Deutschland 2050
-
Mineralische Stoffströme der Gebäudebestandsveränderung

Fachtagung Recycling R‘10

Am 22. und 23. September 2010

Weimar

Bearbeiter: Georg Schiller IÖR,
Clemens Deilmann IÖR,
Jan Reichenbach Intecus

Kontakt: G.Schiller@ioer.de

Gliederung

- Einführung in das Vorhaben

- Projektergebnisse

  Methodik

  Modellrechnungen (Quantifizierung des Ressourcenschonungspotenzials)

Einführung

Ergebnisse eines UBA-Forschungsprojektes „Ermittlung von Ressourcenschonungspotenzialen bei der Verwertung von Bauabfällen und Erarbeitung von Empfehlungen zu deren Nutzung“

Ziel: Stärkung einer Ressourcen schonenden Kreislaufführung durch

hochwertiges Recycling vom Hochbau zum Hochbau

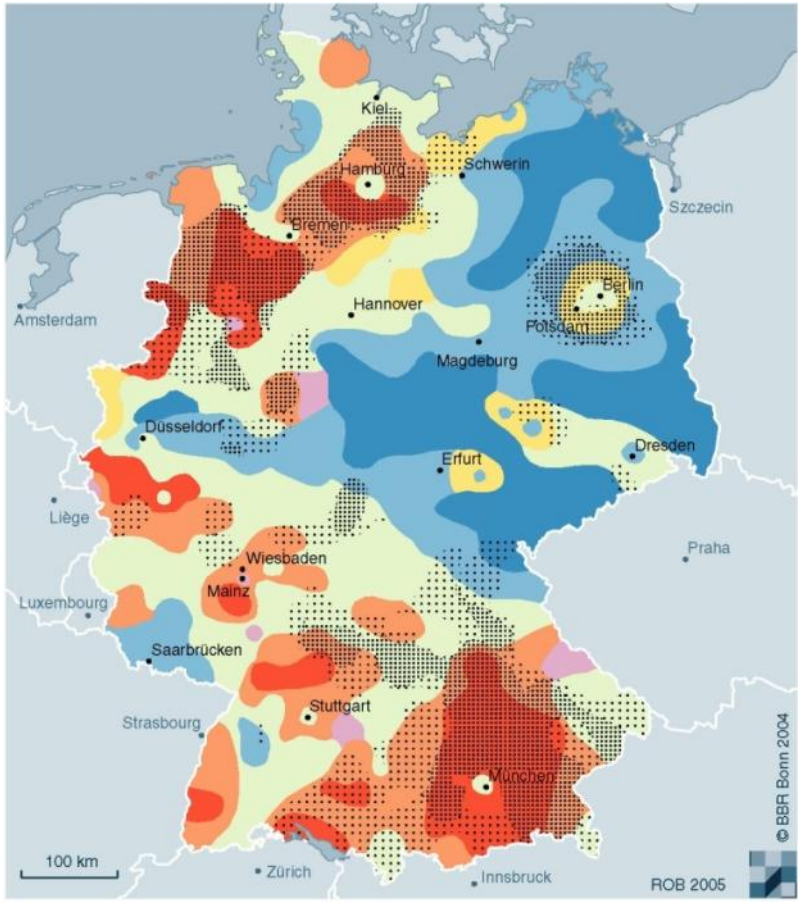
Räumliche Disparitäten

Räume in denen die Entwicklung der Bevölkerung und der Beschäftigung geprägt ist durch

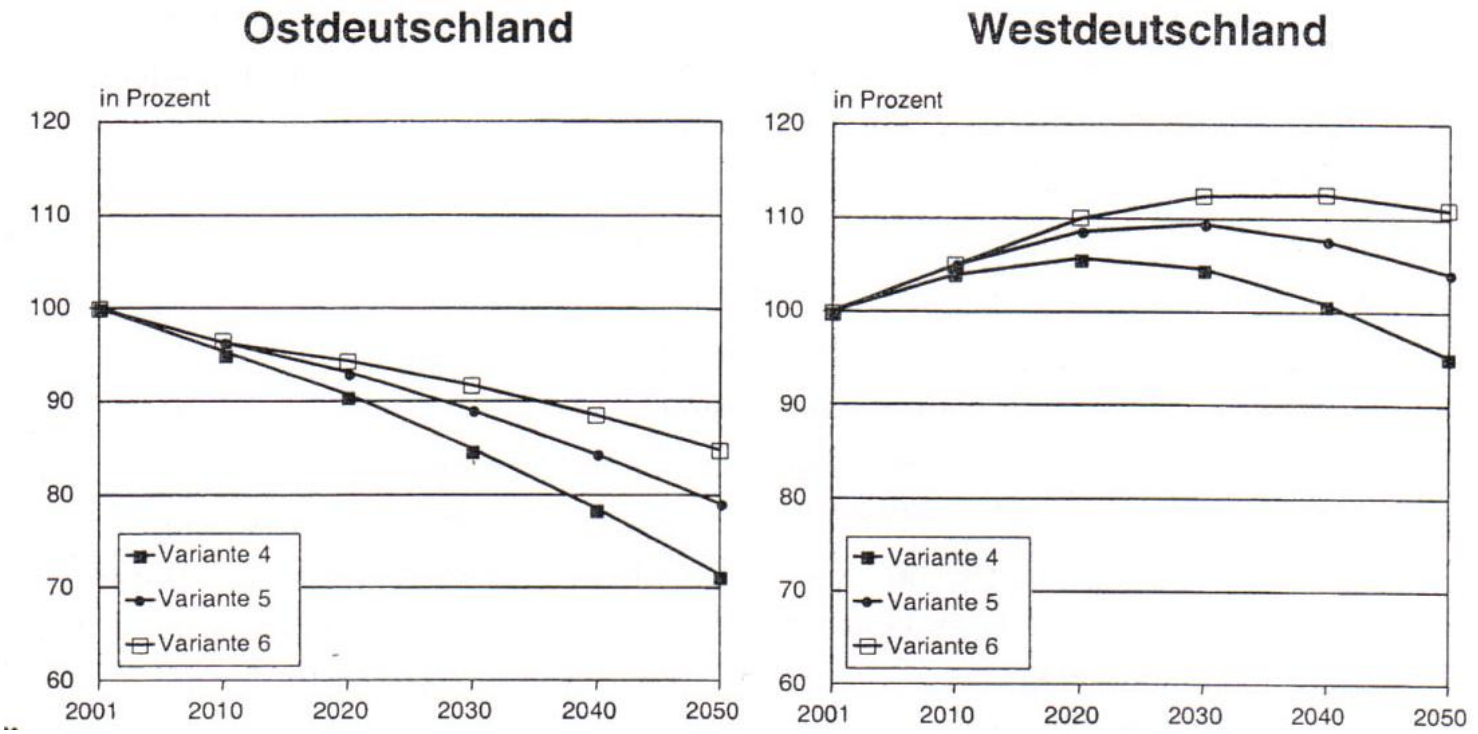
- starke Schrumpfung
- geringe Schrumpfung
- divergierende Trends (schrumpfende Bevölkerung, wachsende Beschäftigung)
- Stagnation
- divergierende Trends (wachsende Bevölkerung, schrumpfende Beschäftigung)
- geringes Wachstum
- starkes Wachstum

Siedlungsflächen- und Verkehrswachstum

- stark
- sehr stark



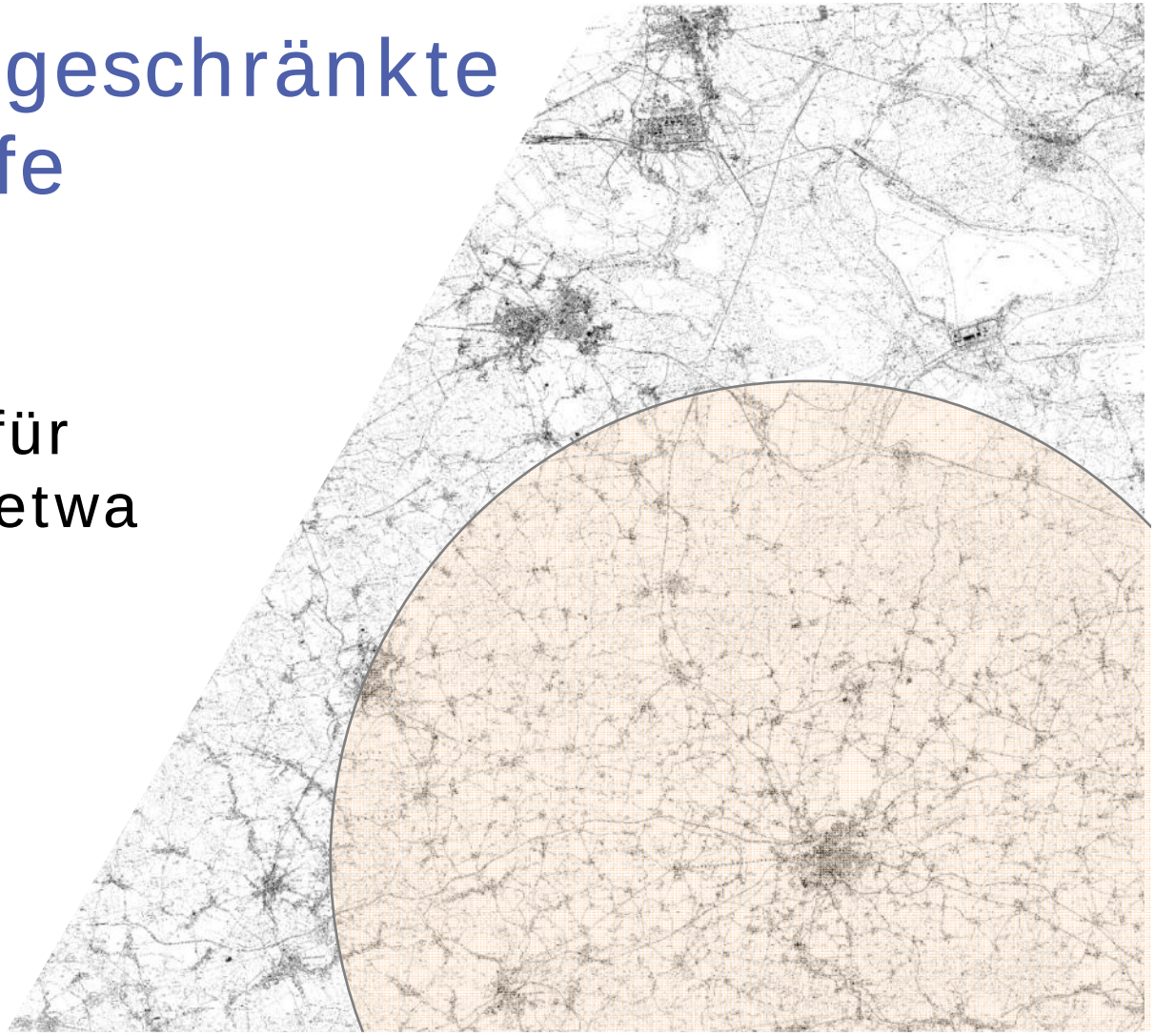
Zeitliche Disparitäten



Bandbreite möglicher Haushaltsentwicklungen bis 2050 in Ost- und Westdeutschland (jeweils ohne Berlin) nach Banse, Effenberger (2006)

Räumlich eingeschränkte Stoffkreisläufe

wirtschaftlicher Transportradius für RC-Material von etwa 20 km bis 25 km

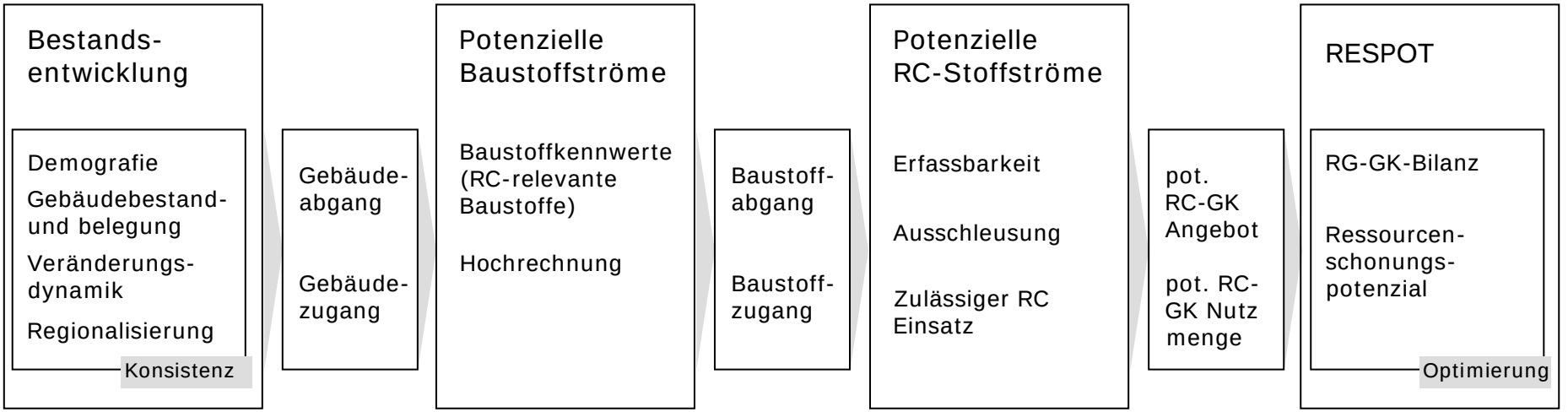


Systemgrenzen

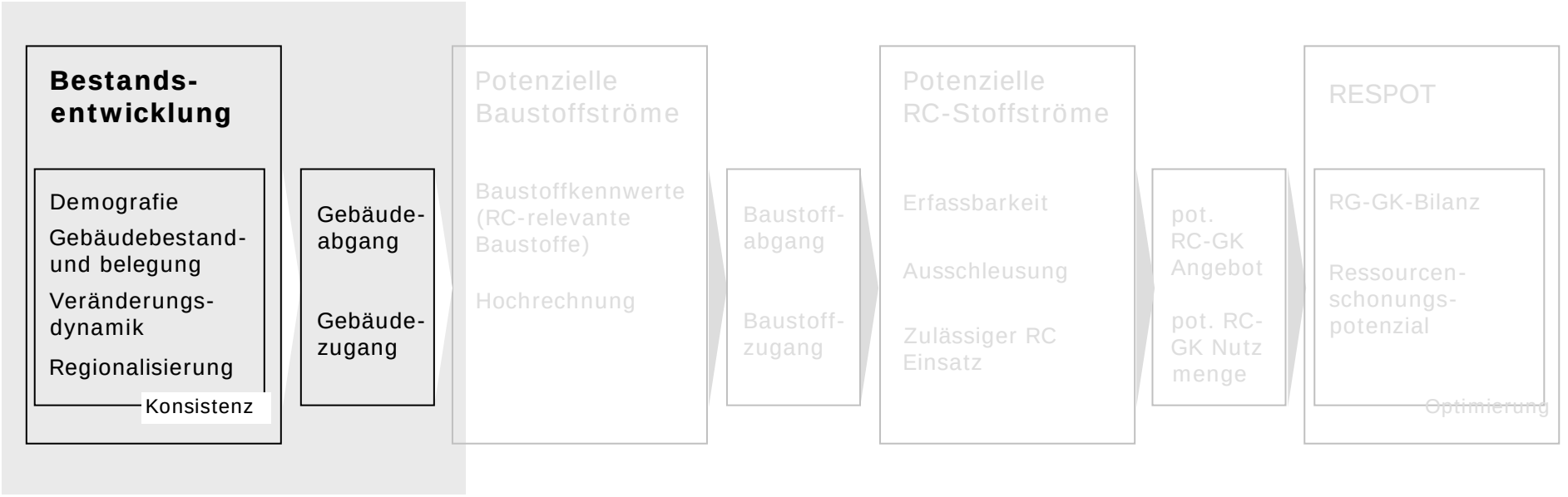
- „vom Hochbau in den Hochbau“
- Fokussierung auf die Materialfraktion der Gesteinskörnungen im Beton
- „recyclingrelevante“ Stofffraktionen
  - Baustoffabgang: Betone und Ziegel
  - Baustoffzugang: Betone
- Zeithorizont
  - Mittelfristig: 2020
  - Langfristig: 2050

Methodik

Modellansatz



Bestandsentwicklung

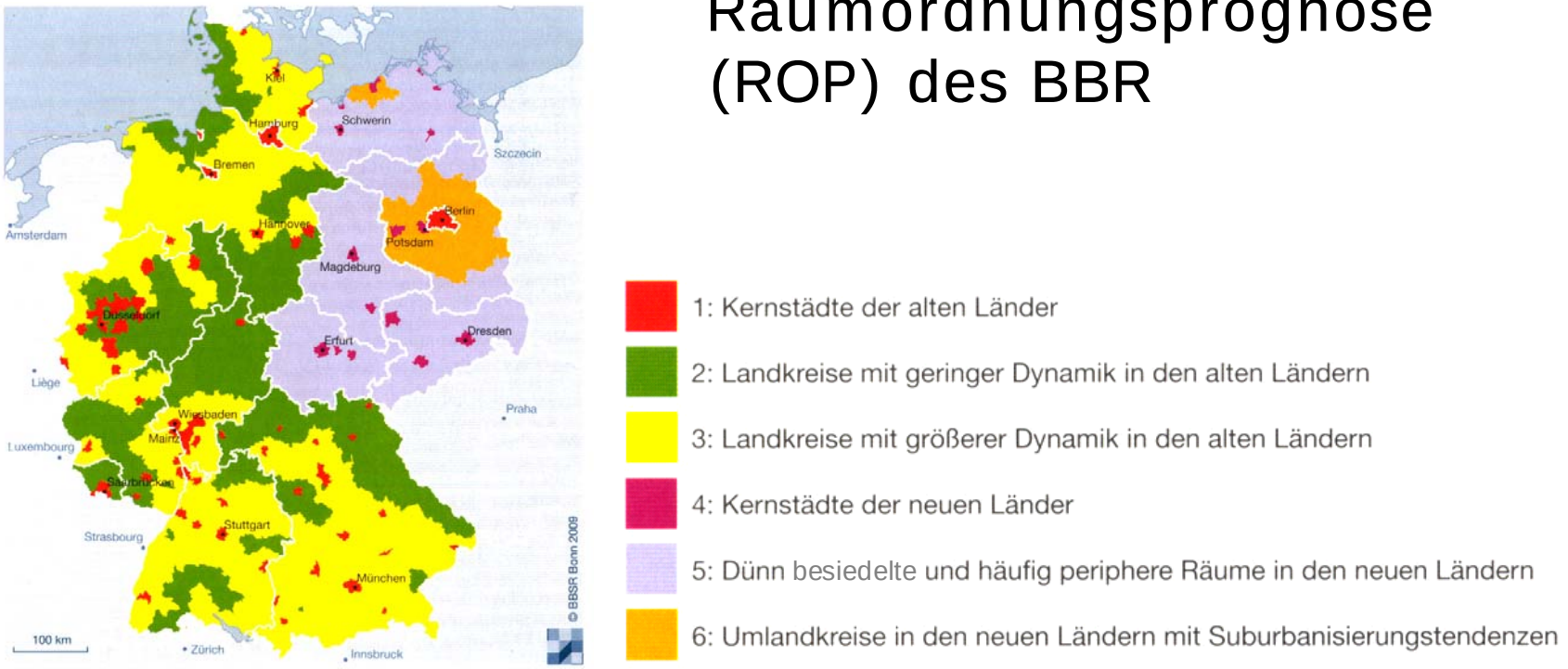


Ziel:

Regionalisierte Einschätzung zukünftiger Abgänge und Zugänge an Wohnungen und Gewerbegebäuden

Regionalisierung

- Mittelfristig (bis 2020): Raumtypen nach Raumordnungsprognose (ROP) des BBR



- Langfristig (bis 2050): Ost/West

Bestandsentwicklung - Grundlagen

- Vorausberechnungen der Wohnungsbestandsentwicklung von Banse und Effenberger bis 2050 (Wohnen); Ost/West

- Raumordnungsprognose (BBR) (Haushalte, Erwerbstätige, Neubaupotenzial Wohnen bis 2020); Kreise (2020) Ost/West (2050)

- Bautätigkeitsstatistik (Ex-Post-Analysen):

  Abrisstätigkeit Wohnen; Regierungspräsidien

  Baugeschehen (Zugang und Abgang) im Bereich Gewerbe (D)

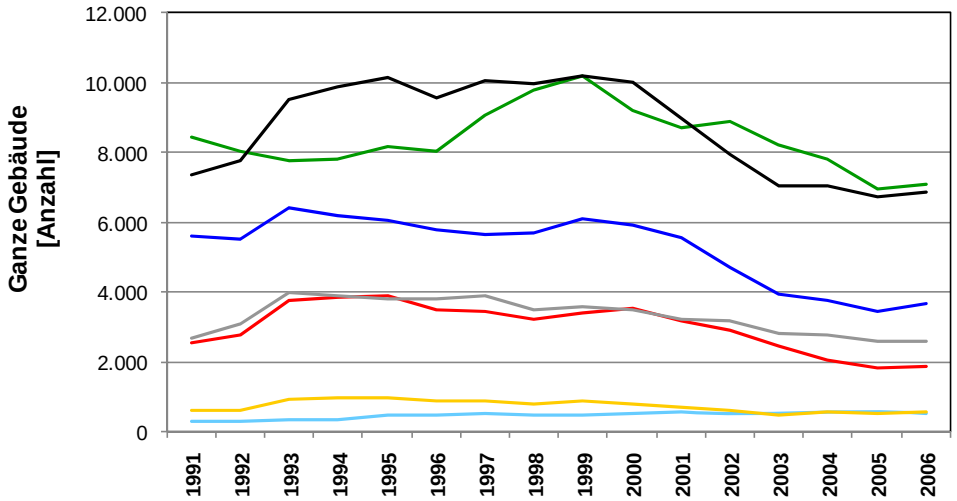
Mengengerüst Wohnen

Zukünftiger Wohnungszugang und Wohnungsabgang

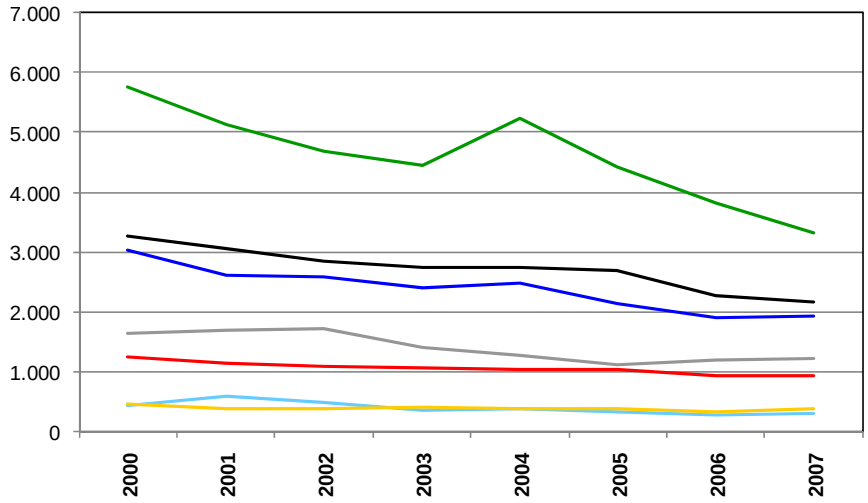
Jahr	Art der Bestandsveränderung	Tausend Wohnungen/Jahr					
		Westdeutschland und Berlin			Ostdeutschland (ohne Berlin)		
		Raumtyp 1	Raumtyp 2	Raumtyp 3	Raumtyp 4	Raumtyp 5	Raumtyp 6
2020	Zugang	51	25	111	3	9	5
	Abgang	23	10	31	11	35	4
2020	Zugang		187			17	
	Abgang		63			50	
2050	Zugang		94			13	
	Abgang		232			50	

Bestandsveränderungen Nichtwohngebäude

Baufertigstellungen



Bauabgänge

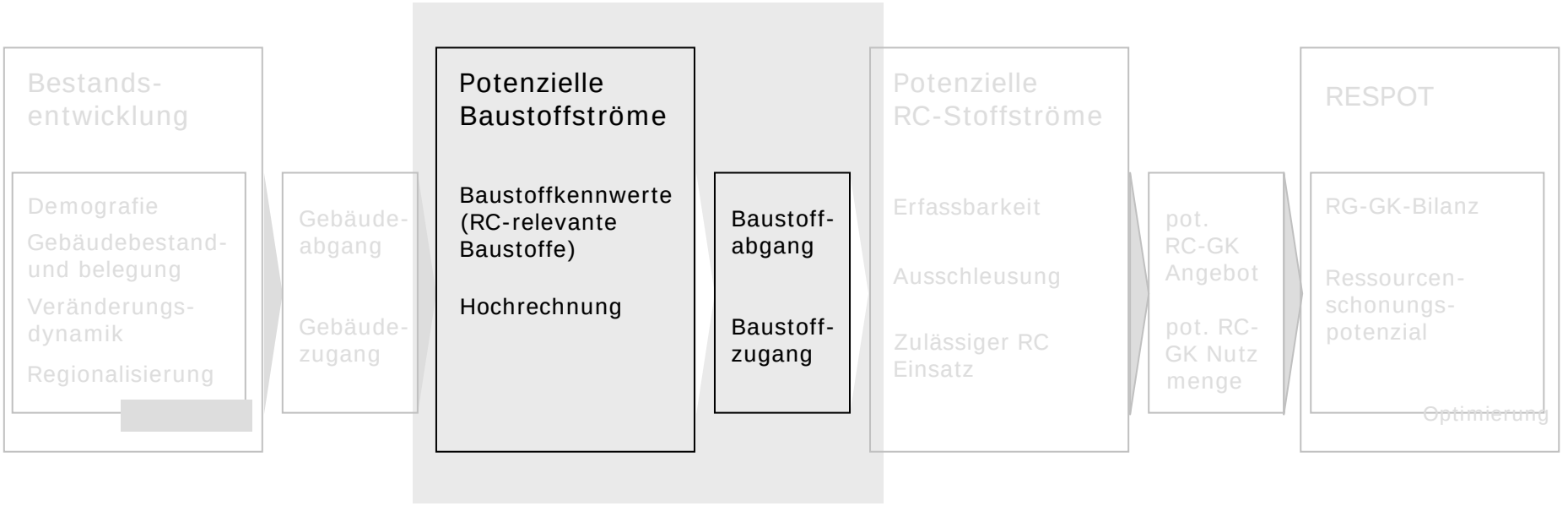


Mengengerüst Gewerbe

Gewerbegebäudezu- und abgang (Gebäude/Jahr))

Jahr	Art der Bestandsver-änderung	1000 Gebäude /Jahr					
		Westdeutschland und Berlin			Ostdeutschland (ohne Berlin)		
		Raumtyp 1	Raumtyp 2	Raumtyp 3	Raumtyp 4	Raumtyp 5	Raumtyp 6
2020	Zugang	8,8	5,7	16,5	0,8	3,4	0,7
	Abgang	4,0	2,6	7,4	0,4	1,5	0,3
2020	Zugang	31			5		
	Abgang	14			2		
2050	Zugang	23			3		
	Abgang	10			1		

Potenzielle Baustoffströme

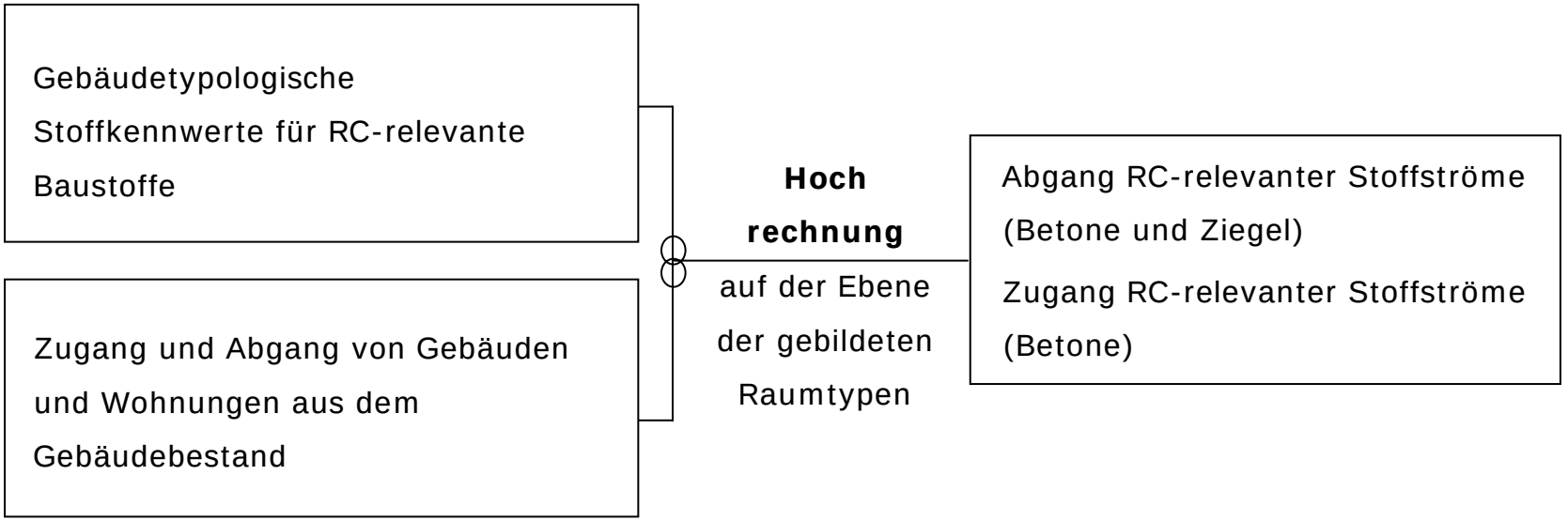


Ziel:

Transformation der geschätzten Gebäude- und Wohnungszu- und Abgänge in Baustoffmassenströme (recyclingrelevante Baustoffe)

Potenzielle Baustoffströme

Methodik:



Potenzielle Baustoffströme

Grundlagen:

- gebäudetypologische Baustoffkennwerte für Wohngebäudetypen aus Buchert et al. 1999 und 2004

- Datenanalysen (Bautätigkeitsstatistik und BKI-Datenbank) zur Beschreibung von Baustoffzusammensatzungen und Gebäudestrukturmerkmale von Gruhler und Böhm (2008 a und b)

Potenzielle Baustoffströme

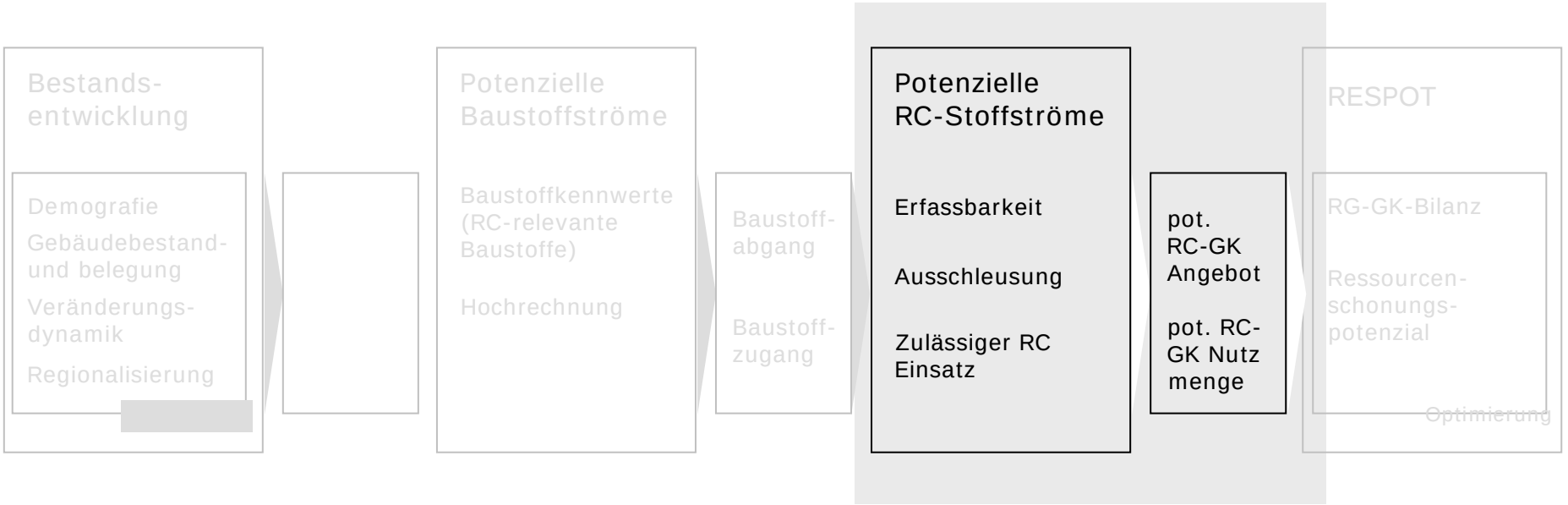
Bestands-Gebäudetyp (Wohnen)	Epoche	Gesamt Mg/WE	davon						
			Mineralisch	darin		Holz	Metall	Kunststoff	Sonst
				Betone	Ziegel				
EFH-1	bis 1918	334,09	313,21	73,42	124,83	16,78	1,06	0,17	2,87
EFH-2	1919 bis 1948	320,34	300,87	82,8	116,06	12,07	4,58	0,16	2,66
EFH-3	1949 bis 1968	305,81	290,86	141,68	4,38	7,95	3,89	0,17	2,94
EFH-4	1969 bis 1990	369,18	356,3	196,78	9,26	5,87	2,99	0,21	3,81
MFH-1	bis 1918	201,95	189,28	48,32	72,19	8,76	2,32	0,07	1,52
MFH-2	1919 bis 1948	187,63	176,05	44,6	67,66	8,02	2,13	0,07	1,36
MFH-3	1949 bis 1968	176,33	172,26	90,39	7,52	0,7	1,73	0,06	1,57
MFH-4	1969 bis 1990	211,96	206,27	130,1	6,21	0,35	2,41	0,06	2,87

Neubau-Gebäudetyp (Wohnen)	Gesamt Mg/WE	davon						
		Mineralisch	darin		Holz	Metall	Kunststoff	Sonst
			Betone*	Ziegel				
EZFH	290,4	271	168,7	19,03	12	3,3	0,8	3,3
MFH	214,9	208,5	123,4	13,89	1,7	3,1	0,2	1,4

Gewerbe - Gebäudetypen	Baustoff	
	Beton	Ziegel
	Mg/Geb.	Mg/Geb.
Anstaltsgebäude	954	954
Büro- und Verwaltungsgebäude	777	489
Landwirtschaftliche Betriebsgebäude	41	42
Fabrik- und Werkstättengebäude	474	196
Handels- und Lagergebäude	358	203
Hotels und Gaststätten	214	377

Gebäudetypenspezifische Baustoffkennwerte

Potenzielle RC-Stoffströme



Ziel:

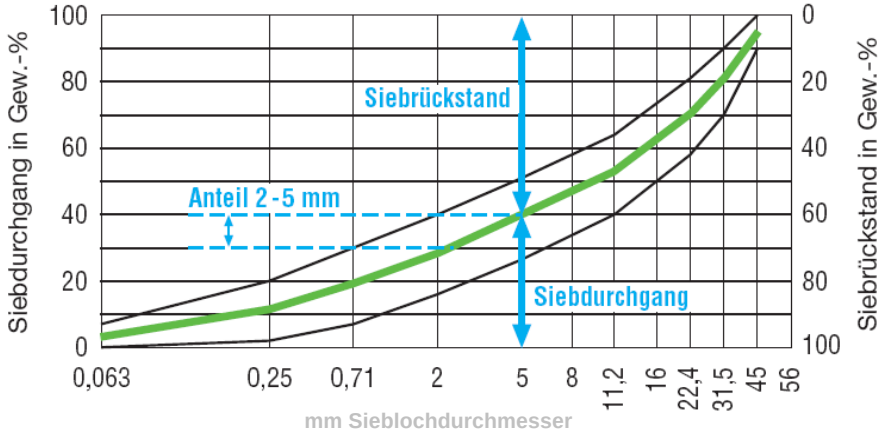
Schätzung der pot. Angebotsmenge sowie der pot. Nutzmengen („Nachfrage“) an Recycling-Gesteinskörnungen

Potenzielle RC-Stoffströme

Erkenntnisse / Annahmen (Lit. und Expertenworkshop)

Technik zur Erfassung und Aufbereitung ist soweit entwickelt dass nachfolgende Annahmen bezüglich technischer Obergrenzen der Erfassung, Ausschleusung RC-Material getroffen werden können:

Erfassbarkeit: erfassbarer Anteil an den recyclingrelevanten Fraktionen der Betone und Ziegel aus dem abgehenden Bauabfall	80%
Ausschleusung: Ausschleusungsquote an Feinkornanteilen	40%



Beispiel für die Korngrößenverteilung (Sieblinienverlauf) bei Betonbrechgut RB 0/45 mm

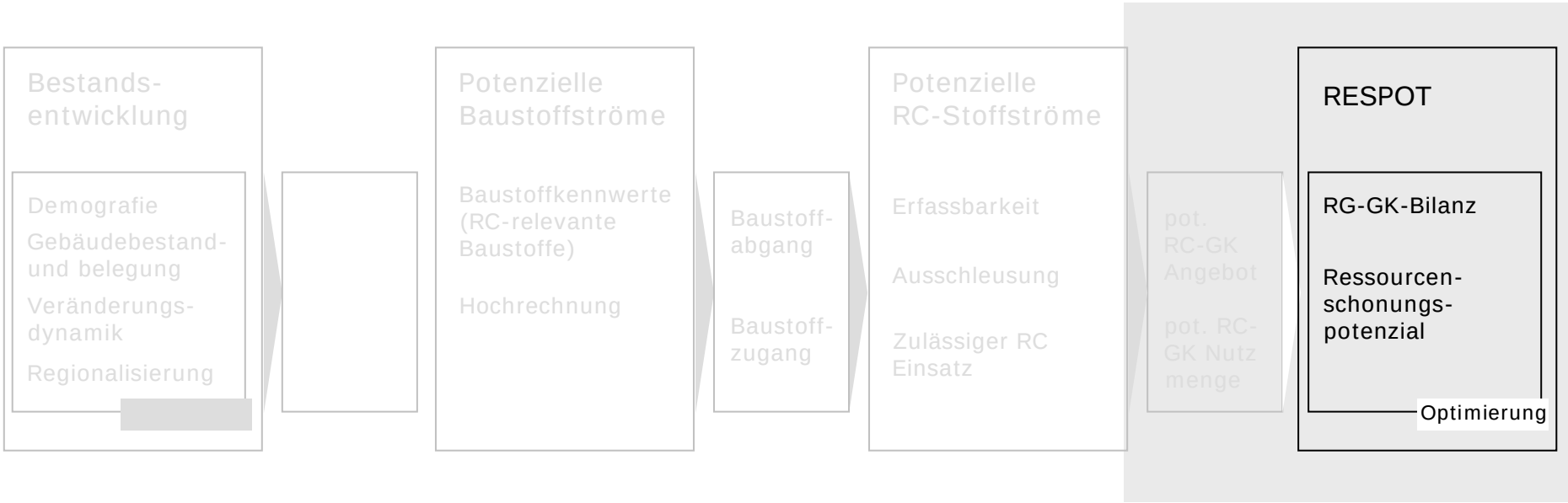
Potenzielle RC-Stoffströme

Erkenntnisse / Annahmen

Derzeit gültige Nomen / Vorschriften eröffnen einen weiten Spielraum des Einsatzes an RC Material, der derzeit kaum genutzt wird. Derzeit **maximal zulässige Beimischungsmengen** werden als Obergrenze angesetzt

Liefertypen: Mischungsverhältnisse beim Zusatz von Beton- bzw. Ziegelrecyklatstoff in Gesteinskörnungen zur Betonherstellung (Beton-RC-GK : Ziegel RC-GK)	Liefertyp L*: 100:0
	Liefertyp L1: 90:10
	Liefertyp L2: 70:30
Maximal zulässige **Beimischungsmenge** von RC-Gesteinskörnungen	Liefertyp L*: 45 Vol%
	Liefertyp L1: 45 Vol%
	Liefertyp L2: 35 Vol%

RESPOT



Ziel:

Bilanzierung von RC-Angebot und Nutzmenge zur Berechnung der im Hochbau substituierbaren Menge natürlicher Gesteinskörnungen

RESPOT

- Ressourcenschonungspotenzial (RESPOT):

  Volumen an Naturkies, auf dessen Einsatz bei der Betonerzeugung für den Hochbau **unter gegebenem „RC-Angebot“ und gegebener „RC-Nachfrage“** aufgrund der Substitution durch Rezyklatmaterial verzichtet werden kann

  Optimierung

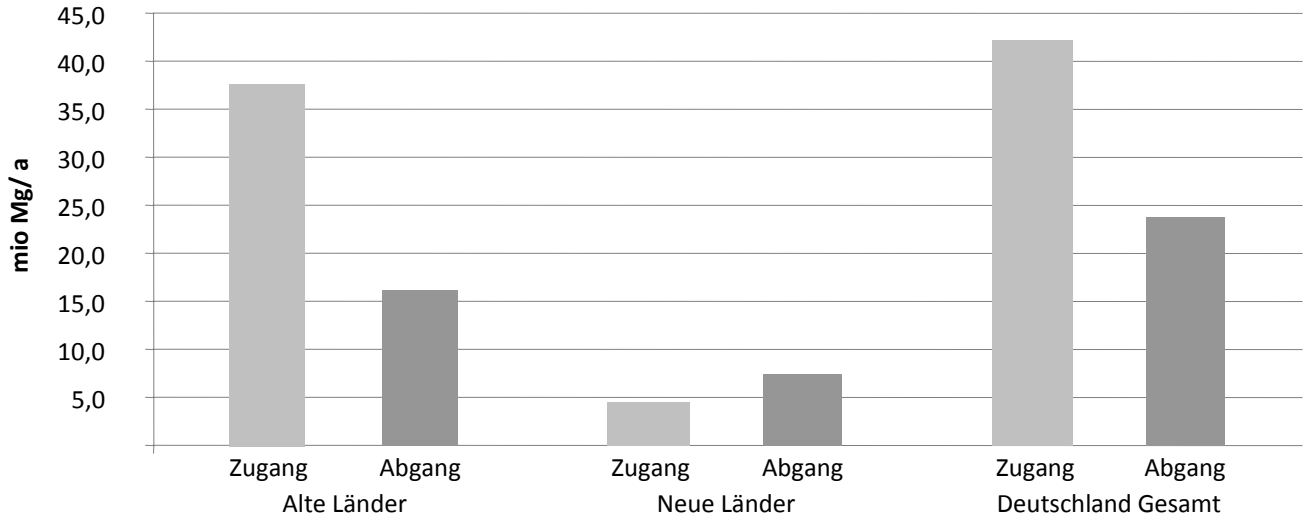
- Maximales technisches Substitutionspotenzial:

  Maximales Volumen an Naturkies, welches **bei gegebener „RC-Nachfrage“ unter der Annahme unbegrenztem „RC-Angebot“** erreicht werden könnte

  Referenzgröße

Modellrechnungen (Quantifizierung des Ressourcenschonungs-potenzials)

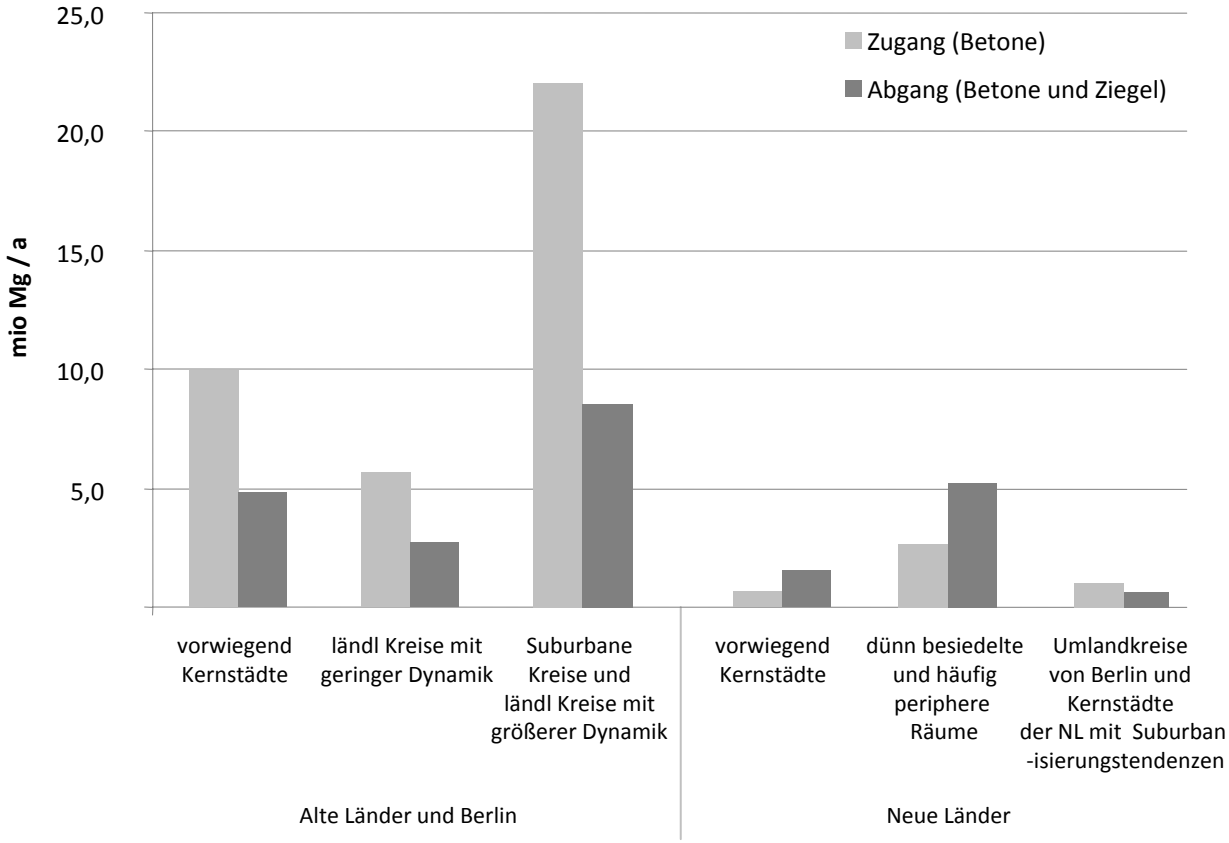
Baustoffströme (Ost/West – 2020)



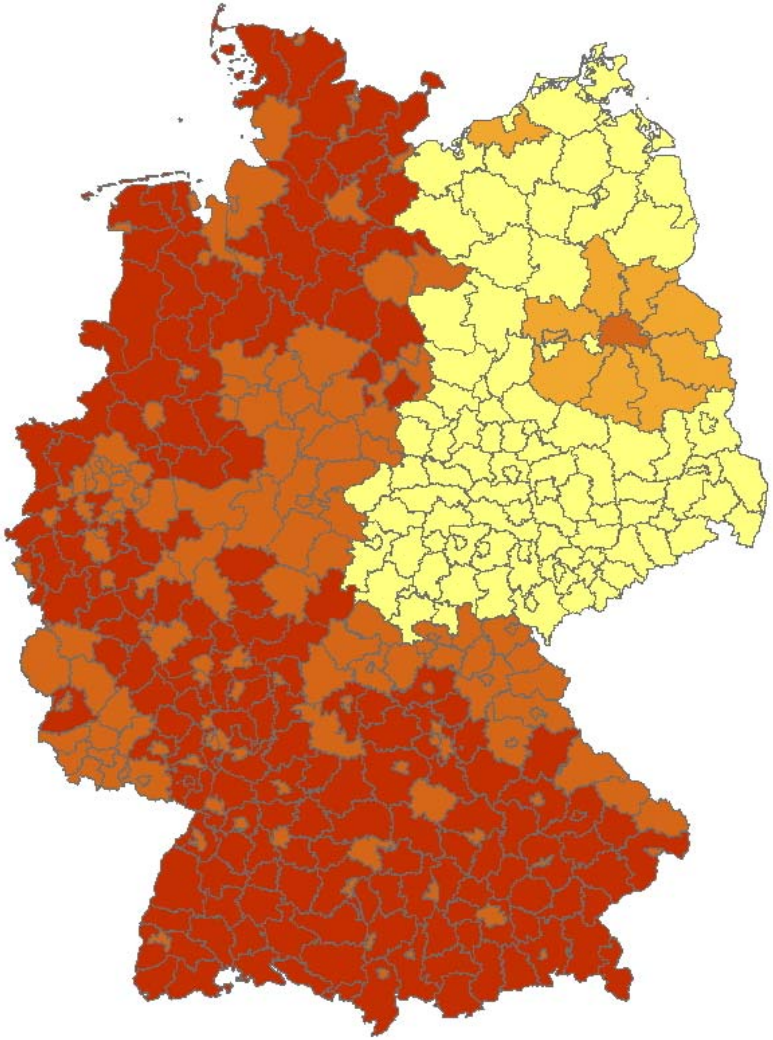
Zugang* und Abgang** recyclingrelevanter Baustoffe aus Bautätigkeit im Hochbau im Jahre 2020

*Betone; **Betone und Ziegel

Baustoffströme (Raumtypen 2020)



Baustoffströme



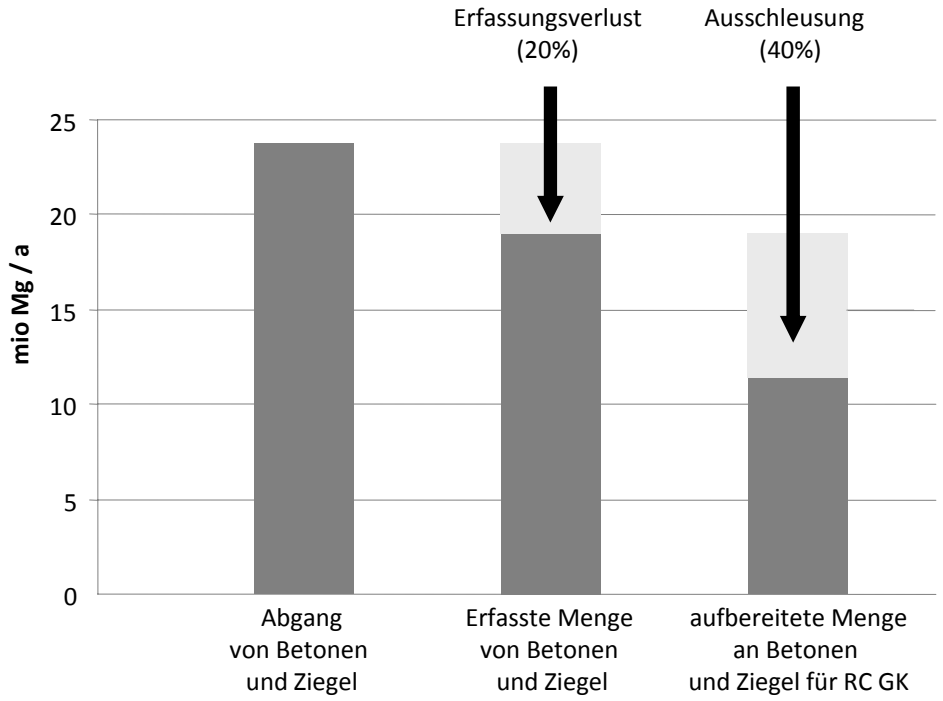
Bilanz aus Zugang zu Abgang recycling-relevanter Baustoffe aus Bautätigkeit im Hochbau (2020)

Zugang : Abgang an RC-relevanten Baustoffen

- 0,4-0,5 (RT 4 und RT5)
- 1,7 (Suburbanisierungskreise Ost – RT 6)
- 2-2,1 (vorw. Kenstädte, ländl. Kreise mit geringer Dynamik West – RT 1 und 2)
- 2,6 (Suburbane Kreise West - RT 3)

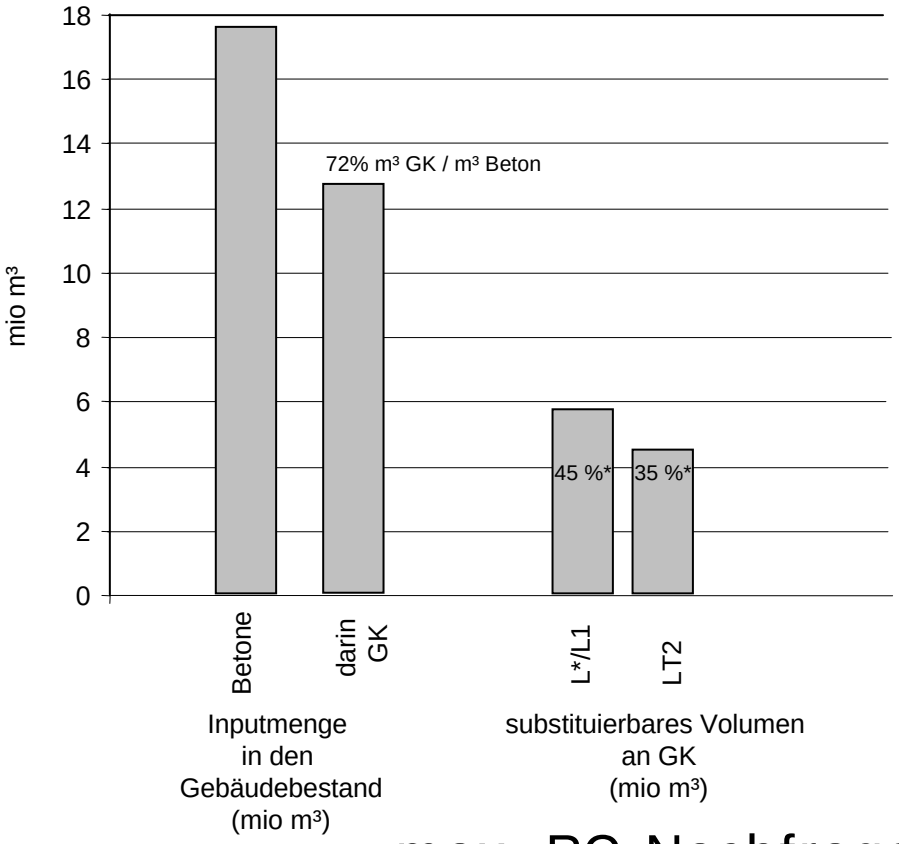
RC-Stoffströme - „max. RC-Angebot“

max. RC-Angebot
= 48%
des Baustoffabgangs



„max. RC-Angebot“
(Bereitstellungspotenzial)

RC-Stoffströme – „max. RC-Nutzmenge“



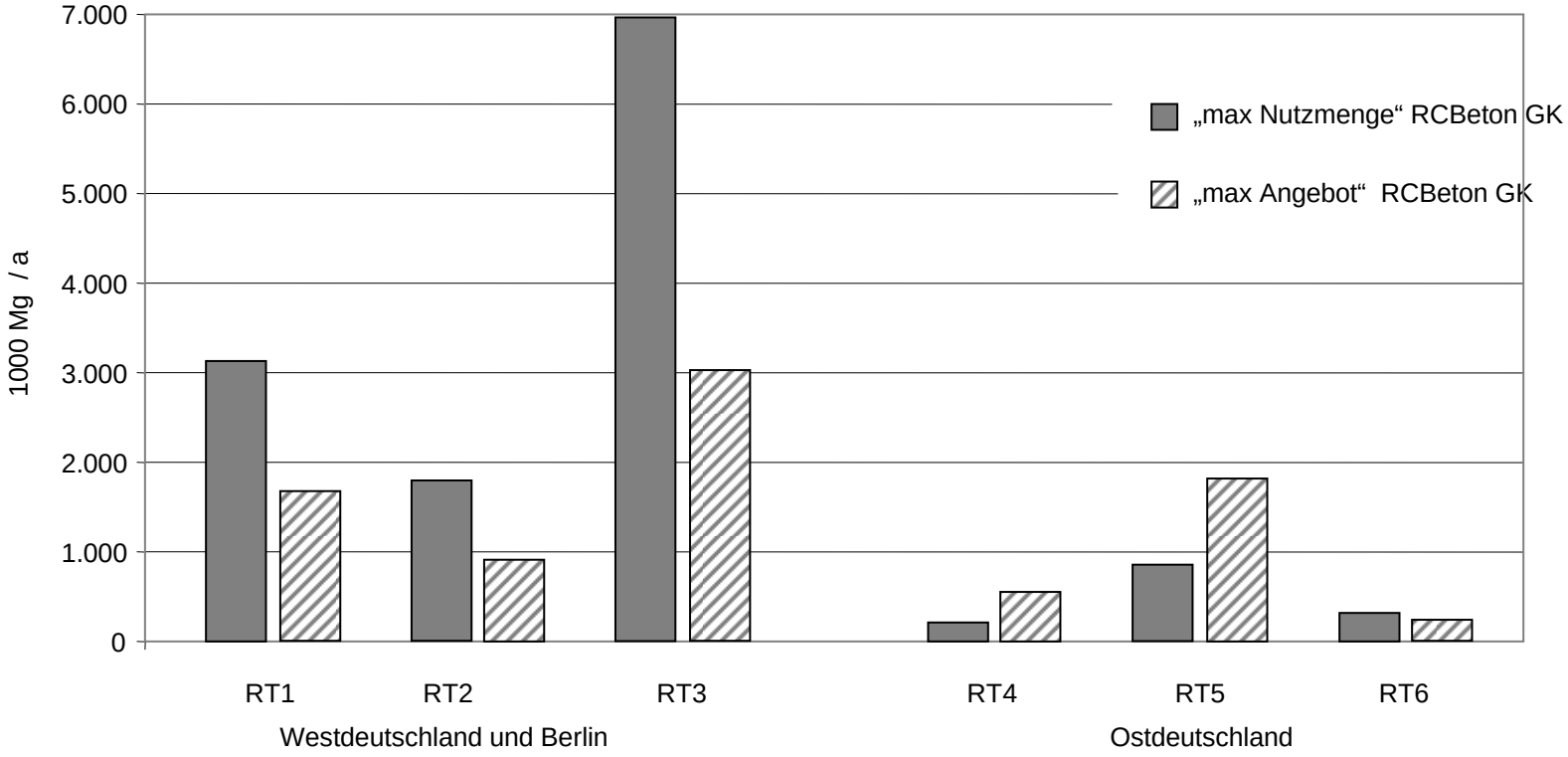
max. RC-Nutzmenge =
32% (L*, L1) bzw.
25% (L2)
des Volumens des Betonzugangs

„max. RC-Nachfrage“ (Substitutionspotenzial)

* m³RC GK / m³ GK

RESPOT

Bilanz aus „Angebot“ und „Nutzmenge“ nach RC-GK (2020) bei L* (45% Beimischung ausschließlich von RC-Beton-GK)



1: Kernstädte der alten Länder

2: Landkreise mit geringer Dynamik in den alten Ländern

3: Landkreise mit größerer Dynamik in den alten Ländern

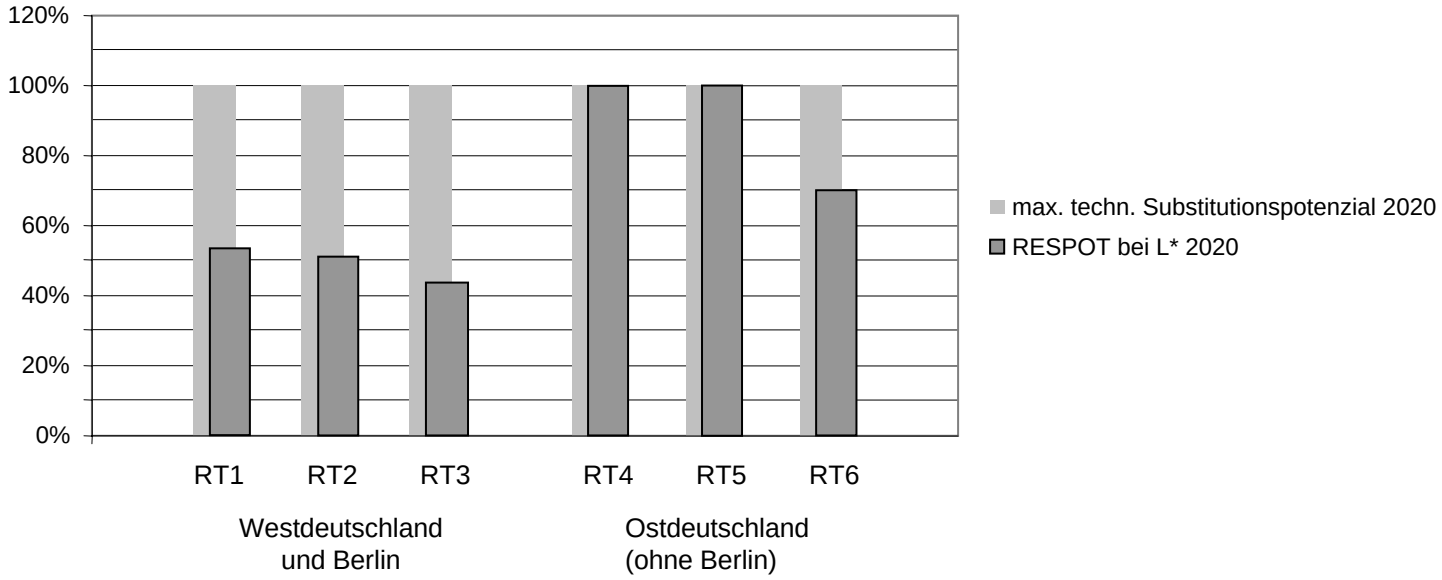
4: Kernstädte der neuen Länder

5: Dünn besiedelte und häufig periphere Räume in den neuen Ländern

6: Umlandkreise in den neuen Ländern mit Suburbanisierungstendenzen

RESPOT

RESPOT (2020)
bei L* (45% Beimischung ausschließlich von RC-Beton-GK)



1: Kernstädte der alten Länder

2: Landkreise mit geringer Dynamik in den alten Ländern

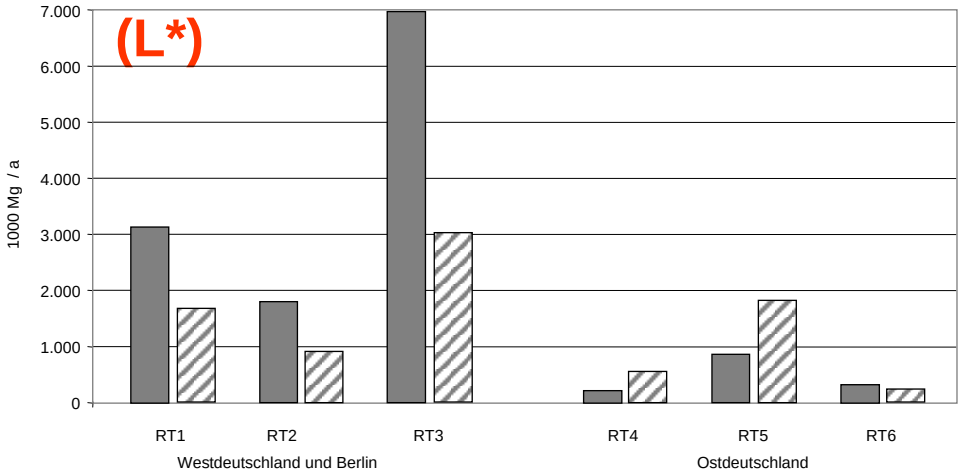
3: Landkreise mit größerer Dynamik in den alten Ländern

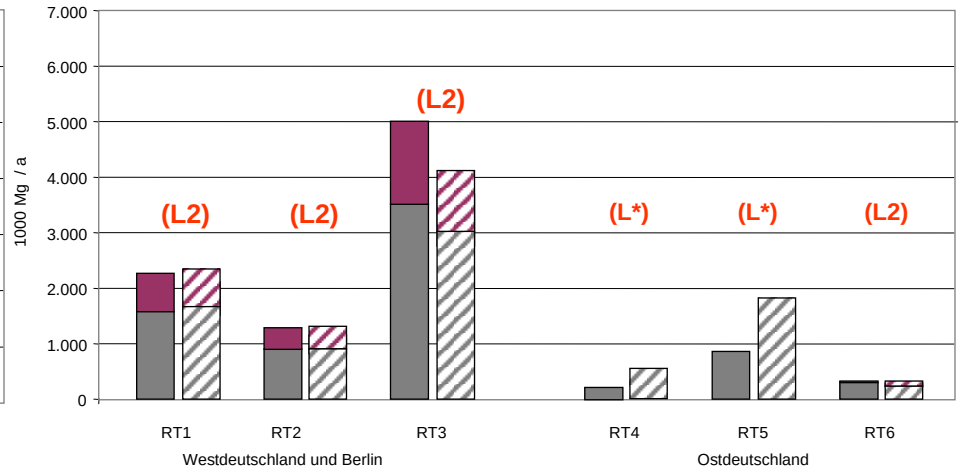
4: Kernstädte der neuen Länder

5: Dünn besiedelte und häufig periphere Räume in den neuen Ländern

6: Umlandkreise in den neuen Ländern mit Suburbanisierungstendenzen

Regionsangepasste „Rezepturen“ zur Optimierung des RESPOT





L* = 45 % Beimischung ausschließlich von RC-Beton GK

L2 = 35 % Beimischung von RC-Beton GK und RC-Ziegel GK im Verh. 70:30

und Berlin

- max Nutzmenge RC-GK-Ziegel
- max Nutzmenge RC-GK-Beton
- max. Angebot RC-GK-Ziegel
- max.. Angebot RC-GK-Beton

1: Kernstädte der alten Länder

2: Landkreise mit geringer Dynamik in den alten Ländern

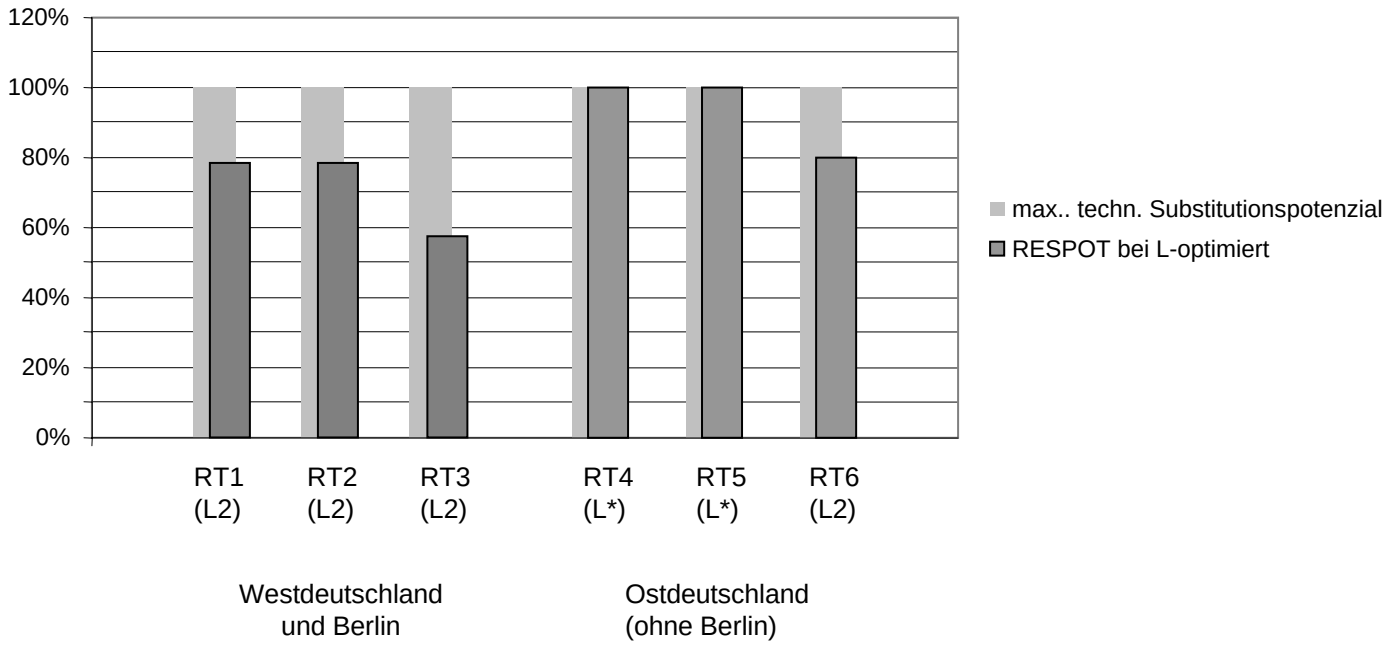
3: Landkreise mit größerer Dynamik in den alten Ländern

4: Kernstädte der neuen Länder

5: Dünn besiedelte und häufig periphere Räume in den neuen Ländern

6: Umlandkreise in den neuen Ländern mit Suburbanisierungstendenzen

RESPOT bei regionsangepassten Rezepturen



1: Kernstädte der alten Länder

2: Landkreise mit geringer Dynamik in den alten Ländern

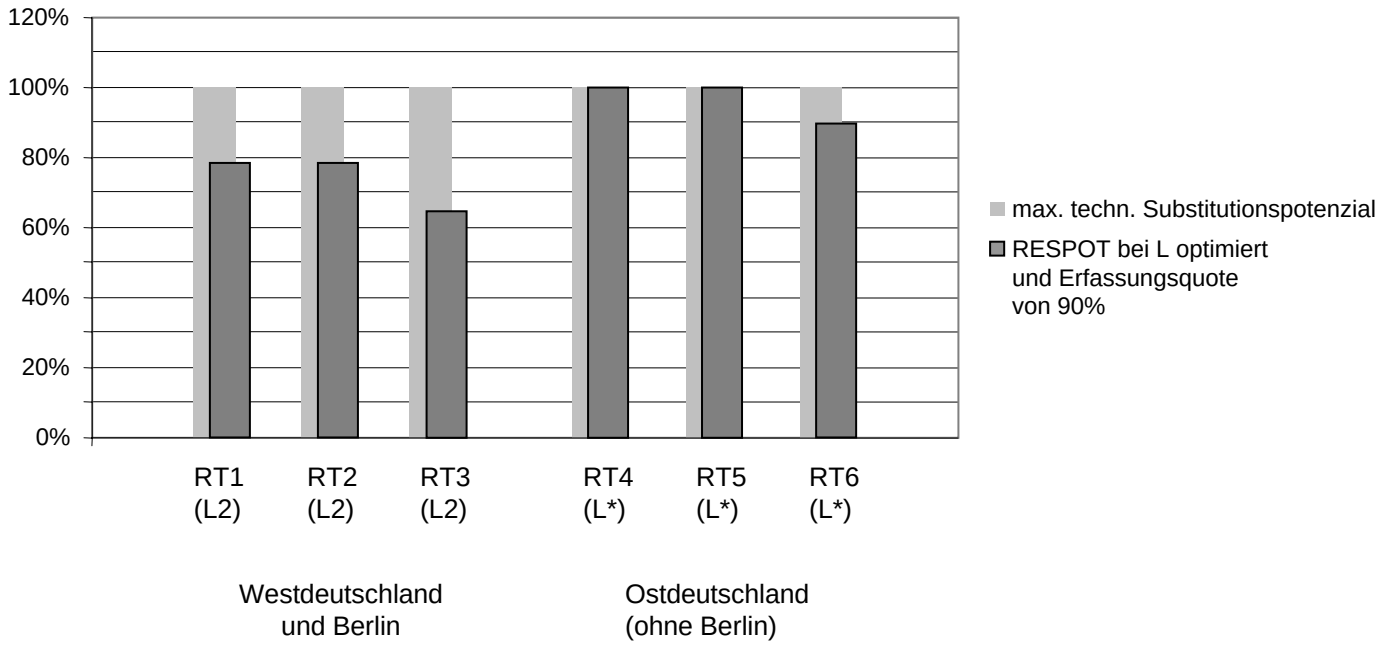
3: Landkreise mit größerer Dynamik in den alten Ländern

4: Kernstädte der neuen Länder

5: Dünn besiedelte und häufig periphere Räume in den neuen Ländern

6: Umlandkreise in den neuen Ländern mit Suburbanisierungstendenzen

Zusätzliche Erhöhung der Erfassungs-quote von 80% auf 90%



1: Kernstädte der alten Länder

2: Landkreise mit geringer Dynamik in den alten Ländern

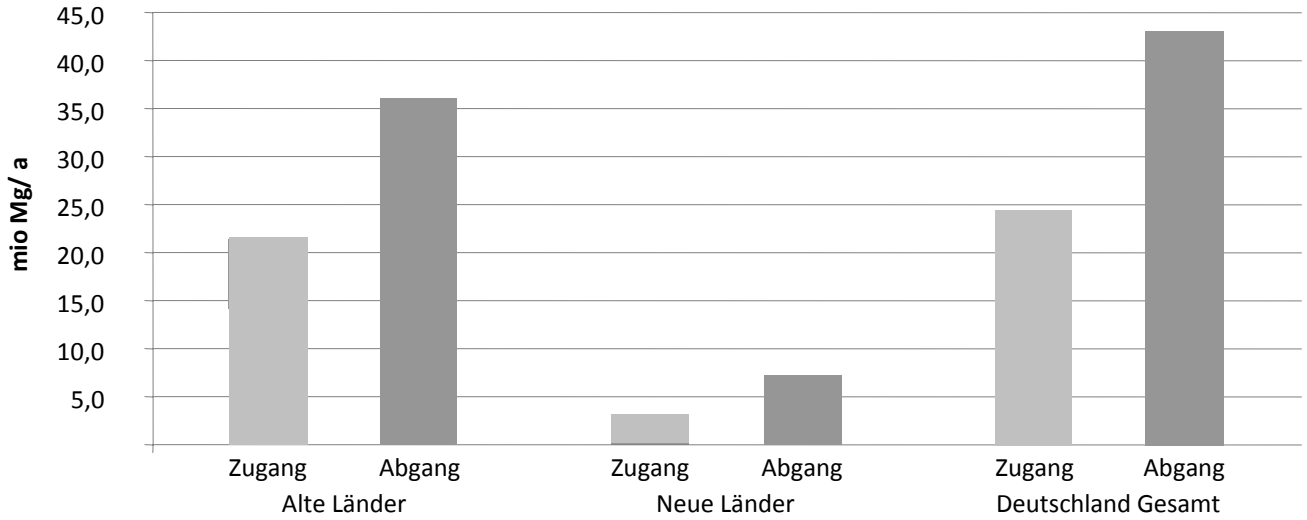
3: Landkreise mit größerer Dynamik in den alten Ländern

4: Kernstädte der neuen Länder

5: Dünn besiedelte und häufig periphere Räume in den neuen Ländern

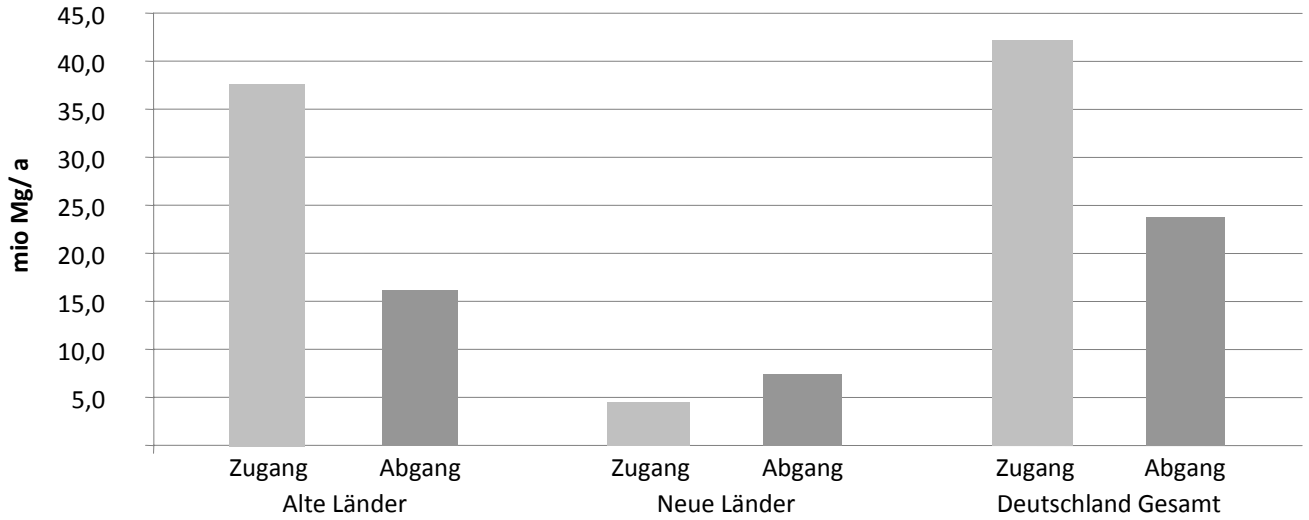
6: Umlandkreise in den neuen Ländern mit Suburbanisierungstendenzen

Langzeitperspektive (2050) Baustoffströme



Zugang und Abgang recyclingrelevanter Baustoffe aus Bautätigkeit im Hochbau im Jahre **2050**

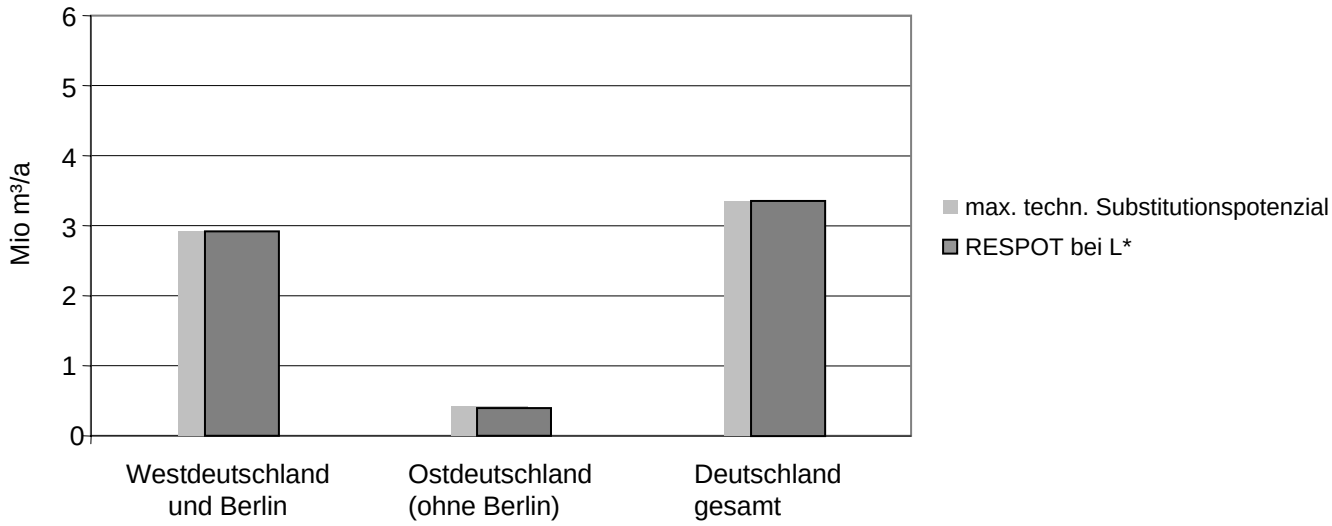
...im Vergleich 2020



Zugang und Abgang recyclingrelevanter Baustoffe aus Bautätigkeit im Hochbau im Jahre **2020**

Langzeitperspektive 2050 - RESPOT

RESPOT (**2050**) bei Liefertyp L* und 80% Erfassungsquote



RESPOT und „Überschuss“ bei Fokus auf „hochwertiges Recycling“; Mittel und Langfristbetrachtung

Mio. m³/a		West	Ost	D
RESPOT	2020	3,6	0,6	4,1
	2050	2,9	0,4	3,3
„Überschuss“	2020	0,5	1,3	1,8
	2050	5,0	1,2	6,9

Ergebniszusammenfassung

- Die vorgestellte Methodik ist tragfähig, um regionalspezifische Disparitäten zu erfassen

Mittelfristig (2020)

- 4,1 Mio m³/Jahr erreichbare Substitutionsmenge natürlicher GK durch hochwertiges Recyclings bei 1,8 Mio m³/Jahr „Überschuss“ an RC-GK

- „Angebot“ und „Nachfrage“ nach RC-Gesteinskörnungen (hochwertig) können regional sehr unterschiedlich ausgeprägt sein („Mangelregionen“ im Westen, „Überschuss“ im Osten)

- In der regional angepassten Anwendung von Gesteinskörnungs-Liefertypen liegen erhebliche Steigerungsoptionen des RESPOT

- Steigerung der Erfassungsquote über 80% hinaus hat vergleichsweise geringen Effekt auf RESPOT

Ergebniszusammenfassung

Langfristig (2050)

- 3,3 Mio m³/Jahr erreichbare Substitutionsmenge natürlicher GK durch hochwertiges Recyclings bei 6,9 Mio m³/Jahr „Überschuss“ an RC-GK
- „Überschuss“ in Ost und West
- Optimierung von Rezepturen treten in den Hintergrund, Suche nach alternativen Einsatzmöglichkeiten gewinnt an Bedeutung