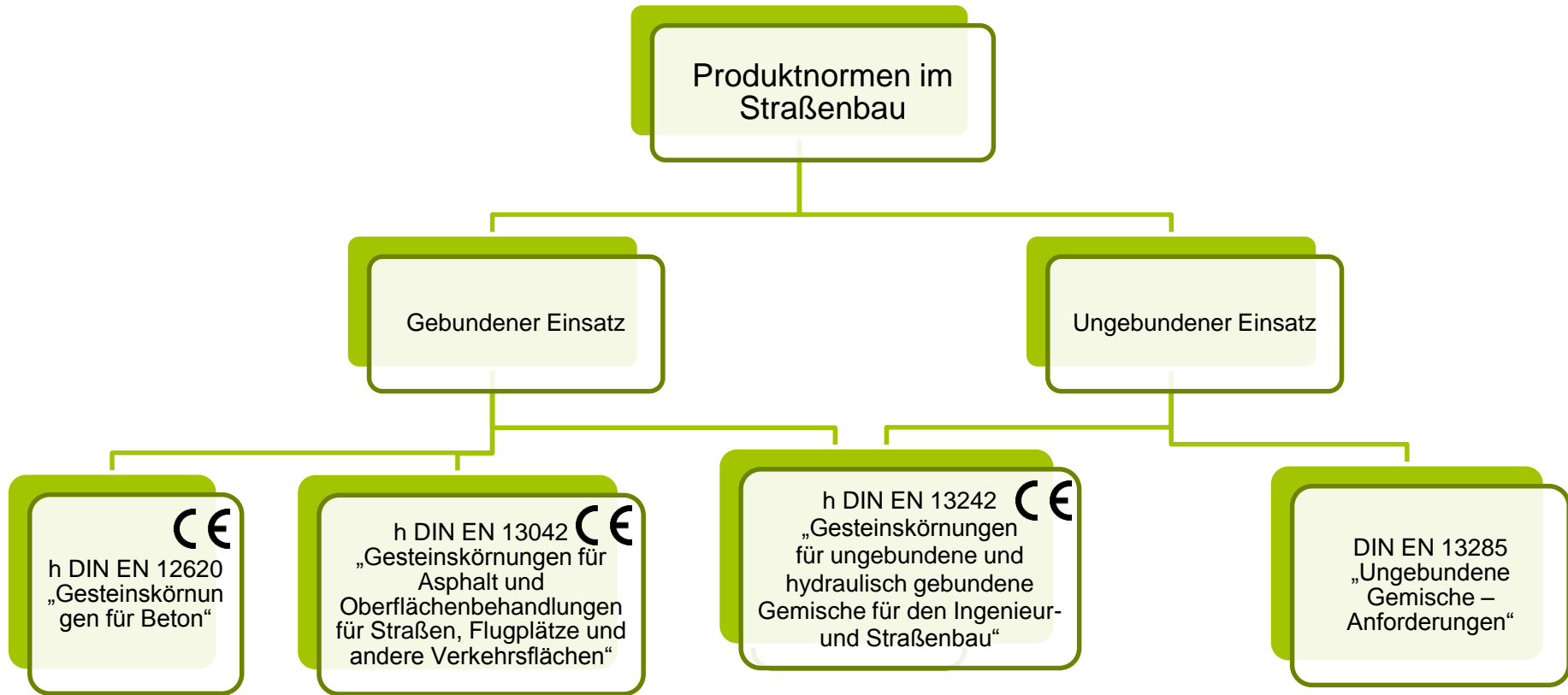
**Gemische aus Beton, Ziegel und
Keramik, 17 01 07**



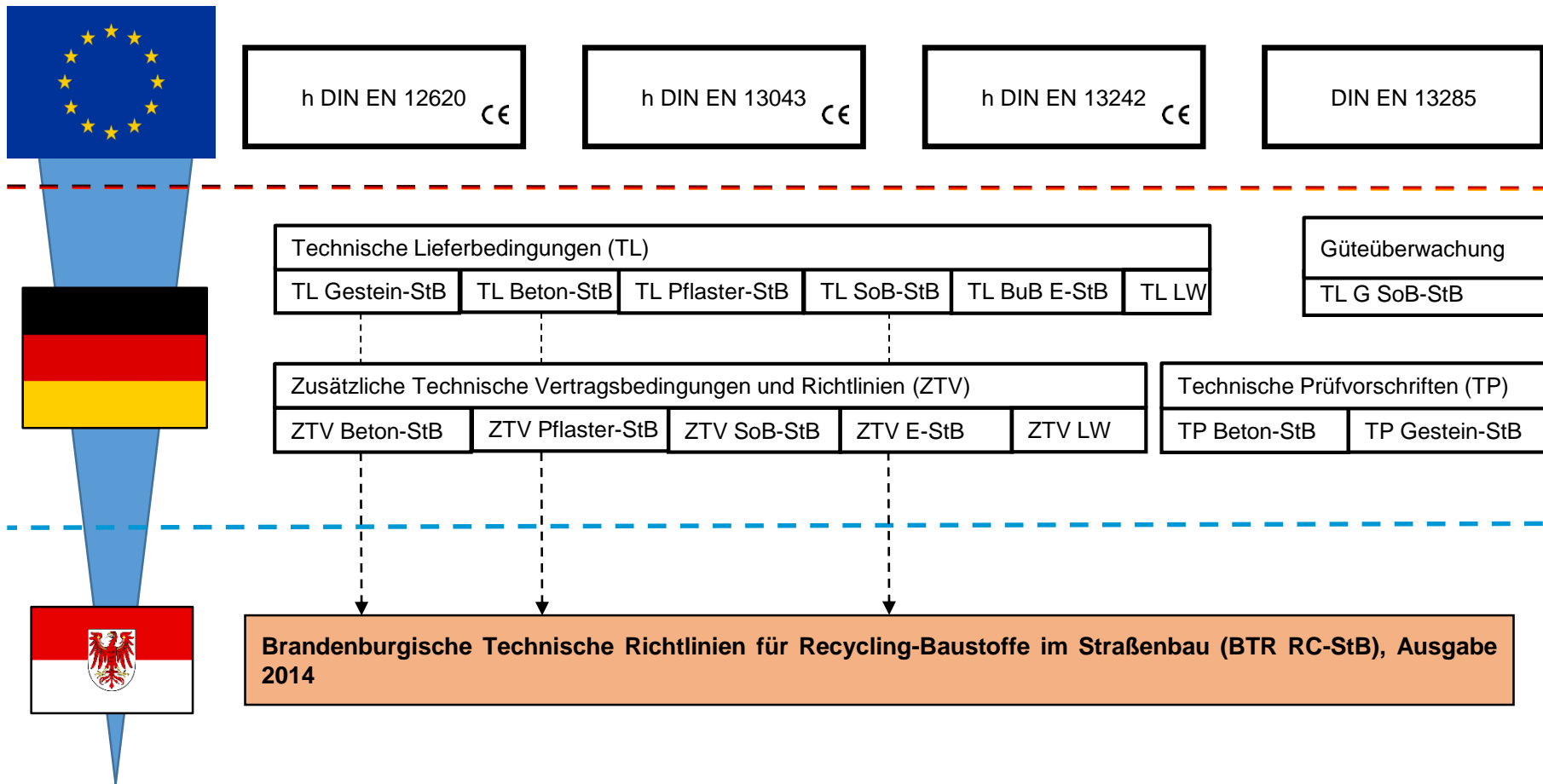
**Boden und Steine, die keine
gefährlichen Stoffe enthalten
17 05 04**

Einsatz von RC-Baustoffen im Tiefbau

Produktnormen im Straßenbau



Produktnormen im Straßenbau, mitgeltende nationale Regelwerke



- Alle Regelwerke gelten in Verbindung mit den Regelwerken im Bund (TLs, ZTVs sowie TPs) und den europäischen Normen.
- Die Darstellung ist nicht abschließend, aus Übersichtlichkeitsgründen sind nicht alle Regelwerke aufgezeigt.

Brandenburgische Technische Richtlinien für die Verwertung von RC-Baustoffen im Straßenbau; Herstellung, Prüfung, Auslieferung und Einbau BTR RC-StB 14

gemeinsame Rili's des Ministeriums für ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz und des Ministeriums für Infrastruktur und Raumordnung des Landes Brandenburg
öff. Hand hat gem. § 27 Abs.2 BbgAbfG RC-Baustoffen, insb. im Beschaffungs-und Auftragswesen, den Vorzug zu geben

Zweck: Regelung zur Herstellung und Anwendung min. RC-Baustoffe, Ausbauasphalt und pechhaltigen Straßenbaustoffen;

Geltungsbereich:

- Verwendung als
 - FSS,
 - ungebundene TS
 - Bankettmaterial,
 - Verfestigung

sowie Ausbauasphalt und pechhaltigen Straßenbaustoffen im Zusammenhang mit Maßnahmen des Neu- u. Ausbaus und der Erhaltung von Straßenverkehrsflächen

BTR RC-StB regeln den Umgang mit:

- mineralischen Recycling - Baustoffen,
- Bodenmaterialien,
- Gleisschotter,
- den konkret aufgeführten Schlacken bzw. Aschen,
- Ausbauasphalt und
- pechhaltigen Ausbaustoffen

Regelungen BTR RC-StB gelten für:

Bundesfernstraßen, Landesstraßen, Kreisstraßen, Gemeindestraßen i.S.d. Brandenburgischen Straßengesetzes

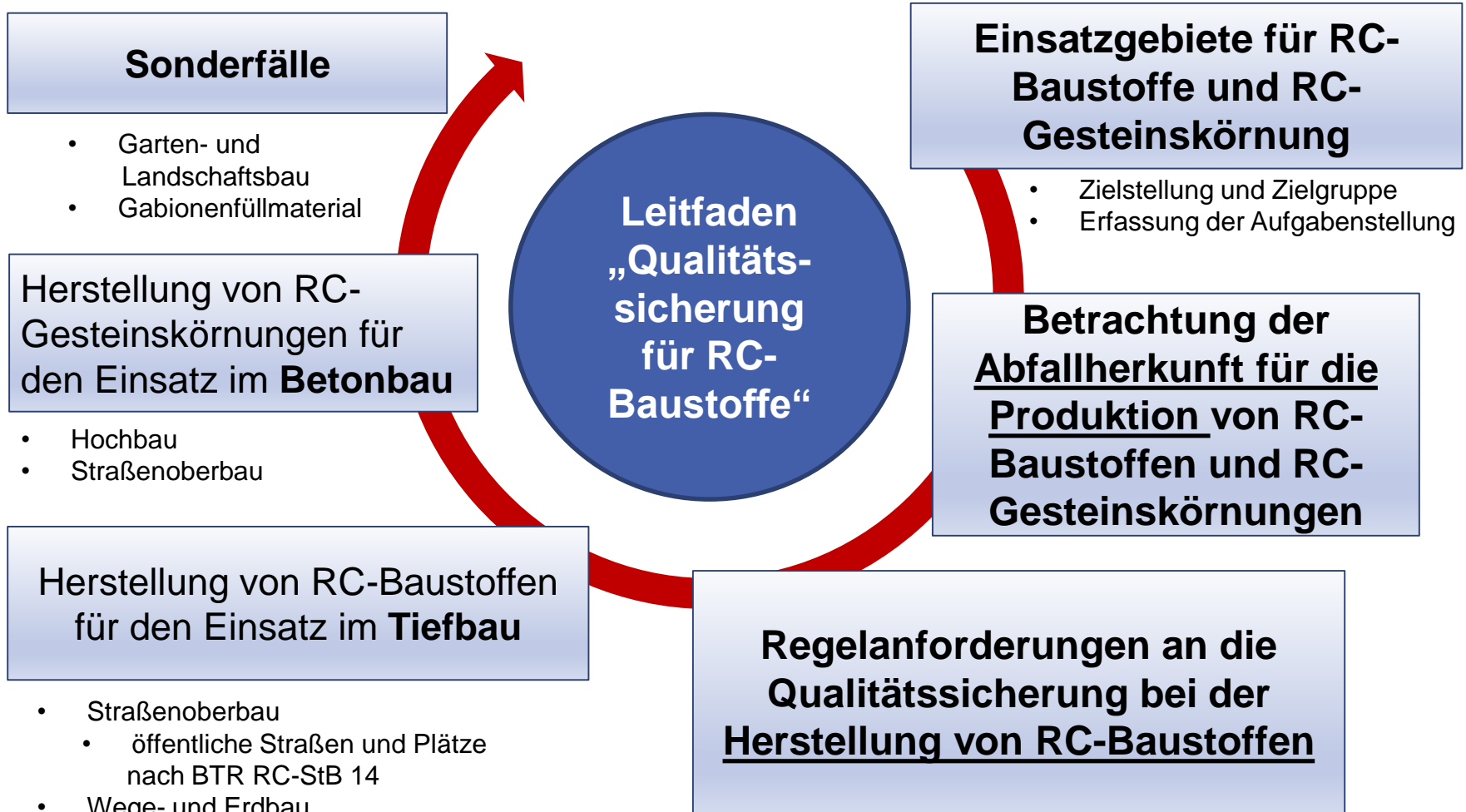
BTR RC-StB regeln nicht:

- Verwertung von Oberboden und Bankettschälgut,
- Geländeenivellierungen und
- Verfüllen von Senken u. ä.

Inhaltliche Schwerpunkte Leitfaden „Ausschreibung“ (2017)



Inhaltliche Schwerpunkte Leitfaden „Qualitätssicherung“ (2018)



Regelanforderungen an die Qualitätssicherung bei der Herstellung von RC-Baustoffen – Prüfungen vor der Annahme von Bau- und Abbruchabfällen an RC-Anlagen

Betreiber einer Aufbereitungsanlage

Annahmekontrolle

- **Übereinstimmung des Abfallschlüssels des Inputs mit der vorhandenen Genehmigung (Sichtkontrolle)**
- **Überprüfung der Deklarationsanalyse des Inputs hinsichtlich Umweltverträglichkeit im Hinblick Entscheidung Annahme/ Ablehnung, zu beachten:
Störstoffanteil im RC-Ausgangsstoff nach BTR RC-StB, Pkt. 5 max. 5 Vol.-%**
- **Prüfung der Angaben des Lieferscheins:**

- **Name**
- **Anschrift des Sammlers / Beförderers**
- **Masse und Herkunft des angelieferten Abfalls**
Abfallschlüssel nach AVV
- **Prüfprotokoll**
- **Deklarationsanalyse umwelttechnische Parameter**
(Haufwerksbeprobungsprotokoll)

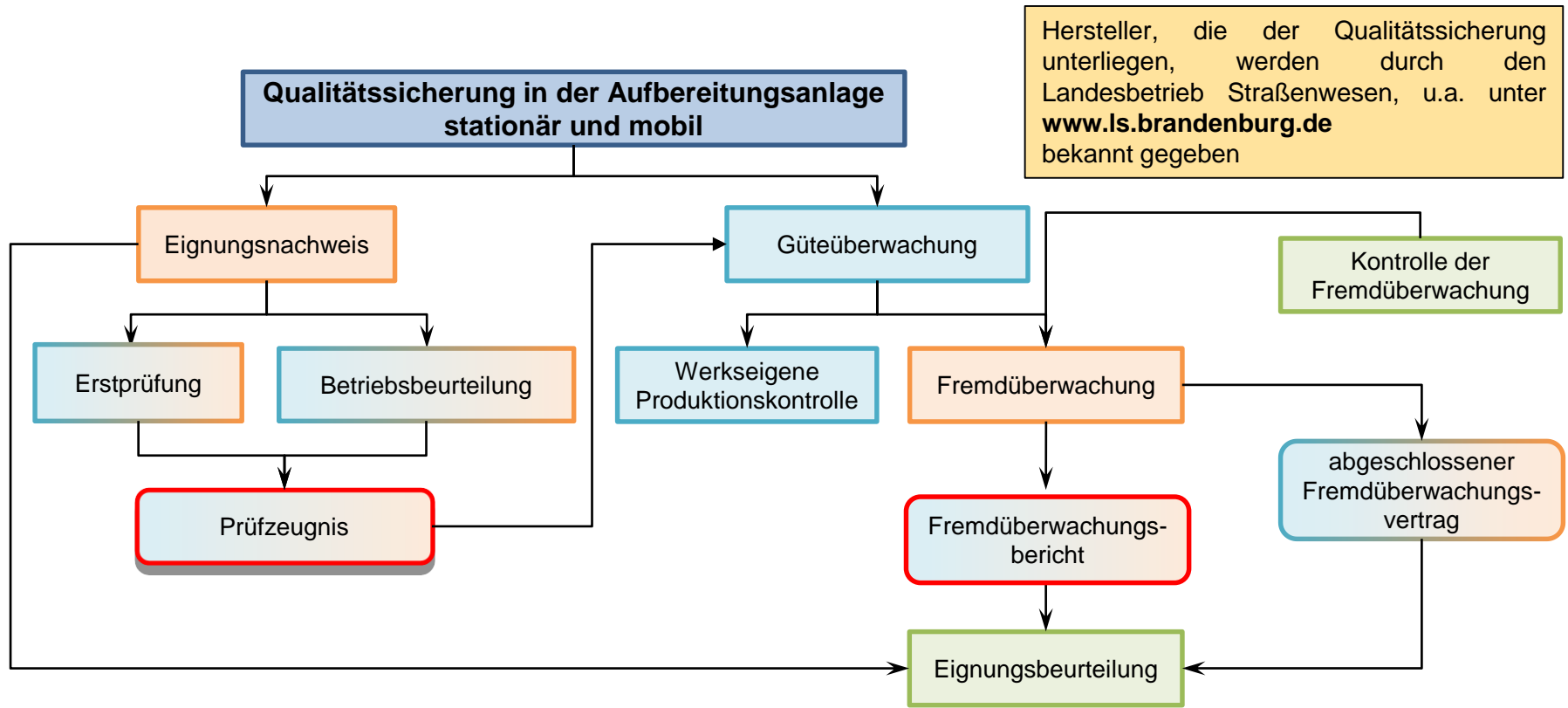
Herstellung von RC-Baustoffen für den Einsatz im Tiefbau

- **Güteüberwachung** bei Herstellung RC-Baustoffe (GK-Gemische und Lieferkörnung für ungebundene Trag-, Frost- und Bankettschichten und Ausgangsmaterial für Verfestigung und hydraulisch ungebundene Tragschichten

Grundsätzlich nach: TL G SoB-StB, TL Gestein – StB, TL Beton

- Im Land BB darüber hinaus gemäß BTR RC-StB 14 (vgl. S.18 LF Qualitätssicherung)
 - **Güteüberwachung gilt für stationäre und mobile RC-Anlagen,**
 - **vor Beginn der Güteüberwachung ist der Eignungsnachweis** zu erbringen und durch Vorlage eines Prüfberichtes bestehend aus Erstprüfung und Betriebsbeurteilung zu belegen,
 - - die Güteüberwachung umfasst die Werkseigene Produktionskontrolle (WPK) durch den Hersteller und die Fremdüberwachung (FÜ) durch einen Fremdüberwacher einer anerkannten Prüfstelle,
 - - die Kontrolle der FÜ erfolgt im Einzelfall durch die behördliche Überwachung des Landesbetriebes Straßenwesen, des Landesamt für Umwelt (LfU) sowie der Landkreise und kreisfreien Städte im Rahmen ihrer Zuständigkeiten.

Gütesicherung von RC-Baustoffen Rahmen der Herstellung für den Einsatz im Tiefbau nach BTR RC-StB 14



Legende
Zuständigkeiten

Anerkannte Prüfstelle nach RAP Stra

Hersteller

Landesbetrieb Straßenwesen

Eignungsnachweis: Erstprüfung: bau- u. umwelttechn. Prü, Prüfparameter BTR, Anh.4; Betriebsbeurteilung: techn. Anlagenkomponenten, Fach-u. Sachkunde AK, Geräte- u. Laborausstattung, Dokumentation/Prüfbericht

Güteüberwachung: WPK: kontinuierl. Eigenüberwachung In- u. Output, Lenkung Produktion; FÜ (Abschluss Überwachungsvertrag): Probenahme 3x/a, Prü. Dok.WPK: Erstellung FÜ-Bericht an Landesbetrieb zur Eignungsbeurteilung (6 Mon. Gültigkeit); Kontrolle FÜ im Einzelfall durch Überwachung des Landesbetriebs Straßenwesen

Art und Umfang der Prüfungen von RC-Baustoffen

Fremdüberwachungsbericht RC-Baustoffe

Prüfungen	Erstprüfung	Überwachung	
		Eigenüberwachung	Fremdüberwachung / jährlich
Gewinnung			
Nachweis der Eigenüberwachung von RC – Baustoffen	x	t	3
➤ Fremdüberwachungsbericht 3 x jährlich (alle 4 Monate)	x	w / t ¹⁾	3
Formblatt wird bei jeder Fremdüberwachung vom Fremdüberwacher gemeinsam mit dem Hersteller ausgefüllt, unterzeichnet und mit den Prüfberichten dem LS zur Verfügung gestellt.		t ¹⁾	3
Verfestigung nach ZTV Beton-StB)			3
Bestimmung säurelöslicher Sulfatgehalt	x		3
Prüfung umweltrelevanter Parameter	x		3
Kontrolle der Eigenüberwachung	x		3

w = Prüfung mindestens einmal wöchentlich
t = Prüfung täglich, ¹⁾ je 1000 t, höchstens einmal pro Tag, mindestens einmal wöchentlich

Güteüberwachung für mineralische RC-Baustoffe nach BTR RC-StB						
Fremdüberwachungsbericht						
Prüfdatum:			Prüfzeitraum:			
Firma:			Lieferwerk:			
Ansprechpartner:			Werkleiter:			
Tel.:			Tel.:			
Fax:			Fax:			
1. Eigenüberwachung						
Die bautechnischen Untersuchungen werden durchgeführt:						
- im Labor des Werkes			ja/nein			
Name des Laboranten:						
- von Prüfstelle			ja/nein			
Name der Prüfstelle:						
- Lieferscheine mit allen Angaben gemäß BTR RC-StB			ja/nein			
2. Ergebnisse der Eigenüberwachung						
- liegen im Lieferwerk vor			ja/nein			
- Abweichungen werden dokumentiert			ja/nein			
Monat/Jahr	Materialbezeichnung	Soll Probenanzahl	Ist Probenanzahl	Materialbezeichnung	Soll Probenanzahl	Ist Probenanzahl
3. Bemerkungen:						
			Für das Werk			
			Für die Prüfstelle			
Ort, Datum						

Ausgewählte Regelanforderungen an bautechnische Parameter bei der Herstellung von RC-Baustoffen

Stoffliche Zusammensetzung RC-Baustoffe nach BTR RC-StB im Vergleich zur TL Gestein

Stoffgruppen > 4 mm BTR RC-StB S.19	Kategorie BTR S.19	nach TL Gestein S.31 (Anteil in M.-%)	BTR RC-StB S.19 (Anteil in M.-%)	Was ist der Unterschied zu Brandenburg? Anforderungen ↑
Asphaltgranulat	Ra20-	≤ 30	≤ 20	
Sulfathaltige Baustoffe	Ry0,5-		≤ 0,5	
Klinker, Ziegel und Steinzeug für Schottertragschichten	Rb10-	≤ 30	≤ 10 Belastungsklassen Bk100 bis Bk3,2	
	Rb20-		≤ 20 Belastungsklassen Bk1,8 bis Bk0,3	

*Für die Herstellung von Schottertragschichten unter Betondecken bei Bk100 bis Bk3,2 sind nur max. 10 M.-% Asphaltanteile zulässig

Ausgewählte Regelanforderungen an bautechnische Parameter bei der Herstellung von RC-Baustoffen

	Gestein oder Schicht	Widerstand gegen Zertrümmerung	
		SZ _{SP} (8/12,5)	Schotterschlagwert ^{a)} SD
		Kategorie	M.-%
nach TL Gestein	Recycling-Baustoffe	≤ 32	≤ 33
nach BTR RC-StB Tab. 6	Schottertragschicht Bk100 bis Bk3,2	SZ ₃₂ ^{b)}	≤ 33
	Schottertragschicht Bk1,8 bis Bk0,3	SZ ₃₂	
	Frostschuttschicht	SZ ₃₂	Keine Anforderungen
	Verfestigungen		
	Bankette		
Hydr. gebundene Tragschichten	SZ ₃₂ ^{b)}		
	a) gilt bei Größtkorn > 31,5 b) Es sind nur SZ-Werte bis max. 28 M.-% Absplitterung zulässig.		

Umwelttechnische Anforderungen An RC-Baustoffe

Einbauklassen und Zuordnungswerte nach BTR RC StB

Definitionen der Einbauklassen:

LAGA M20 S.49, BTR RC-StB 14 S. 16, 31

Einbauklasse 0

uneingeschränkter Einbau

- nur für Bodenmaterial mit Z0
- Ausschluss von RC-Baustoffen und Bodenmaterial mit sichtbar mineralischen Fremdbestandteilen > 10 Vol.% sowie Schlacken

→ Z0

Einbauklasse 1

Eingeschränkter offener Einbau

- BTR RC-StB 14 regelt nur den Einbau bei ungünstigen hydrogeo-logischen Standortbedingungen (Einhaltung Z1.1)
- ausgeschlossen ist der offene Einbau im Straßenoberbau in Überschwemmungsgebieten, in den Wasserschutzgebieten der Trinkwasserschutzzone I bis IIIA und bei einem Grundwasserabstand von weniger als 1 m zur Schichtunterkante
- Verwertung möglich im Straßenunterbau / Erdbau bei Z1.1 Materialgruppe Boden

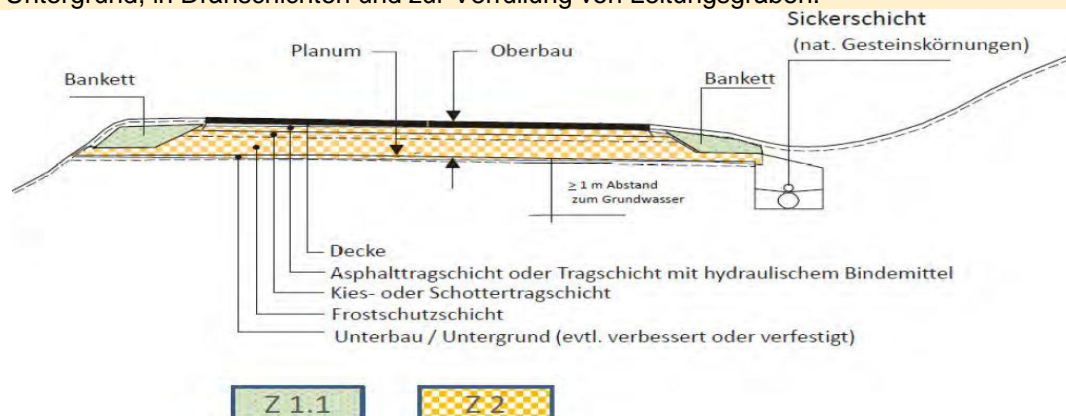
→ Z 1 und Z 1.1

Einbauklasse 2

Eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen

- ausgeschlossen ist der Einbau von Material bei Verwertungsmaßnahmen in Gebieten mit häufigen Überschwemmungen (Hochwasserrückhaltebecken, Flussauen und Außendeichflächen), bei Verwertungsmaßnahmen in Gebieten mit stark klüftigem, besonders wasserwegsamem Untergrund, in Dränschichten und zur Verfüllung von Leitungsgräben.

→ Z2 und Z 1.2



Vergleich der Anforderungen an umwelttechnische Parameter bei der Herstellung von RC-Baustoffen

LAGA M20 vs. BTR RC-StB

Zuordnungswerte Feststoff für RC-Baustoffe bzw. nicht aufbereiteter Bauschutt

		LAGA M20 Tab. II.1.4.-5				BTR RC-StB Tab. A2	
Parameter	Einheit	Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	Z1.1*	Z2**
EOX	mg/kg	1	3	5	10	3	10
KW	mg/kg	100	300 ¹	500 ¹	1000 ¹	-	-
MKW (C10-C40) gesamt	mg/kg	-	-	-	-	600	1000
MKW (C10-C22) mobiler Anteil	mg/kg	-	-	-	-	300	1000
∑ PAK (EPA)	mg/kg	1	5 (20) ²	15 (50) ²	75 (100) ²	5	75 (100) ³
∑ PCB (DIN 51527)	mg/kg	0,02	0,1	0,5	1	0,1	1
Arsen	mg/kg	20	-	-	-	45	-
Blei	mg/kg	100	-	-	-	210	-
Cadmium	mg/kg	0,6	-	-	-	3	-
Chrom (gesamt)	mg/kg	50	-	-	-	180	-
Thallium	mg/kg	-	-	-	-	2,1	-
Kupfer ²	mg/kg	40	-	-	-	120	-
Nickel ²	mg/kg	40	-	-	-	150	-
Quecksilber	mg/kg	0,3	-	-	-	1,5	-
Zink	mg/kg	120	-	-	-	450	-

¹, ² s. LAGA M20 Tab. II.1.4.-5, S. 79-80

³ s. BTR RC-StB Tab. A2, S. 43

* Einbauklasse 1 eingeschränkter offener Einbau. < Zuordnungswert Z1.1 – Bauschutt

** Einbauklasse 2 eingeschränkter Einbau mit definierten Sicherungsmaßnahmen. < Zuordnungswert Z2 - Bauschutt

Vergleich der Anforderungen an umwelttechnische Parameter bei der Herstellung von RC-Baustoffen

LAGA M20 vs. BTR RC-StB

Zuordnungswerte Eluat für RC/Baustoffe bzw. nicht aufbereiteter Bauschutt

		LAGA M20 Tab. II.1.4.-6				BTR RC-StB Tab. A2	
Parameter	Einheit	Z0	Z1.1	Z1.2	Z2	Z1.1	Z2
pH-Wert		7,0 – 12,5				7,0 – 12,5	
elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	500	1500	2500	3000	1500	3000
Chlorid	mg/L	10	20	40	150	20	150
Sulfat	mg/L	50	150	300	600	150	600
Arsen	µg/L	10	10	40	50	10	50
Blei	µg/L	20	40	100	100	40	100
Cadmium	µg/L	2	2	5	5	2	5
Chrom (gesamt)	µg/L	15	30	75	100	30	100
Kupfer	µg/L	50	50	150	200	50	200
Nickel	µg/L	40	50	100	100	50	100
Quecksilber	µg/L	0,2	0,2	1	2	0,2	2
Zink	µg/L	100	100	300	400	100	400
Phenolindex	µg/L	<10	10	50	100	10	100

Z1.1. und Z2 – Werte identisch

Qualitätskontrolle - Produktion und Einbau von RC-Baustoffen am Beispiel für den Straßenoberbau

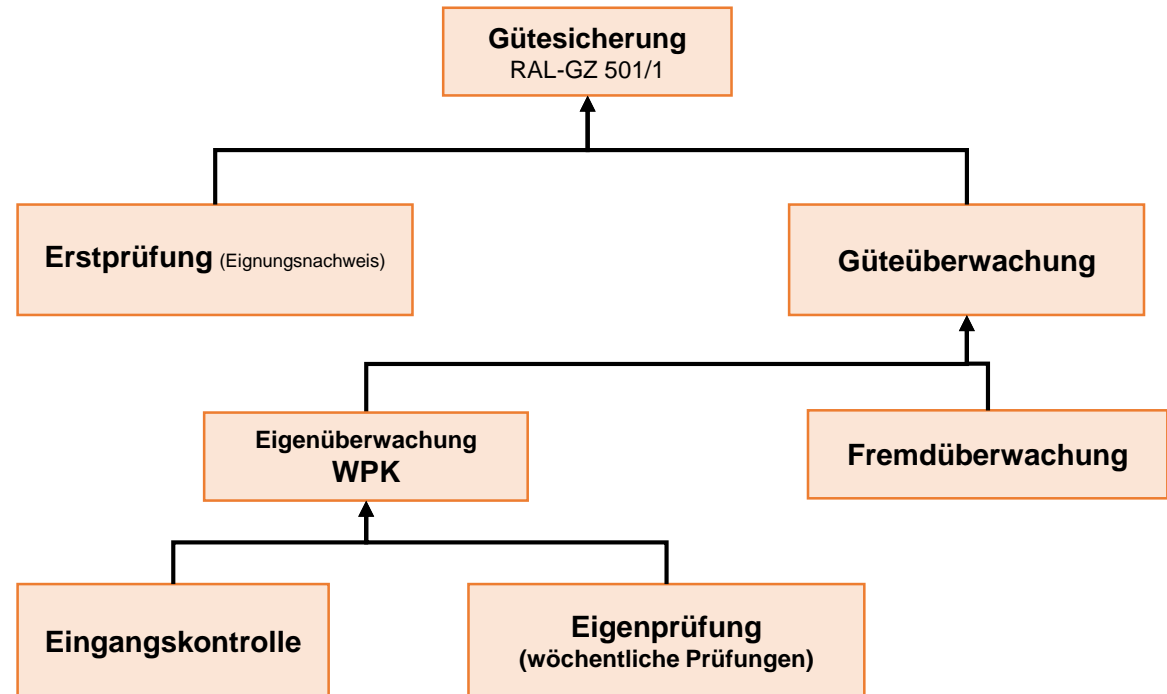
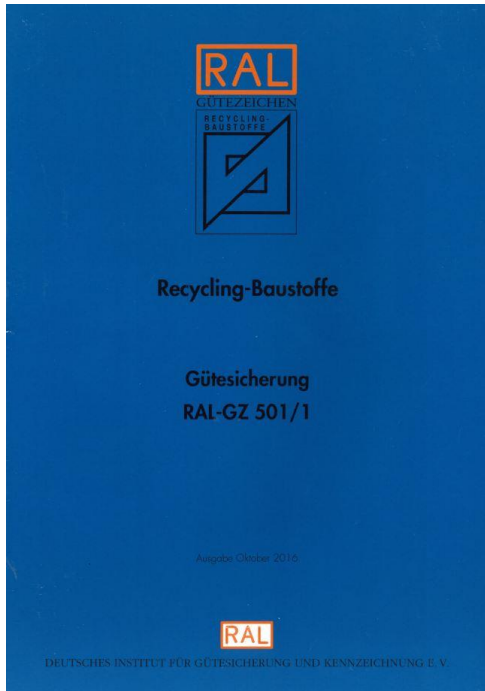


ungebunden als Schottertragschicht, Frostschuttschicht

Angaben auf Lieferschein bei Auslieferung RC-Baustoffen

- ✓ **Bezeichnung RC-Baustoff einschl. Lieferkörnung**
- ✓ **Spediteur, Lieferant, Beförderer mit Fa. und KFZ-Kennzeichen**
- ✓ **Bauvorhaben**
- ✓ **Lieferdatum, Uhrzeit**
- ✓ **AVV- Nr. und Zuordnungswerte umweltrelevanter Merkmale**
- ✓ **Liefermenge in t oder m³**
- ✓ **Auftraggeber**
- ✓ **Eignungsbeurteilungsnummer von Brandenburg**
(Gültigkeit, Eignungsbeurteilung 6 Monate)
- ✓ **Prüfzeugnisnummer aktuellster Güteüberwachung**
- ✓ **Unterschriften: Hersteller, Beförderer, Auftraggeber bzw. dessen Vertreter**

Freiwillig zusätzlicher Qualitätssicherungsnachweis, Bsp. RAL



Verfahren Güteüberwachung für Güteklasse I nach Festlegungen der europäischen Norm bzw. dazugehörigen Anwendungsdokumente in Anlehnung TL G SoB-StB. Güteklasse II außerhalb der RStO für Wegbefestigungen, Güteklasse III Erdbaustoffe in techn. BW im Landschaftsbau z.B. Schutzwälle

Wesentlicher Unterschied zur Gütesicherung der BTR RC-StB 14:

- Keine behördliche Eignungsbeurteilung, Beurteilung durch die Bundesgütegemeinschaft Recycling-Baustoffe e.V., bei positivem Bescheid Verleihung des Gütezeichens
- FÜ 4x jährlich, weitere bautechn. Parameter durch FÜ wie z.B. Anteil gebrochener Oberflächen

- Herausforderung
 - Nachhaltiges / ressourceneffizientes / zukunftsfähiges Bauen aktiv mitgestalten (öff. Hand) durch
 - a) produktneutrale Ausschreibung (z.B. Material nicht als Sand oder Kies ausschreiben, sondern produktneutral als Körnung wie 0/32, 0/45...)
 - b) Einsatz von RC-Baustoffen kann vorgeschrieben werden
 - hilfreich z.B. Standardleistungskatalog für den Straßen- und Brückenbau (STLK), LB 112 – Schichten ohne Bindemittel

Herstellung von RC-GK für den Einsatz im Betonbau

Normen und Regelwerke – Einsatz von RC-Beton

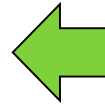
Regelwerke für RC-GK zur Herstellung von Recycling-Beton

Europäische Produktnorm / Deutsche Fassung	Mitteltende deutsche Normen und Regelwerke
<p>Gesteinskörnungen für Beton</p> <p>EN 12620:2002+A1:2008 (D) DIN EN 12620:2008-07</p> <p>Gesteinskörnungen für Beton legt</p> <ul style="list-style-type: none"> → Eigenschaften von GK fest, die durch Aufbereitung natürlicher, industriell hergestellter oder rezyklierter Materialien als Betonzuschlag gewonnen werden → QS-System zur WKP und für Konformitätsnachweis fest → für alle Betonsorten einschließlich Beton nach EN 206-1 und Straßenbeton, Betonfertigteile <p><i>Die Ausgabe DIN EN 12620:2015-07 liegt als Entwurf vor.</i></p>	<p>Gesteinskörnungen für Beton</p> <p>DIN 4226-101:2017-08</p> <p>Rezyklierte Gesteinskörnungen für Beton nach DIN EN 12620 – Teil 101: Typen und geregelte gefährliche Substanzen</p> <p>DIN 4226-102:2017-08</p> <p>Rezyklierte Gesteinskörnungen für Beton nach DIN EN 12620 – Teil 102: Typprüfung und Werkseigene Produktionskontrolle</p> <p>DAfStb-Richtlinie „Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktionen im Beton (Alkali-Reaktion)“, Ausgabe 2013-10</p>
<p>Beton</p> <p>DIN EN 206-1:2001-07 + A1:2004-10 + A2:2005-09</p> <p>Teil 1: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität</p>	<p>Beton</p> <p>DIN 1045-2:2008-08</p> <p>Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 2: Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1</p> <p>DAfStb-Richtlinie „Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620“, Teil 1, Ausgabe 2010-09</p>

Anforderungen an RC-GK

Stoffliche Zusammensetzung RC-GK

Bestandteile rezyklierter Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620			DAfStb – Richtlinie Beton nach DIN EN 206-1 und DIN1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620* Tab. 1 <u>und</u> DIN 4226-101:2017-08 Tab. 1			
			für Beton nach DIN 1045-2:2008-08		für Beton <u>außerhalb</u> DIN 1045-2:2008-08	
			Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4
Rc	Rc + Ru	Beton, Betonprodukte, Mörtel, Mauersteine aus Beton	Rcu ₉₀	Rcu ₇₀	Rcu ₂₀₋	Rcu + Rb ₈₀
Ru		Ungebundene Gesteinskörnung, Naturstein, hydraulisch gebundene Gesteinskörnung				
Rb	Mauerziegel, Kalksandsteine, nicht schwimmender Porenbeton	Rb ₁₀₋	Rb ₃₀₋	Rb ₈₀		
Ra	Bitumenhaltige Materialien	Ra ₁₋	Ra ₁₋	Ra ₁₋	Ra ₂₀₋	
X + Rg	Glas	X Rg ₁₋	X Rg ₂₋	X Rg ₂₋	X Rg ₂₋	
	Sonstige Materialien					
FL	Schwimmendes Material	FL ₂₋	FL ₂₋	FL ₂₋	FL ₅₋	



Input



Rezyklierte GK

Typ 1 (Betonspplitt)

Typ 2 (Bauwerksplitt)

Typ 3

Typ 4



für Beton nach DIN 1045-2:2008-08

für Beton außerhalb DIN 1045-2:2008-08

Empfehlungen für den Einsatz von rezyklierten Gesteinskörnungen zur Herstellung von Beton nach DAfStb-Richtlinie „Beton nach DIN EN 206-1 und DIN1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620“

Restriktionen	Feuchtigkeitsklassen DAfStb-Alkali-Richtlinie, 2013-10	Expositionsklassen nach DIN EN 206-1:2001-07, Tabelle 1	DAfStb-Rili: Beton mit rezyklierten GK 2010-09	
			Typ 1 Betonspplitt	Typ 2 Bauwerksplitt
Zulässige Anteile an rezyklierten Gesteinskörnungen > 2 mm bezogen auf gesamte Gesteinskörnung	WO (trocken)	Carbonatisierung XC 1	≤ 45 Vol. %	≤ 35 Vol. %
	WF ¹⁾ (feucht)	kein Korrosionsrisiko XC 0 Carbonatisierung XC 1 – XC 4		
		Frost ohne Taumittleinwirkung XF 1¹⁾ + XF 3¹⁾ und im Beton mit hohem Wassereindringwiderstand	≤ 35 Vol. %	≤ 25 Vol. %
		Schwacher chemischer Angriff XA 1	≤ 25 Vol. %	
Bautechnik Restriktionen (keine Verwendung von RC-GK im Spann- und Leichtbeton)		Korngröße der RC-GK	d ≥ 2 mm	
		Druckfestigkeit	≤ C 30/37	
Regelanforderungen		Kornrohdichte	≥ 2.000 kg/m ³ (± 150 kg/m ³)	
		Wasseraufnahme nach 10 min	≤ 10 M.-%	≤ 15 M.-%
		Säurelösliches Chlorid	≤ 0,04 M.-% *	
		Säurelösliches Sulfat	≤ 0,8 M.-%	

¹⁾ zusätzliche Anforderungen s. Abschnitt 1, (3) und (4) DAfStb-Rili hinsichtlich Nachweis einer unbedenklichen Alkaliempfindlichkeitsklasse; * kann bis zu 0,15 M.-% betragen, wenn die RC-GK im Beton ohne Stahlbewehrung oder anderes Metall eingesetzt wird [DAfStb-Richtlinie „Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620“, Teil 1, Ausgabe 2010-09]

Grundlegende Anforderungen an RC-GK zur Verwertung im konstruktiven Beton - Hochbau

Bautechnische Anforderungen
nach DIN EN 12 620, DIN 4226-101, DAfStB-Rili's



Umwelttechnische Anforderungen
nach DIN 4226-101, DAfStb-Rili etc.

Geometrische und physikalische Anforderungen analog zu Primärbaustoffen

Zusätzliche Anforderungen

Zusätzliche Anforderungen an Inhaltsstoffe
geregelte gefährliche Substanzen

- Korngruppe d/D
- Kornzusammensetzung
- Kornform
- Gehalt an Feinanteilen
- Kornrohichte und Wasseraufnahme
- Frost-Tau-Widerstand*
- Bestandteile, die den Erstarrungsbeginn des Zementleims beeinflussen
- Alkaliempfindlichkeit

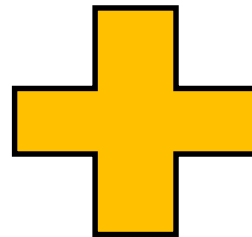
- Stoffliche Zusammensetzung – Typ 1 oder 2 - Klassifizierung der Bestandteile

- Eluatwerte
- Feststoffgehalte

Anforderungen an RC-Beton

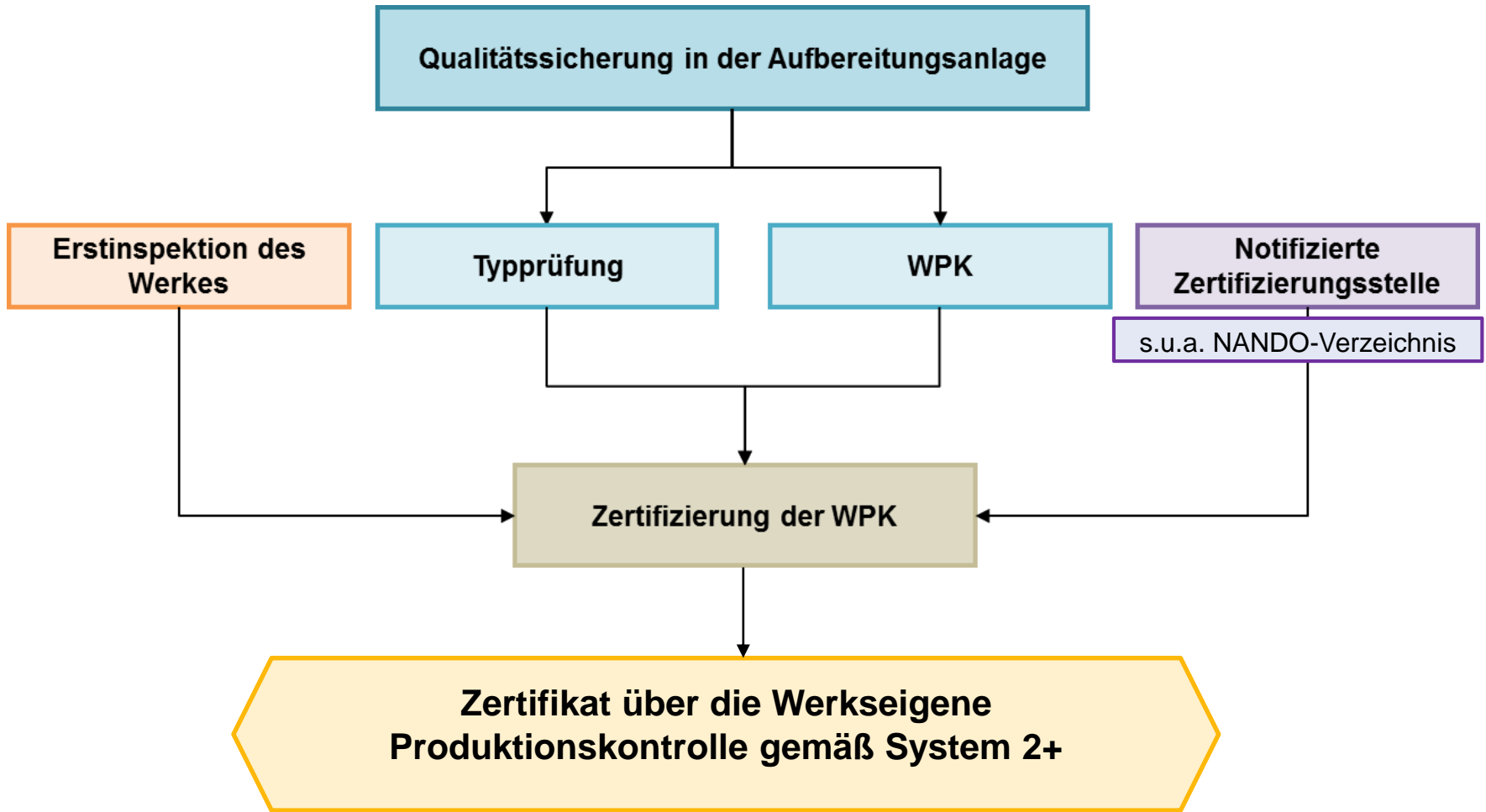
Qualitätssicherung von RC-Beton

Erstprüfung (gemäß DIN EN 206-2014-07 und DIN 1045- 2:2008-08)	Parameter	Sollwert nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2
	Prüfbedingung	
	Frischbetontemperatur [°C]	15 - 22
	Kriterien zur Annahme der Erstprüfung	
	Druckfestigkeit (nach 28 Tagen) [N/mm ²]	$f_{cm} \geq f_{ck} + 4$
	Konsistenz (Ausbreitmaß) [mm]	F1 bis F5



Prüfungen im Rahmen der erweiterten Erstprüfung (gemäß DAfStb-Rili)	Parameter	
	Konsistenz (Ausbreitmaß) [mm]	nach 10'
		nach 45'
		nach 90'
	Feuchtegehalt der Gesteinskörnung [%]	Kernfeuchte
Oberflächenfeuchte		

Gütesicherung von RC-Baustoffen für den Hochbau während der Herstellung



Anforderungen an RC-Beton

Erstprüfung nach DIN EN 206-1 sowie DIN 1045-2 + erweiterte Erstprüfung nach DAfStb-Rili

- Bestimmung des Feuchtegehaltes der RC-GK (Kern- und Oberflächenfeuchte) zur Berücksichtigung dieser bei Festlegung der Mischungsanteile,
- Überprüfung der Konsistenz des Betons nach 10, 45 und 90 Minuten sowie
- Erstellung einer Dosieranweisung für die nachträgliche Zugabe von Fließmitteln.

Im Rahmen der Produktionskontrolle

- Sichtprüfung der stofflichen Zusammensetzung der RC-GK bei jedem Lieferfahrzeug,
- Ermittlung der Kornrohddichte (ofentrocken) nach DIN EN 1097-6 in jeder Produktionswoche,
- Ermittlung der Wasseraufnahme der RC-GK nach 10 Minuten in jeder Produktionswoche,
- Ermittlung des Wassergehalts der rezyklierten Gesteinskörnung bei Änderung der Feuchtebedingungen,
- Ermittlung des Luftgehalts am Frischbeton und der Frischbetonrohddichte im Rahmen des Festigkeitsnachweises für den Beton.

Aufgabenverteilung zur Leistungserklärung (ehem. Konformitätsnachweis)

nach System 2+ Tab. ZA.2a DIN EN 12620 – aktualisiert nach EU-BauPVO

Leistungserklärung für RC-GK nach System 2+		Aufgabeninhalt
Aufgaben des Herstellers	kontinuierliche werkseigene Produktionskontrolle (WPK) Organisation (Beauftragter), Kontrollverfahren (Handbuch, Angaben zum Input ...), Überwachung und Prüfung (Häufigkeit...), Schulung des Personals...	Prüfung und Dokumentation des Herstellungsprozesses und der Produkteigenschaften stoffliche Parameter gemäß Anwendungsbereich Anhang ZA Tab. ZA.1a o. ZA.1b DIN EN 12620 stoffliche Zusammensetzung der Typen gemäß DIN 4226-101 Tabelle 1 Bewertung der Inhaltsstoffe der RC-GK, Höchstwerte der Eluat- und Feststoffparameter gemäß DIN 4226-101 Tabelle 2
	Typprüfung (bisher Erstprüfung) des Produktes nach DIN 4226-102 Anhang A	
Aufgaben der notifizierten Stelle	Zertifizierung der WPK auf Grundlage der <ul style="list-style-type: none"> • Erstinspektion des Werks und der WPK • Kontinuierliche Überwachung, Beurteilung und Anerkennung der WPK 	

**CE – Konformitätskennzeichnung /
Produktbezogene Konformitätserklärung**

CE – Kennzeichnungspflicht \triangleq gleichwertig, europäisch genormter Baustoff

Ziel der Bewertung der Überprüfung der Leistungsfähigkeit der RC-GK nach DIN 4226-102 = identisch mit DIN 12620 auf Basis des Systems 2+nach BauPVO

Beispielhafte Ausschreibungstexte für den Einsatz von Recycling-Beton Hochbaumaßnahmen

Beispielhafte Ausschreibungstexte für den Einsatz von RC-Beton im Hochbau

Vorbemerkungen

Der Einsatz von **Ortbeton** wird - soweit zulässig - **mit rezyklierter Gesteinskörnung (RC-GK)** aus aufbereitetem Bauschutt gefordert. Der Hersteller der RC-GK hat das CE-Kennzeichen und die Leistungserklärung nachzuweisen.

Beim Einsatz von RC-GK sind gemäß nachstehender Regelwerke die geforderten Nachweise zu führen:

DIN EN 206-1 „Beton Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität“

DIN 1045-2 „Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität – Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1“

DIN EN 12620 „Gesteinskörnungen für Beton“

DIN 4226-101 „Rezyklierte Gesteinskörnungen für Beton DIN EN 12620 – Teil 101: Typen und geregelte gefährliche Substanzen“

DIN 4226-102: „Rezyklierte Gesteinskörnungen für Beton nach DIN EN 12620 – Teil 102: Typprüfung und Werkseigene Produktionskontrolle“

DAfStb-Richtlinie RC-B „Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620“

DAfStb-Richtlinie AKR „Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton“

Beispiel: Gewerk 013 STLBBau Betonarbeiten

100 m³ Ortbeton Deckenplatte, Dicke 25cm, aus bewehrtem Beton mit rezyklierter Gesteinskörnung (Recycling-Beton), Festigkeitsklasse C30/37 nach DIN EN 206-1, DIN 1045-2 hergestellt aus Gesteinskörnung Kategorie Typ 1 entspr. DIN 4226-101, Tab.1 inkl. Bewertung der Inhaltsstoffe rezyklierter Gesteinskörnungen, Tab. 2 (Nachweis Umweltverträglichkeit), Expositionsklasse XC1, Feuchtigkeitsklasse WO

Fallbeispiele für Bauprojekte mit RC-Beton in Deutschland (Auswahl)

Projekt / Standort	Bundesland	Bild	Betonmenge	Festigkeitsklasse	Typ	Substitutionsanteil nat. GK	Fertigstellung
Wohngebäude / Ludwigshafen	RP		500 m³	C 30/37	1	30 %	2009 / 2010
Humboldt-Universität Forschungs- und Laborgebäude / Berlin	BE		5.500 m³ davon 1.700 m³ Schlitzwand, 3.800 m³ Tragwerk	C 25/30 C 30/37	1 1	25 % 40 %	2015
PEGASUS Universitätsgebäude / Stuttgart	BW		500 m³	C 30/37	1	45 %	2016
Kompetenzzentrum / Kirchheim Teck	BW		Beton 1.500 m³ Sichtbeton	C 8/10 C 12/15 C 16/20 C 20/25 C 25/30 C 30/37	2	k. A.	2016
Umweltstation / Würzburg	BY		~ 600 m³	C 20/25 C 25/30 C 30/37	1	45 %	2018

Legende:

Wiss. Begleitung
Arbeitsgebiet Bauliches
Recycling

Einsatz RC-Baustoffe im Tiefbau

- Zur Sicherung der Qualität für den Einsatz von RC-Baustoffen im Straßenbau werden keine weiteren Regelwerke in Brandenburg benötigt
- Zertifizierte RC-Baustoffe sind bautechnisch und umwelttechnisch geprüft und können bedenkenlos für jeweiligen Einsatzbereich verwendet werden
- nachhaltiges, ressourceneffizientes, zukunftsfähiges Bauen aktiv mitgestalten durch produktneutral ausgeschriebene Baustoffe oder es ist vorzugeben, dass RC-Baustoffe einzusetzen sind

RC-Baustoffe im Hochbau

- Die Qualität der untersuchten RC-Betone stehen den konventionell hergestellten Betonen in keinem Punkt nach
- die Herstellungskosten gegenüber Normalbeton sind vergleichbar
- nachhaltiges, ressourceneff., zukunftsfähiges Bauen aktiv mitgestalten durch Forderung RC-Betoneinsatz - sofern zul. - anstelle von Normalbeton

- Bei Inkrafttreten der EBV sind gegenüber der aktuellen Qualitätssicherung (Prüfung, Überwachung und Zertifizierung) der RC-Baustoffe nach BTR RC-StB 14 keine zusätzlichen Maßnahmen zu erwarten.

- Gründung einer neuen Bundesgeschäftsstelle für die Qualitätssicherung von RC-Baustoffen (bqse) zur Akzeptanzverbesserung -> bundesweit einheitliches System der Prüfung, Überwachung und Zertifizierung
Initiatoren Bundesverband für Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V. (bvse) und Deutscher Abbruchverband e.V. (DA)