

**Fachsymposium Stuttgart, 23. März 2015**



**Nachhaltigkeit und Ressourcenschutz in der Bauwirtschaft:  
R-Beton schliesst Stoffkreisläufe**

## **Themenkreis 1**

**«Kies für Generationen» - Optimierung des  
Baustoffmanagements im Raum Zürich**

**Energie- und Ressourcen-Management GmbH, Dr. Stefan Rubli**



Rückbau

# Dynamische Stadtentwicklung:



Sanierung



(Material-)Bewirtschaftung  
des Gebäudeparks und der  
Infrastruktur



→ Kies für Generationen

# Herausforderung

Wie bei der Exploration von Rohstoffvorkommen, müssen wir wissen, wie gross die nutzbaren Vorkommen sind.

# Ansatz

Bestimmung der Materiallager  
und Modellierung der  
Materiallager und -flüsse in  
Abhängigkeit von Szenarien.

# Ziel

Entwicklung und Umsetzung  
einer städtischen bzw. regionalen  
Ressourcenstrategie!

# Vom Modell zur Ressourcenstrategie



## Voraussetzungen:

- Informationen zu den Materiallagern und Materialflüssen.
- Informationen zur Bewirtschaftung des Bauwerks (z.B. Neubau-, Umbau- und Rückbauraten).

# Vom Modell zur Ressourcenstrategie



## Drei Schritte:

1. Statisches Modell zur Erhebung des Istzustandes
2. Simulation der langfristigen Entwicklung
3. Ausarbeitung der Ressourcenstrategie

# Vom Modell zur Ressourcenstrategie



## Charakterisierung Gebäudepark Stadt Zürich

Anzahl Gebäude: 55'000

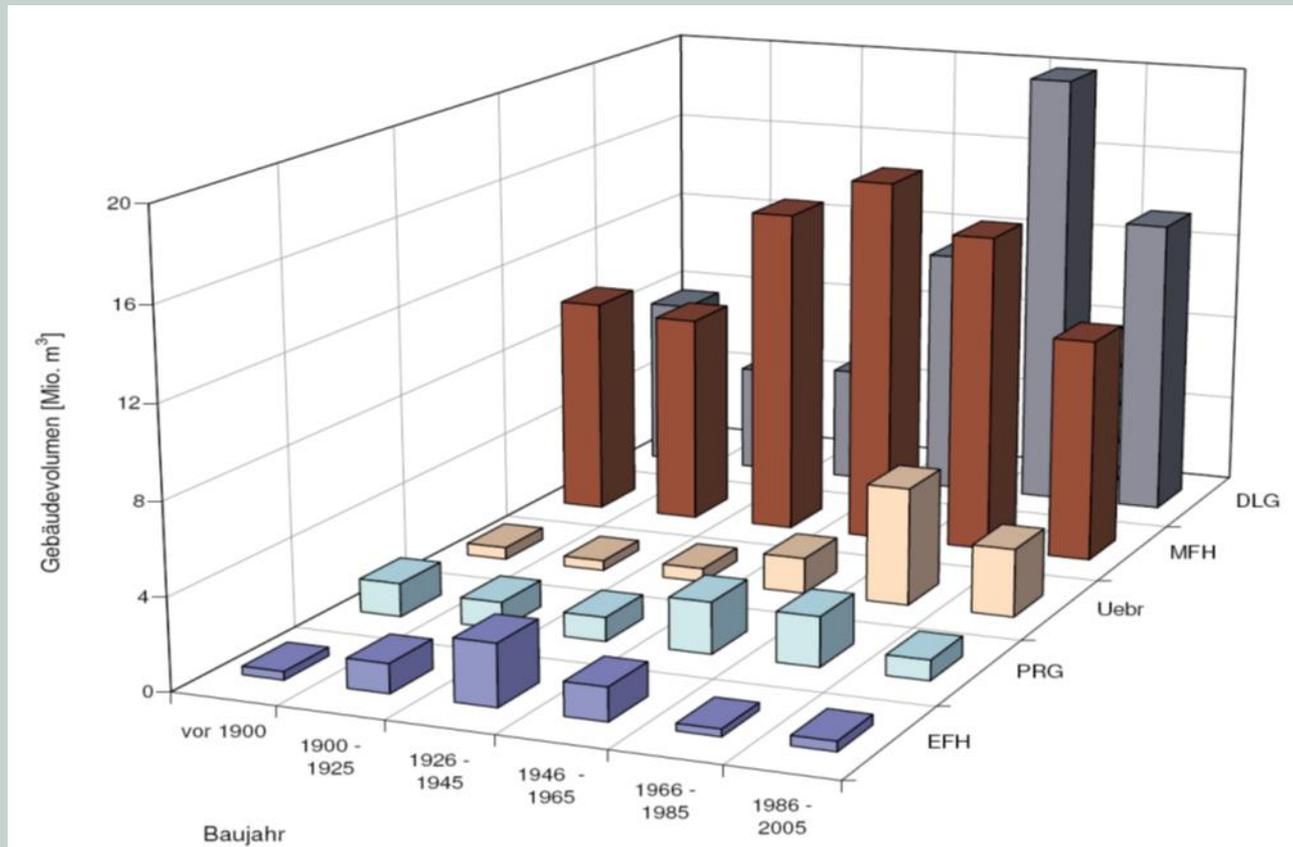
Gebäudealter Ø : 66 Jahre

Gebäudevolumen: 166 Mio. m<sup>3</sup>.

MFH (75 Mio. m<sup>3</sup>) und DLG (64 Mio. m<sup>3</sup>) beanspruchen  
80 % des Gebäudevolumens.

# Vom Modell zur Ressourcenstrategie

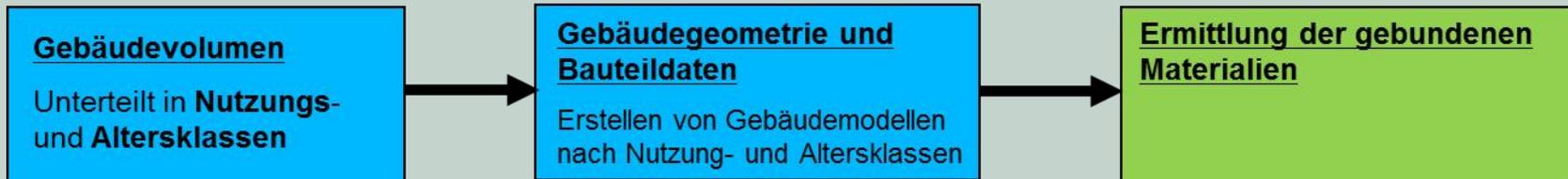
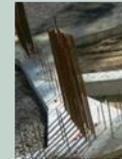
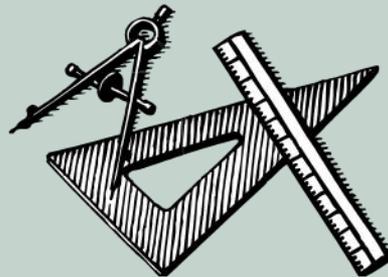
## Zusammensetzung Gebäudepark



DLG: Dienstleistungsgebäude  
MFH: Mehrfamilienhäuser  
Uebr: übrige Gebäude  
PRG: Produktionsgebäude  
EFH: Einfamilienhäuser

# Vom Modell zur Ressourcenstrategie

## Wie werden Materiallager/-flüsse abgeschätzt?



Jedes einzelne der 55'000 Gebäude wurde modelliert!

# Vom Modell zur Ressourcenstrategie

## Wie werden Materiallager/-flüsse abgeschätzt?



# Vom Modell zur Ressourcenstrategie

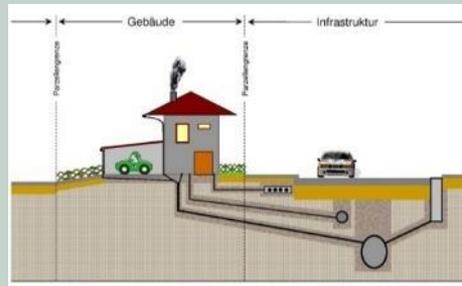


## Charakterisierung Infrastruktur

- 800 km Strassen, 1200 km Wege, 400 km Schiene
- Verkehrsflächen 20% der Landfläche (ohne Wald und Gewässer)
- 5000 km Infrastrukturnetze
- Erneuerungsrate: 1.8%

# Vom Modell zur Ressourcenstrategie

## Wie werden Materiallager-/flüsse abgeschätzt?



Strassen-  
/Leitungslängen

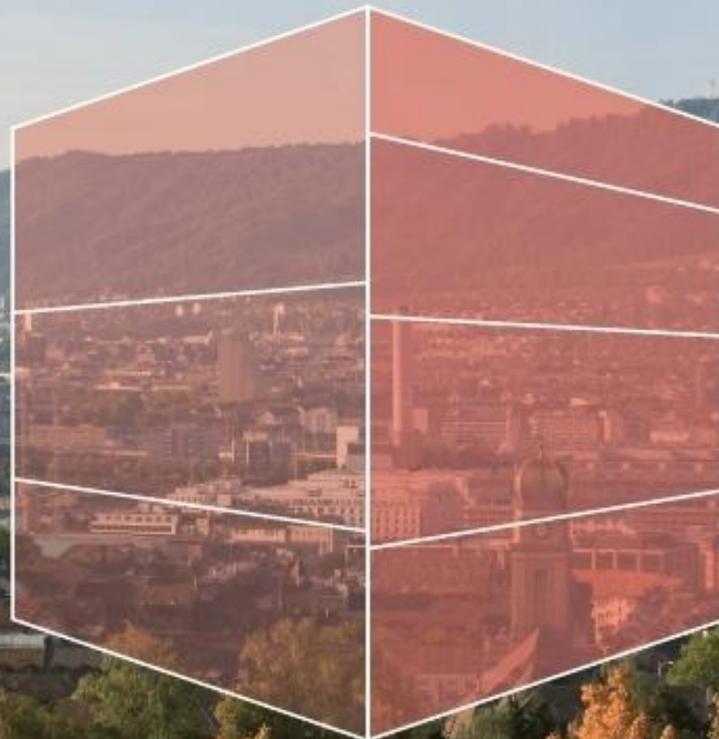
Strassen-/Leitungsprofile

Ermittlung der  
Materialmengen

Hoher Detaillierungsgrad!

# Istzustand 2005: Materiallager mineralische Baustoffe

- 100 Mio. Tonnen
- 250 Tonnen pro Einwohner
- Entspricht Würfel mit Kantenlänge von 380 m



Wohnbauten 37.8 %

Dienstleistungs-  
und übrige Gebäude 34.7 %

Infrastrukturanlagen 27.5 %

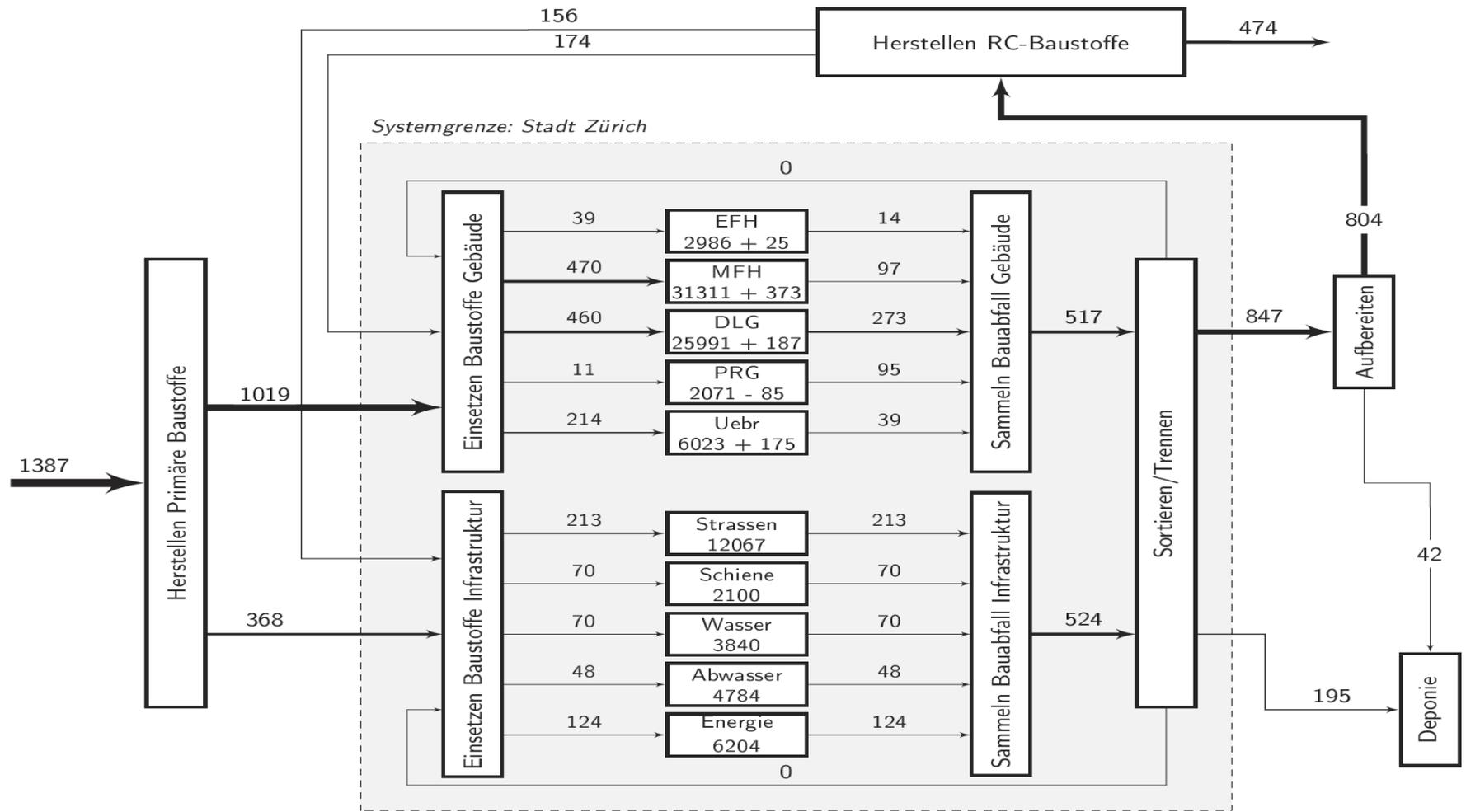
15.8 % Weitere mineralische  
Baustoffe

25.9 % Mauerwerk

31.6 % Beton

26.7 % Kies / Sand

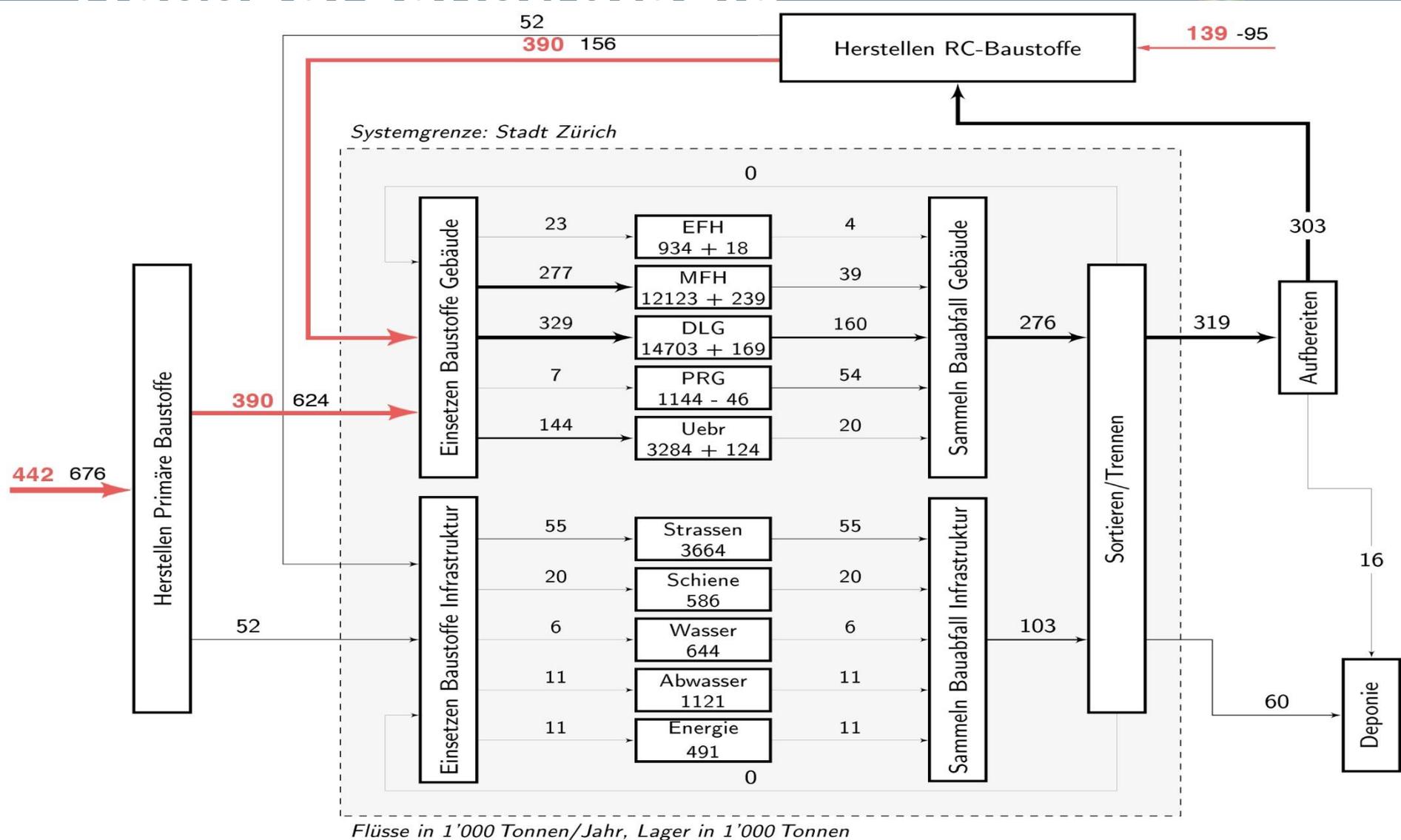
# Materialflüsse mineralische Baustoffe in der Stadt Zürich



Flüsse in 1'000 Tonnen/Jahr, Lager in 1'000 Tonnen

Total	ΣInput	Lager	ΔLager	ΣOutput
Gebäude	1193	68383	676	517
Infrastruktur	524	28994	0	524
<b>Total</b>	<b>1717</b>	<b>97377</b>	<b>676</b>	<b>1042</b>

# Betonflüsse in der Stadt Zürich: Wie verändern sich die Betonflüsse, wenn 50% des Betons für Gebäude mit RC-Beton erstellt würden.



# Vom Modell zur Ressourcenstrategie



## Dynamische Modellierung

### Entwicklungsszenarien zum Gebäudebestand

KONSTANT	Sanierungs- und Rückbauraten auf heutigem Niveau konstant.
SANIEREN	Sanierungsraten erhöhen sich bis 2050 stark.
ERSETZEN	Rückbauraten erhöhen sich bis 2050 stark.
KOMBINIERT	Sanierungs- und Rückbauraten erhöhen sich bis 2050.

# Vom Modell zur Ressourcenstrategie

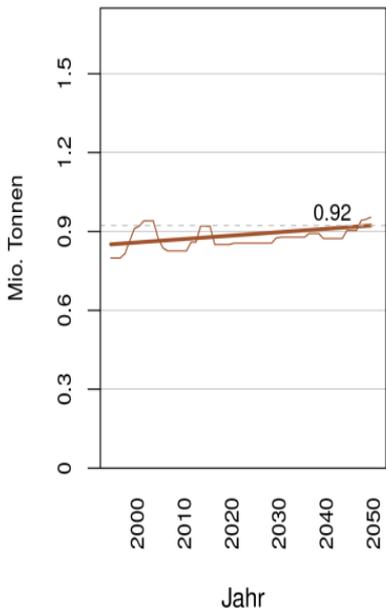


## Dynamische Modellierung

### Entwicklung Rückbaustoffflüsse bis 2050 in Mio. to

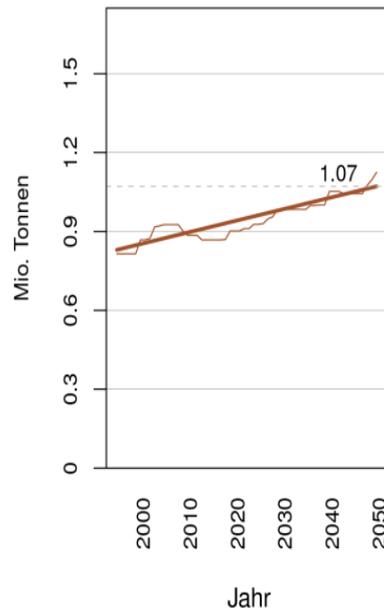
#### Szenario KONSTANT

Konstante Sanierungs- und Rückbauraten



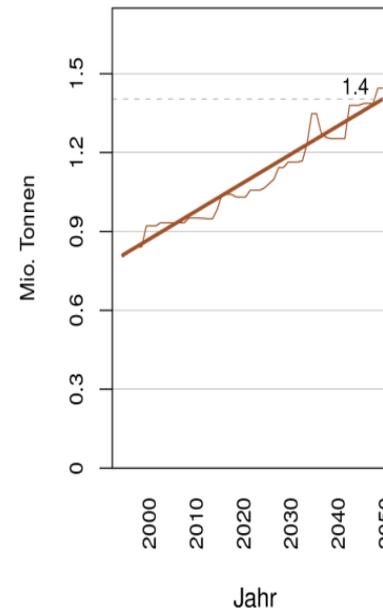
#### Szenario SANIEREN

Verstärkte Sanierungstätigkeit



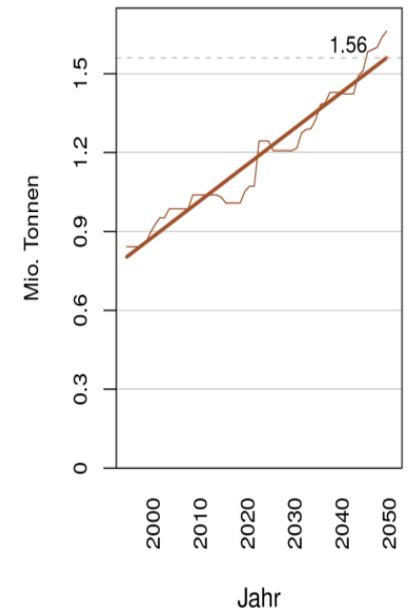
#### Szenario ERSETZEN

Verstärkte Rückbautätigkeit



#### Szenario KOMBINIERT

Verstärkte Sanierungs- und Rückbautätigkeit



# Vom Modell zur Ressourcenstrategie



## Fazit aus Modellierung

- Sollten die Szenarien ERSETZEN oder KOMBINIERT eintreffen, verdoppeln sich die Rückbaumaterialflüsse bis 2050 beinahe.
- Die Recyclingkapazitäten und Absatzmöglichkeiten müssten damit künftig stark ausgebaut werden.
- Massnahmen zur ressourceneffizienten Bewirtschaftung der Materialströme sind deshalb einzuleiten.

# Ressourcenstrategie Stadt Zürich

Zielsetzung	Massnahmen Stadt Zürich und weitere Akteure (Beispiele)
<b>Vorgaben Stadt Zürich</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Masterplan Umwelt</li><li>• Minergie-ECO (städtische Bauten)</li></ul>
<b>Städtische Bauvorhaben</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hochbau: Optimierung Rückbau/Aushub, Einsatz RC-Beton</li><li>• Tiefbau: Max. Anteil RC-Materialien gemäss Stand der Technik</li></ul>
<b>Studien- und Pilotprojekte</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mitwirkung in Forschungsprojekte</li><li>• Pilotprojekte (z.B. SH Im Birch, WS Werdwies, Stadion Letzigrund)</li></ul>
<b>Normen und Standards</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nachhaltiges Bauen: Bedingungen für Werkleistungen (Hochbau)</li><li>• KBOB 2007/2 "Beton aus recycelter Gesteinskörnung"</li><li>• SIA-Merkblatt 2030 "Recyclingbeton"</li></ul>
<b>Aus- und Weiterbildung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mitwirkung an Veranstaltungen, Weiterbildungen usw. (Minergie-ECO, TFB, Sanu usw.)</li></ul>
<b>Kooperation stadtintern und extern</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Koordination zwischen städtischen Hoch- und Tiefbauämtern zur Förderung RC-Gesteinskörnung</li><li>• Mitwirkung bei „Kies für Generationen“ eine Plattform getragen von Umweltämtern, Verbänden und Bauindustrie</li></ul>

# Ressourcenstrategie Stadt Zürich

## Leitsätze

- Der Anteil von Recyclingbaustoffen muss wesentlich erhöht werden.
- Der Einsatz in gebundener Form hat Priorität gegenüber dem Einbau in loser Form.
- Deshalb ist die Qualität der Recyclingprodukte weiter zu verbessern.

# Qualitätssicherung im Rückbau

## Ausschreibung – Ökologische Kriterien:

Kriterien	Bemerkungen
Transparenz des Entsorgungskonzepts	Sind die angegebenen Entsorgungs- und Verwertungswege nachvollziehbar? Muldenkonzept auf der Baustelle?
Qualität des Entsorgungskonzepts	Wie hoch sind die Verwertungsanteile pro Fraktion? Wie werden die Materialien verwertet? Was sind die Anwendungen der RC-Produkte?
Transportdistanzen	Distanzen zu den Verwertungs- und Entsorgungsplätzen? Evtl. Potenzial von Rückfahren?
Fahrzeuge	Welche Fahrzeuge werden eingesetzt? Kapazitäten? Welche EURO-Norm haben die Fahrzeuge? Verwendung von schwefelarmen Dieseltreibstoffen oder Biodiesel? Partikelfilter vorhanden oder nicht?
Umwelt- und Qualitätsmanagement	Zertifizierung (ISO 9001 und 14001) Mitgliedschaft in Verbänden (FSKB, ARV usw.)
Controlling	Ist der Unternehmer gewillt, mit dem externen Beauftragten zusammenzuarbeiten, die Daten korrekt zu erheben und in Excel-Tabellen einzutragen?

# Qualitätssicherung im Rückbau

## Benchmarks bei Rückbau und Entsorgung:

Umweltparameter	Art des Bauvorhabens	Benchmark
Verwertungsquote	bei Rückbauten bei Sanierungen	> 90 % > 75 %
Durchschnittliche Transportdistanzen (Einweg)	Rückbauten und Sanierungen	< 20 km
Spezifische CO <sub>2</sub> -Emissionen pro Tonne Bauabfall	Rückbauten Sanierungen	< 1'500 g/t < 3'000 g/t
Spezifischer Endenergieverbrauch pro Tonne Bauabfall	Rückbauten Sanierungen	< 20 MJ/t < 40 MJ/t

**Bezogen auf Transporte!**

# Qualitätssicherung im Rückbau

Besuche auf der Baustelle während der Rückbauphase:  
Beispiel Pflegezentrum Witikon















# Qualitätssicherung im Rückbau

## Erfassungstabellen: Controlling PZ Witikon

Materialeffassung: Humus, Aushub, Betonabbruch, Mischabbruch, Asphalt, Inertstoffe, Holz, brennbares Material, Eisen, Alu, Kupfer, Sonderabfälle (z.B. Eternitplatten), usw.

Transporterfassung: Abladeorte, Distanzen von PZ Witikon nach Abladeort

Das File wird jeweils alle zwei Wochen der Energie- und Ressourcen-Management GmbH gemailt ==> [rubli@energie-ressourcen.ch](mailto:rubli@energie-ressourcen.ch)

Auskunft: Dr. Stefan Rubli, Energie- und Ressourcen-Management GmbH, Alter Zürichweg 21, 8952 Schlieren, Tel. 044 371 40 90 Fax: 044 371 40 04 Natel: 079 541 38 89

Datum	Fuhrschein.Nr	Materialkategorie	Muldentyp	Materialvol.	Materialtransport				Entsorgung / Verwertung			Volumen [m3]	Gewicht [k]	Bemerkungen
					[m3]	Kontrollsch	Fuhrhalter	LKW-Typ	Euro-Nr	Lieferort	--> [km]			
23.05.2012	4-274947	Altholz Beschichtet	Abrollmulde	36	AG369479	Bär	4-Achser Hacken	4	Richi	18	515657	36	8660	Inneneinrichtung
23.05.2012	4-275297	Sperrgut	Welacki	12	ZH163435	Scacchi H.	4-Achser Welacki	4	Hartwald	17.6	61009	12	2220	Teppich
23.05.2012	44-292091	Altholz Beschichtet	Abrollmulde	36	FahrzNr 8335	Olcey Hakki	4-Achser Hacken	4	Hartwald	17.6	61986	36	8380	Inneneinrichtung
04.06.2012	44-300174	Sperrgut	Welacki	12	ZH163475	Britschgi andre	4-Achser Welacki	4	Hartwald	17.6	64266	12	2340	Teppich
04.06.2012	44-300330	Altholz Beschichtet	Abrollmulde	36	AG369479	Bär	4-Achser Hacken	4	Hartwald	17.6	63924	36	8060	Inneneinrichtung
07.06.2012	44-289354	Altholz Beschichtet	Abrollmulde	36	ZH518178	De LeeuwePhili	4-Achser Hacken	4	Hartwald	17.6	65989	36	7360	Inneneinrichtung
11.06.2012	44-300348	Altholz Beschichtet	Abrollmulde	36	AG369479	Bär	4-Achser Hacken	4	Hartwald	19	66999	36	8700	Inneneinrichtung
13.06.2012	44-292111	Altholz Beschichtet	Abrollmulde	36	AG369479	Bär	4-Achser Hacken	4	Hartwald	19	68227	36	7980	Inneneinrichtung
13.06.2012	44-300197	Sperrgut	Welacki	12	ZH163435	Britschgi Andre	4-Achser Welacki	4	Hartwald	17.6	68243	12	3000	Teppich
15.06.2012	44-292122	Sperrgut unsort.	Abrollmulde	36	AG369479	Bär	4-Achser Hacken	4	Hartwald	19	69677	36	5440	Inneneinrichtung
28.06.2012	44-292318	Sperrgut unsort.	Welacki	12	ZH163435	Dragan Ristic	4-Achser Welacki	4	Hartwald	17.6	75617	12	1220	Inneneinrichtung
29.06.2012	44-288888	Leichtisen	Abrollmulde	18	Nr. 8335	Olcey Hakki	4-Achser Hacken	4	Hartwald	17.6	76076	18	1040	Türrahmen
29.06.2012	44-288889	Altholz beschichtet	Abrollmulde	36	Nr. 8335	Olcey Hakki	4-Achser Hacken	4	Hartwald	17.6	Waag. 0108606	36	8960	Inneneinrichtung
03.07.2012	44-279593	Leichtisen	Abrollmulde	20	AG303399		4-Achser Hacken	4	Hartwald	17.6	77339	20	2220	Türrahmen
06.07.2012	44-295612	Sperrgut unsort.	Welacki	12	Nr. 8361	Dragan Ristic	4-Achser Welacki	4	Hartwald	17.6	79254	12	3960	Inneneinrichtung
09.07.2012	44-279415	Altholz beschichtet	Abrollmulde	30	AG369479	Bär	4-Achser Hacken	4	Hartwald	19	79819	30	7060	Inneneinrichtung
09.07.2012	44-279419	Sperrgut brennbar	Welacki	12	ZH163435	Dragan Ristic	4-Achser Welacki	4	Hartwald	17.6		12	2660	Bodenbeläge
17.07.2012	44-299892	Leichtisen	Abrollmulde	36	Nr. 8335	Olcey Hakki	4-Achser Haken	4	Hartwald	17.6	84257	36	5860	Türrahmen
17.07.2012	44-298351	Sperrgut unsort.	Welacki	12	ZH163435	Dragan Ristic	4-Achser Welacki	4	Hartwald	17.6	83903	12	1360	Inneneinrichtung
17.07.2012	44-298352	Innert	Welacki	5	ZH163435	Dragan Ristic	4-Achser Welacki	4	Hartwald	17.6	84046	5	2520	Keramik
17.07.2012	44-298353	Gips	Welacki	5	ZH163435	Dragan Ristic	4-Achser Welacki	4	Hartwald	17.6	84198	5	1520	Wände u. Putz
24.07.2012	44-295692	Altbeton	Welacki	10	AG16364		4-Achser Welacki	4	Hartwald	17.6		10	13600	Estrich
25.07.2012	44-295698	Mischabbr. sauber	Welacki	10	AG16364		4-Achser Welacki	4	Hartwald	16		10	13100	Wand

# Qualitätssicherung beim Einsatz von RC-Beton



Warum wird die stofflichen Zusammensetzung des RC-Betons überprüft?

- Kontrolle ob das geliefert wird, was bestellt wurde.
- Qualitätskontrolle betreffend der stofflichen Zusammensetzung.

Classic 1200  
VÖGTLI S.p.A.









# Qualitätssicherung beim Einsatz von RC-Beton

**CONSULTEST AG**  
Institut für Materialprüfung, Beratung und Qualitätssicherung im Bauwesen

Deisrütlistrasse 11  
CH - 8472 Ohringen  
Tel. 052 335 28 21  
Fax: 052 335 28 24

STS 091

Seite 1 von 1

**Prüfbericht: Korngrößenverteilung**  
EN 933-1 / SN 670 816a  
Hinweis: Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die aufgeführten Prüfgegenstände.

Objekt: **Gesteinkörnung aus Frischbetonproben > 4 mm**

Auftraggeber: **Stadt Zürich  
Amt für Hochbauten Amtshaus III**      Auftrag-Nr.: 0129-13-1  
Labor-Nr.: 00761/13

Bezeichnung der Probe: **ERM 12101a**      Datum Probenahme: 07.12.2012  
Ort der Probenahme: -      Eingangsdatum: 01.03.2013  
Probenahme durch: **Energie- und Ressourcen-Management GmbH**      Prüfdatum: 04.03.2013

Klassifikation (USCS): -  
SN 670 004-2a-NA  
Wassergehalt EN 1097-5: -

Prüfsieb/ Korn-Ø [mm]	Durchgang [Masse-%]
90	
63	
45	100.0
31.5	98.7
22.4	86.7
16	63.6
11.2	39.8
8	23.8
5.6	12.4
4	4.0
2	0.1
1	0.0
0.5	0.0
0.25	0.0
0.125	0.0
0.063	0.0

Ton	Silt	Sand	Kies	Steine
< 0.002 mm	0.002 - 0.06 mm	0.06 - 2 mm	2 - 60 mm	> 60 mm

Bemerkungen: -

Datum/Unterschrift Sachbearbeiter:  
04.03.2013 *M. Momin*

3301 PB EN, V03.10

**CONSULTEST AG**  
Institut für Materialprüfung, Beratung und Qualitätssicherung im Bauwesen

Deisrütlistrasse 11  
CH - 8472 Ohringen  
Tel. 052 335 28 21  
Fax: 052 335 28 24

STS 091

Seite 1 von 1

**Prüfbericht: Bestimmung der stofflichen Zusammensetzung von Gesteinskörnungsgemischen**  
SN SN 670 902-11-NA / EN 933-11  
Hinweis: Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die aufgeführten Prüfgegenstände.

Objekt: **Gesteinkörnung aus Frischbetonproben > 4 mm**

Auftraggeber: **Stadt Zürich  
Amt für Hochbauten Amtshaus III**      Auftrag-Nr.: 0129-13-1  
Labor-Nr.: 00761/13

Bezeichnung der Probe: **ERM 12101a**      Datum der Probenahme: 07.12.2012  
Ort der Probenahme: -      Eingangsdatum: 01.03.2013  
Probenahme durch: **Energie- und Ressourcen-Management GmbH**      Prüfdatum: 04.03.2013

Gesteinskörnungsgemisch: **Betongranulat**

Baustoff	Stoffliche Zusammensetzung (Gesamtprobe > 8 mm) [Masse-%]	SN 670 102b-NA	
		Grenzwerte max. Anteile [Masse-%]	Anforderung
Ra	0.2	1	erfüllt ja
Rb	0.2	5	erfüllt ja
Rc	71.2	min. 25	erfüllt ja
Ru	28.4	75	erfüllt ja
Rg	0.0	0.3	erfüllt ja
X	0.0		
FL	0.0	0 cm³/kg	2 [cm³/kg] erfüllt ja

Ra:	Bitumenhaltige Materialien
Rb:	Mauerziegel, Kalksandsteine, nicht schwimmender Porenbeton
Rc:	Beton, Betonprodukte, hydraulisch gebundene Gesteinskörnungen
Ru:	Ungebundene natürliche Gesteinskörnungen, Natursteine
Rg:	Glas
X:	Sonstige Materialien (Metalle, Holz, Kunststoffe, Gummi (alle nicht schwimmend), Gips)
FL:	Schwimmendes Material (Volumen statt Masse)

Bemerkungen: -

Datum/Unterschrift Sachbearbeiter:  
04.03.2013 *M. Momin*

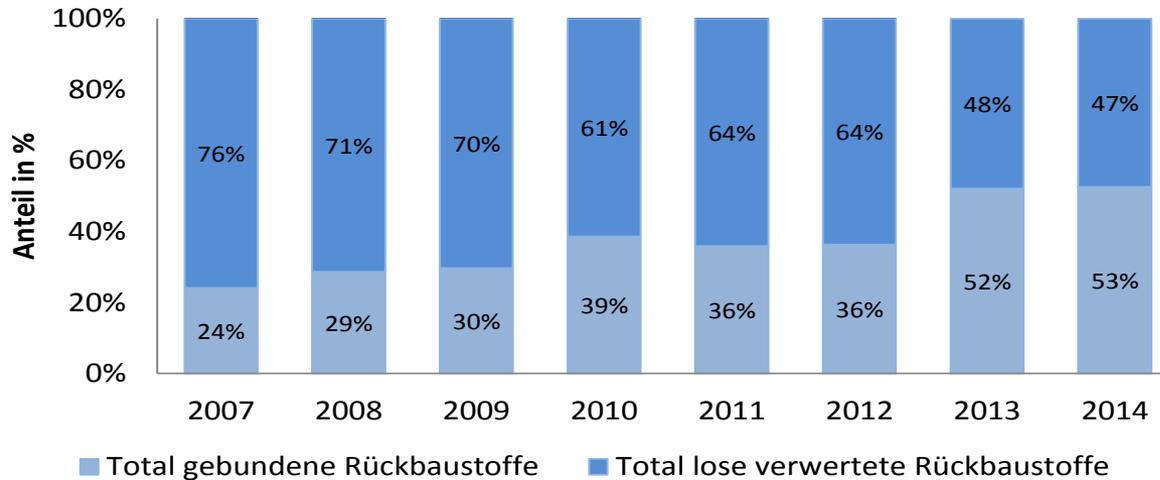
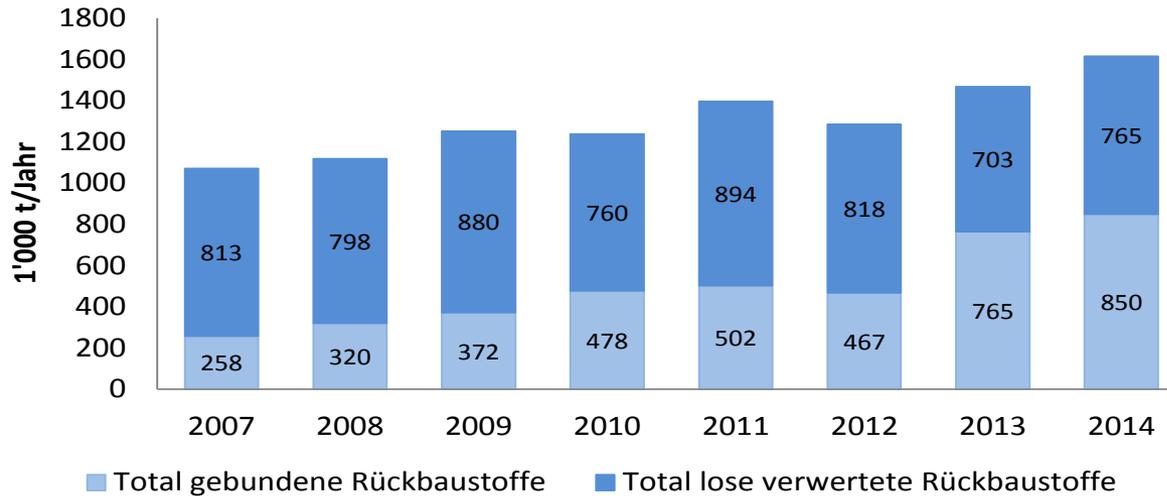
3402 PB, V10.11

# Fazit

- Qualitativ hochwertiger Rückbau gewährleistet hochwertige Rückbaustoffe.
- Die Stadt Zürich fördert den Einsatz von RC-Betonen, indem sie diesen in ihren Neubauprojekten konsequent nachfragt.
- Im Raum Zürich hat dies dazu geführt, dass vermehrt RC-Beton im konstruktiven Bereich eingesetzt wird → Vorbildfunktion der Stadt.

# Erfolgreiche Umsetzung der Strategie aufzeigen

## Entwicklung der lose und gebunden eingesetzten Rückbaustoffe im Kanton Zürich



Quelle: Amt für Abfall,  
Wasser, Energie und Luft  
des Kantons Zürich

Unsere Bauwerke sind auch Kiesgruben -  
Nutzen wir das Naheliegende!



[www.kiesfuergenerationen.ch](http://www.kiesfuergenerationen.ch)