

**Wie optimiere ich RC-Baustoffe?  
Wohin mit dem Ausbausphalt?  
Wer setzt mein RC-Material ein?**



# eBlickpunkt 2021

Qualität von Recyclingbaustoffen unter der Lupe:  
Kontrolle – Innovation – Akzeptanz

Mittwoch, 25. August 2021, 15.00 bis 17.00 Uhr

---

25. August 2021

# eBlickpunkt 2021



# Wichtige Regeln für Alle



- **Mikrofon** während Präsentationen ausschalten
- **Fragen** über Chat-Funktion laufend stellen
- Videokamera deaktivieren bei schlechter Qualität Bild/Ton oder wenn keine Erscheinung in der Aufzeichnung gewünscht
- **Anderweitige Programme** auf Computer / Handy schliessen
- Aktive **Teilnahme an der Diskussion** → Handzeichen setzen (Zoom)

# Begrüssung und Programm der eTagung

- 15:00 Uhr Begrüssung**  
Adrian Amstutz, Präsident arv
- 15:05 Uhr Wiederverwendung Ausbauasphalt: Best practice guideline und Perspektive**  
Prof. Dr. Nicolas Bueche, Kompetenzbereichsleiter  
Verkehrsinfrastrukturen, Berner Fachhochschule
- 15:25 Uhr Aufbau werkseigener Produktionskontrolle (WPK)**  
Roland Weiss, Leiter Zertifizierungsstelle S-Cert
- 16:00 Uhr Anlagespezifische Modellierungen und Simulationen**  
Dr. Jorge Ferreira, Bereichsleiter CADFEM GmbH
- 16:20 Uhr Politische Ziele und Neuheiten arv**  
Adrian Amstutz, Präsident arv
- 16:35 Uhr Podiumsdiskussion, Fragen und Antworten**
- 17:00 Uhr Abschluss**

Herzlichen Dank unseren  
Hauptsponsoren 2021!



# Politische Wirkungsziele arv

1. Die Vorbildfunktion der öffentlichen Bauherren im Bereich Kreislaufwirtschaft ist verankert und die Wiederverwendung der aufbereiteten Bauabfälle ist wesentlich erhöht.
2. Die Gleichwertigkeit der Produkteigenschaften von RC- mit Primärbaustoffen ist Planern und Bauherrschaften bekannt (= «Wertschätzung von RC-Baustoffen» ).
3. Altlastenbearbeitung wird in der CH aktiv gefördert.
4. Baustoffkreislaufwirtschaft wird in der CH aktiv gefördert.  
Wir gestalten weiter die Zukunft.
5. Raumplanerische Standortsicherung der bestehenden RC-Betriebe und deren Entwicklung.

# Neuheiten arv: Europäische Auszeichnung für ARVIS 4.0



**Schweizer  
Ethikpreis**  
Kandidat 2019 HEIG-VD

**EU Innovationspreis  
für Baustoffrecycling**

Mai 2021



- **Mandantenfähiges, System in drei Sprachen**  
WebAPP ARVIS 4.0 und MobileAPP für Inspektionen
- **Multi-Stakeholders**  
Betreiber, Inspektor, Leiter Inspektorat, Administration, Kantonsvertreter, Branche, Labors
- **Nominiert im Rahmen des Swiss Ethic Award 2019**  
für die ethische und integrative Dimensionen des Projektes
- **Auszeichnung der European Quality Association for Recycling (EQAR), Mai 2021**  
europäischer Innovationspreis für Baustoffrecycling in Europa

**Umwelt- und abfall-  
rechtliche Konformität**

## ☰ Prüfkriterien

Alle
Betrieb
BSA
BSSA
AA


n/a, nicht anwendbar	nicht bearbeitet	gesetzwidrig / nicht konform	Nachbearbeitung nötig
		verbesserungsbedürftig	
		ok (entspricht dem SOLL-Wert)	

**Prüfkriterien**

Alle ASGS

1  1	2  1 2	3  2 2	4  2 2	5  2 1	6  1
7  2	8  1	9  4	10  1 1	11  1 1	
21  1	22  1	23  1	24  1 4 1	25  1 3	

n/a, nicht anwendbar   
 nicht bearbeitet   
 gesetzwidrig / nicht konform   
 verbesserungsbedürftig   
 Nachbearbeitung nötig   
 ok (entspricht dem SOLL-Wert)

**Ganzheitliches Audit  
Sicherheitskonzept und  
betriebsspezifische  
Gefahrenermittlung**



**Wiederverwendung Ausbausphalt und  
Einsatz Niedertemperaturasphalt**

Best Practice Guideline  
Präsentationsbroschüre



**Wiederverwendung Ausbausphalt und  
Einsatz Niedertemperaturasphalt**

Best Practice Guideline  
Version 1.0 (06.2021)

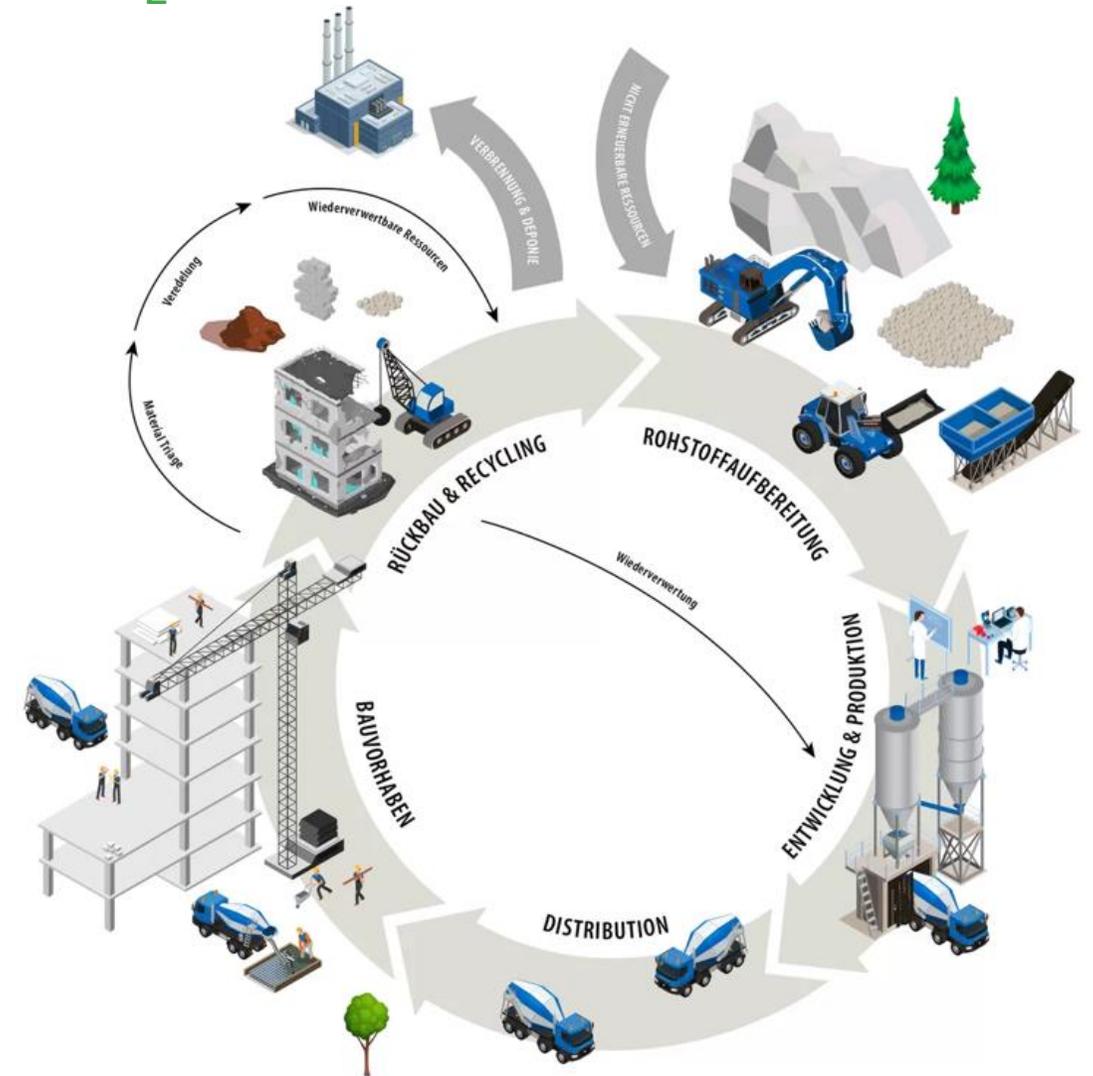


Quelle: [www.kiesfuergenerationen.ch](http://www.kiesfuergenerationen.ch)



# Die Entwicklung geht weiter

Recyclingbaustoffe dienen auch noch als CO<sub>2</sub>-Fallen



# Die Entwicklung geht weiter

zirkulit® - der erste zirkuläre Beton der Schweiz



## Der erste zirkuläre Beton

Nachhaltiger Qualitätsbeton mit einzigartiger Rezeptur  
schont Ressourcen.



Rechner

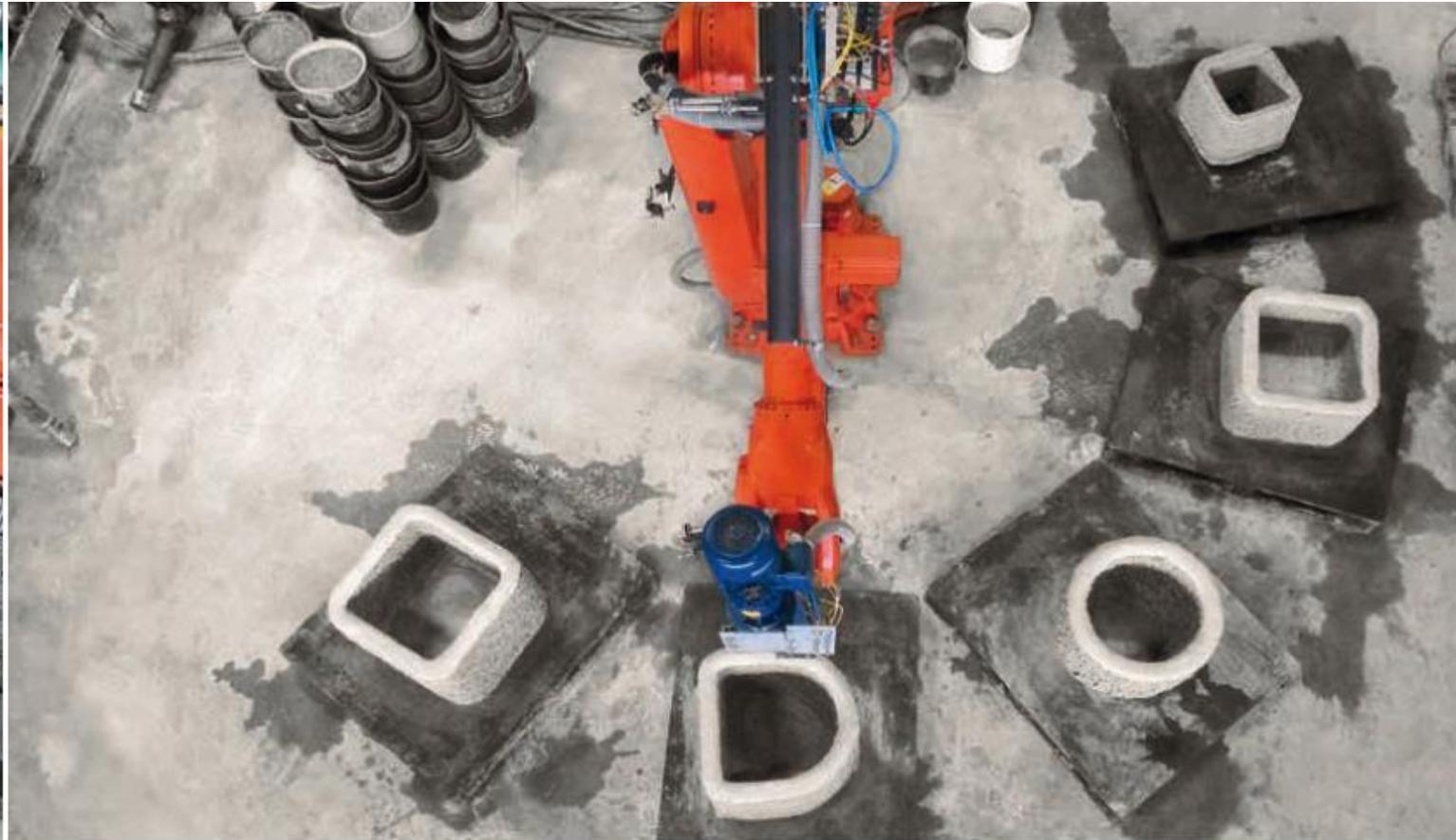


Produkt

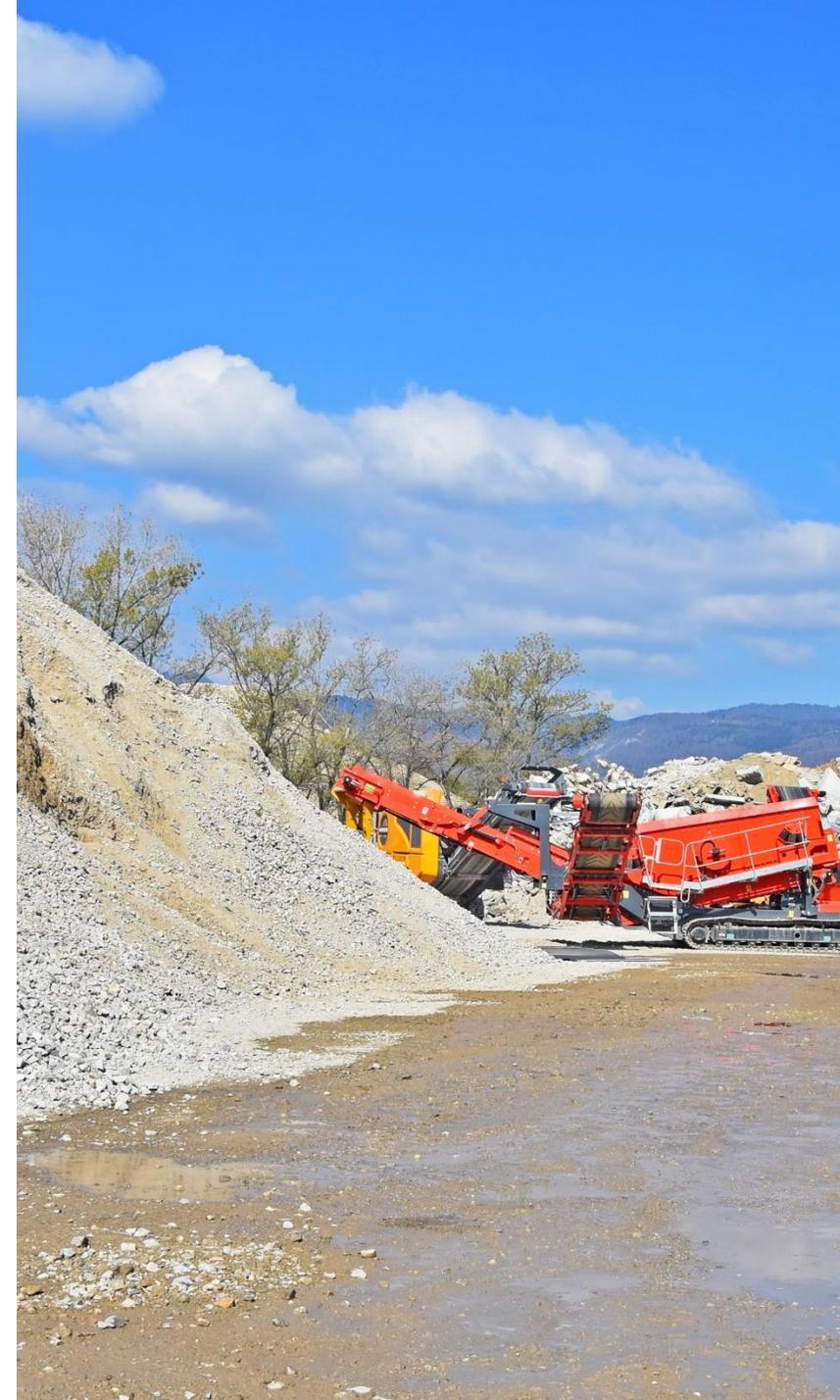


# Die Entwicklung geht weiter

3D-Druck-Anlage Tölke-HSH: erstmals möglich, die additive Fertigung mit zertifizierten+genormten Betonrezepturen in die Bauindustrie zu integrieren.



Mit der freundlichen Unterstützung von:



Herzlichen Dank unseren Gastmitgliedern!

 FREI FÖRDERTECHNIK

LPM   
DER SICHERE WERT.

**ARAG**  
Baumaschinen-Reut

**BUV**<sup>®</sup>  
Biedermann Unterhalt- & Vertriebs AG

**prüflabor** 

**bachema**  
Analytische Laboratorien

**KUHN**  
**KK**  
GRUPPE

**G**  
Gürtel Baumaschinen AG  
... einfach besser!

**hand**  
Hand Baumaschinen AG www.hand.ch

**MBA**  
■■■■

CONTENA  Ochsner

 leiser

 Epiroc

Gebrüder Egli  
■■■■■■■■■■

**PROBST**  
**MAVEG**

**AA** Protun AG

  
GISLER POWER

IM+HOF  
läuft seit 1883.

**LIEBHERR**

**GETAG**

**RM**<sup>®</sup>  
GROUP

**Bieri**

**CADFEM**<sup>®</sup>

**AIK**  
TECHNIK AG

 **MAPEI**<sup>®</sup>

 Robert Aebi



# Wiederverwendung Ausbauasphalt: Best Practice Guideline und Perspektive

eBlickpunkt arv | 25.08.2021

Prof. Dr. Nicolas Bueche, Leiter Kompetenzbereich Verkehrsinfrastruktur



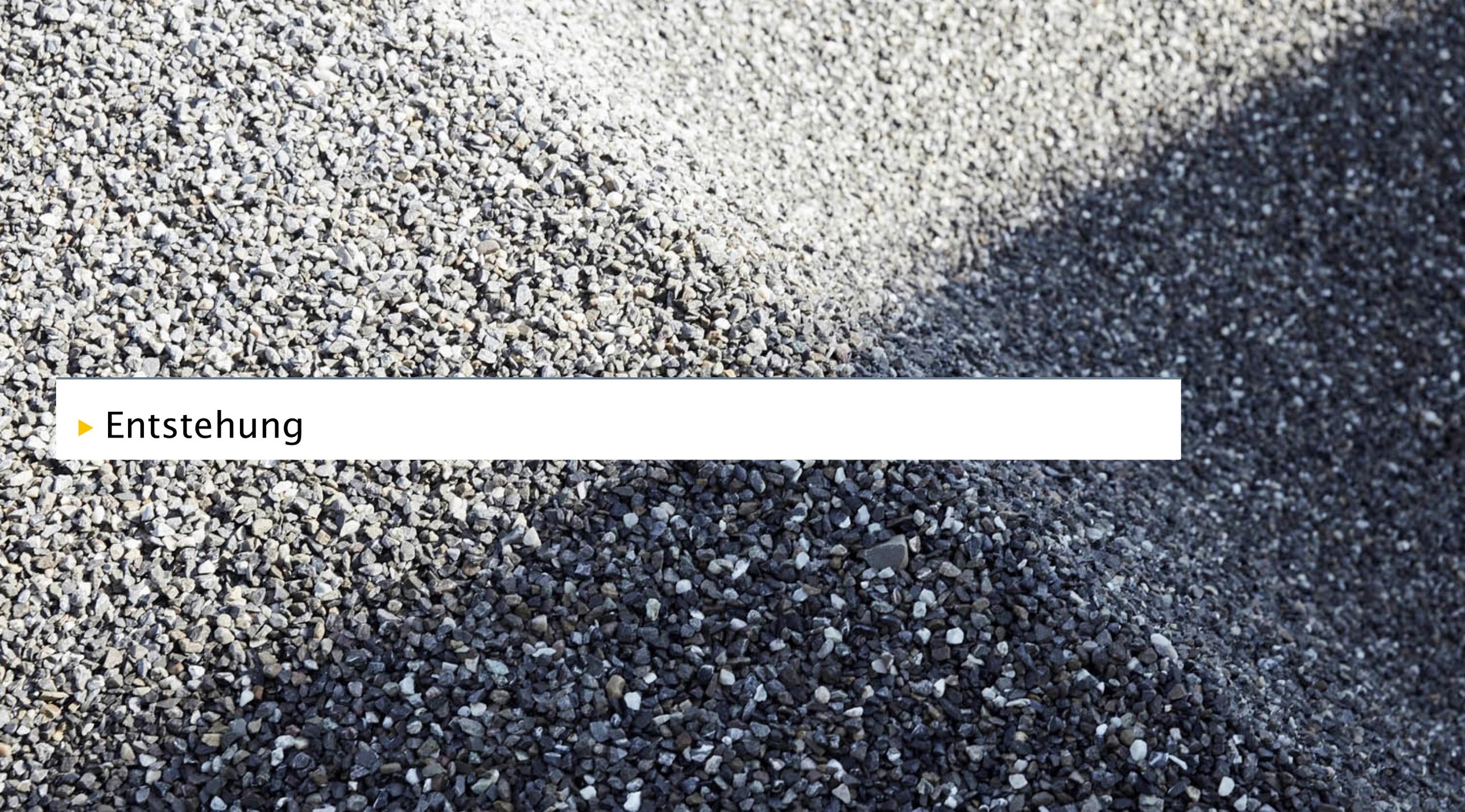
Baustoffrecycling Schweiz  
Recyclage matériaux construction Suisse  
Riciclaggio materiali costruzione Svizzera



Berner Fachhochschule  
Haute école spécialisée bernoise

# Inhaltsverzeichnis

- ▶ Entstehung
- ▶ Worum geht es?
- ▶ Warum und wie?
- ▶ Struktur der Guideline
- ▶ Gesetzlicher und normativer Rahmen
- ▶ Fokus auf bestimmte Schwerpunkte
- ▶ Schlusswort und Perspektiven

The background of the slide is a close-up photograph of a large pile of aggregate material, likely gravel or crushed stone. The material is composed of numerous small, angular particles. The color of the aggregate varies from a light, sandy beige on the left side to a dark, charcoal grey on the right side, creating a smooth horizontal gradient. A white rectangular box with a thin black border is positioned horizontally across the middle of the image, containing the text '► Entstehung'.

► Entstehung

# Plattform «Kies für Generationen»

- ❑ Gründung im April 2018, auf Initiative des AWEL mit folgenden Akteuren:
  - Baudirektion Kt. Zürich, mit AWEL (Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft) und Tiefbauamt
  - Fachverband arv Baustoffrecycling Schweiz
  - Fachverband der Zürcher Kies- und Betonproduzenten (FKB Zürich)
  - Vertreter der Branchenakteure aus Zürcher Unternehmen und Asphaltproduzenten
  
- ❑ Hauptziel: **«Gemeinsam dafür sorgen, dass mineralische Rückbaustoffe als Bauprodukte im Wirtschaftskreislauf bleiben und wiederverwertet werden.»**
  
- ❑ Praktische Umsetzung:
  - Bauprodukte aus Rückbaustoffen priorisieren, z.B. im Rahmen von Projekten der Baudirektion Kt. Zürich.
  - Massnahmen definieren und umsetzen, um die Akzeptanz und Nachfrage zu erhöhen.
  - Innovationen erkennen und fördern.
  - Integratives Projektmanagement, Mitfinanzierung durch 9 Kantone und dem TBA Stadt ZH, Projektleitung bei Nicolas Bueche (Berner Fachhochschule) / Vorsitz Projektsteuerungskomitee bei Laurent Audergon.
  
- ❑ Organisation:
  - Präsident: Truls Toggenburger | Geschäftsführung: Laurent Audergon
  - 3 agile Subgruppen 'Asphalt', 'RC-Beton' und 'Ungebundenes'





► Worum geht es?

# Ausbauasphalt

- ❑ Durch Aufbrechen oder Fräsen gewonnener bituminös gebundener Baustoff.
- ❑ Kein Bauabfall, sondern ein Sekundärrohstoff.
- ❑ Bestandteile des Ausbauasphalts:
  - Bitumenhaltiges Bindemittel
  - Gesteinskörnungen (grobe, feine)
  - Füller
- ❑ In dieser Studie werden in erster Linie Recyclingmischgüter mit «hohen Ausbauasphaltanteilen» betrachtet.
  - Darunter versteht man: einen Anteil, der nahe an dem maximal zulässigen Wert der Norm liegt oder diesen sogar überschreitet.
  - Das heisst z.B. mindestens 50% Ausbauasphaltanteil für eine Tragschicht AC T.

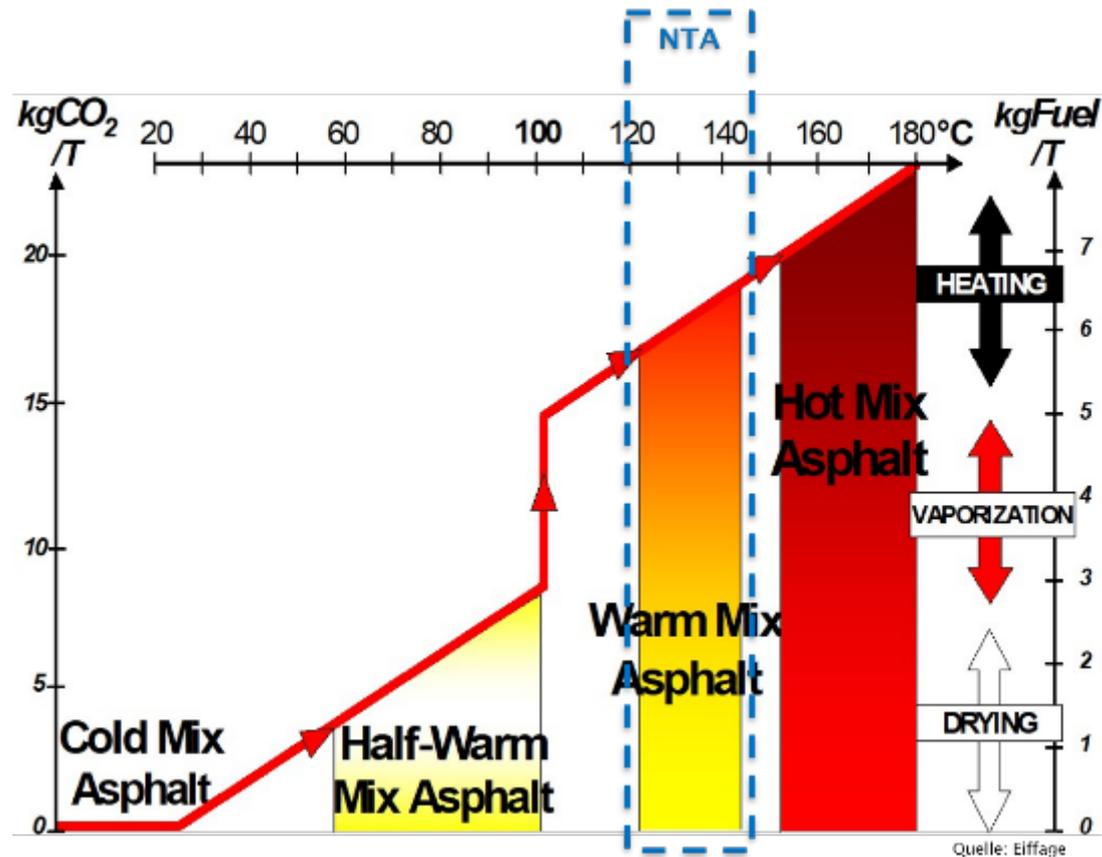


Quelle: SMI Tagung 2018, D. Kästli



Quelle: BFH

# Niedertemperaturasphalt (NTA)



- Asphaltmischgut, das im Vergleich zu Heissmischgut mit einer tieferen Temperatur hergestellt und eingebaut wird.
- Entspricht im Allgemeinen einer Reduzierung der Herstellungstemperatur um mindestens ca. 30° C. Der Herstellungstemperaturbereich liegt daher zwischen 100 und 130° C.
- Die Reduzierung der Herstellungstemperatur unter Einhaltung einer geeigneten Viskosität ist möglich dank spezifischer Herstellungsprozesse (Schaumbitumen) und/oder der Verwendung von Zusätzen.
- *Wird in dieser Präsentation nicht weiter detailliert!*

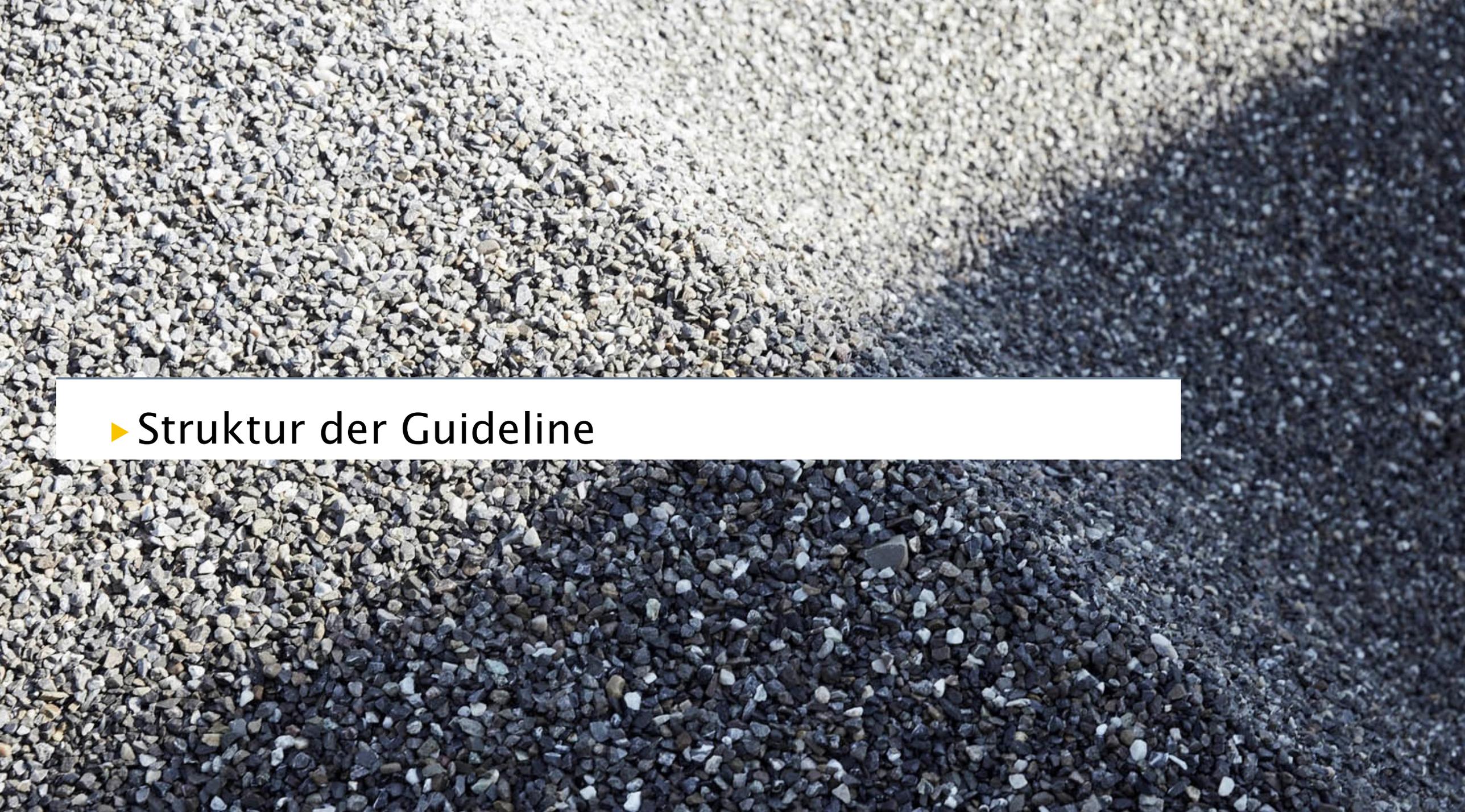


► Warum und wie?

# Ausgangspunkt für die ausgewählten Themen



- Es besteht ein echter Bedarf an Unterstützung bei den Themen Recyclingmischgut und Niedertemperaturasphalt, insbesondere von Seiten Bauherren und Ingenieurbüros.
- Wegen fehlender Sensibilisierung und Fachkenntnissen werden die beiden Themen bei Strassenbau-projekten leider noch zu wenig berücksichtigt und gefördert. Dies gilt insbesondere auf kommunaler Ebene. Ausserdem gibt es auf kantonaler Ebene riesige Unterschiede.
- Eine Mehrheit der Bauherren und Ingenieurbüros halten sich (strikt) an die Normen oder an (veraltete) interne Prozesse.
- Das **Ziel** des vorliegenden Projekts besteht darin, eine **technische und praxisorientierte Unterstützung** anzubieten und konkret dazu **beizutragen, ökologischere Beläge** im Sinne von Recycling-Mischgütern (und Niedertemperaturasphalt) voranzutreiben.

The background of the slide is a close-up, top-down view of a large pile of gravel. The gravel consists of numerous small, angular stones in various shades of grey, brown, and black. A white rectangular box with a thin black border is positioned horizontally across the middle of the image, containing the text '► Struktur der Guideline'.

► Struktur der Guideline

# Struktur der Guideline

## Teil 1: Allgemeine Informationen und Grundwissen

### Kapitel 1

#### Der Ausbauasphalt und das Asphaltgranulat

1.1 - 1.2: Definition und Zusammensetzung des Ausbauasphalts.

1.3 - 1.4: Aufbereitung des Asphaltgranulats und Unterschiede zu Primärstoffen.

1.5: Norm SN EN 13 108-8.

### Kapitel 2

#### Die verschiedenen Asphaltmischgutprodukte

2.1 - 2.2: Kurzbeschreibung der Asphaltmischgutprodukte.

2.3 - 2.4: Recyclingmischgüter und NTA-Vorteile und Besonderheiten.

2.5 - 2.6: Herstellungs- und Einbauaspekte.

## Teil 2: Bestandaufnahme

### Kapitel 3

#### Limitierende Faktoren für die Entwicklung von Recyclingmischgut und NTA

Betrifft die technischen, wirtschaftlichen, institutionellen, normativen Aspekte.

Wahrnehmungen und Wissensstand.

### Kapitel 4

#### Erfahrungen mit Recyclingmischgut und NTA

4.1: Schweizer Normierung.

4.2 - 4.3: Best Practices in der Schweiz sowie lokale Richtlinien und Initiativen.

4.4: Nationale Forschungsprojekte.

4.5: Bestandaufnahme, Erfahrungen aus dem Ausland.

## Teil 3: Erweiterter Anwendungsbereich und dazugehörige Anforderungen - Berücksichtigung und Förderung in Strassenbauprojekten

### Kapitel 5

#### Erweiterter Anwendungsbereich und dazugehörige Anforderungen

5.1: Empfohlener Ausbauasphaltanteil.

5.2: Wahl des Bindemittels.

5.3 - 5.6: Anforderungen an Bindemittel und Asphaltmischgütern.

### Kapitel 6

#### Berücksichtigung und Förderung von Recyclingmischgütern und NTA in Strassenbauprojekten

6.1 - 6.4: Informationen, Hilfestellungen und Empfehlungen je nach Projektphasen.



▶ Gesetzlicher und normativer Rahmen

# Zusammenhang mit den gesetzlichen Aspekten

- Die Guideline bringt einen Beitrag zu mehreren vom Gesetz vorgeschriebenen Grundsätzen.

## □ Berücksichtigende Grundlagen

- Bauproduktengesetz (BauPG)
- Bauprodukteverordnung (BauPV)
- Umweltschutzgesetz (USG)
- Abfallverordnung (VVEA)
- Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle

Thema	Grundsätze des Gesetzes	Beitrag der Guideline
Ressourcenschonung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dauerhafte Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen (<i>USG</i>)</li> <li>• Abfälle müssen soweit wie möglich verwertet werden (<i>USG</i>)</li> <li>• nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen (<i>BauPG/BauPV</i>)</li> <li>• Förderung von Kreisläufen (<i>Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Förderung und Optimierung der Wiederverwendbarkeit des Ausbausphalts.</li> <li>• Gewährleistung der Dauerhaftigkeit des Recyclings- und Niedertemperaturasphalts, u.a. durch/anhand die der Produkteleistungen und -Qualität.</li> <li>• Reduzierung des Energieverbrauchs (betrifft das Thema Niedertemperaturasphalt).</li> </ul>
Wiederverwendung und Verwertung	<p>Verwertung auf höchstmöglichem Niveau (<i>Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle</i>)</p> <p>→ Das heisst, die Recyclingstoffe (u.a. Ausbausphalt) müssen unter Berücksichtigung ihrer Materialeigenschaften wiederverwendet und verwertet werden. In der Regel ist der Einsatz des Recyclingmaterials zu gleichen Zwecken wie bei der erstmaligen Verwendung anzustreben.</p>	<p>Die Guideline hilft, dass:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• der Ausbausphalt vorzugsweise in einem Mischgut mit bitumenhaltigen Bindemitteln wiederverwendet wird. Dies insbesondere anhand der Entwicklung von Massnahmen und Empfehlungen, um die Ausbausphaltanteile in den Asphaltmischgütern zu optimieren/erhöhen.</li> <li>• der Ausbausphalt aus einer Deckschicht (d.h. ein Ausbausphalt von hoher Qualität) in einer Deckschicht wiederverwendet wird.</li> </ul>
Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schutz gegen schädliche oder lästige Einwirkungen, u.a. Rauch, Staub, Gase, Dämpfe, Geruch (<i>USG</i>)</li> <li>• Keine Gefährdung der Hygiene, Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer und Anwohner (<i>BauPG/BauPV</i>)</li> <li>• Keine übermassig starke Auswirkung auf die Umweltqualität und das Klima (<i>BauPG/BauPV</i>)</li> </ul>	<p>Die Guideline dient dazu, dass sich die Implementierung von Niedertemperaturasphalt entwickelt.</p>
Machbarkeit und Tragbarkeit	<p>Aufbereitung und Wiederverwertung müssen technisch und betrieblich sowie wirtschaftlich tragbar sein. (<i>USG + Richtlinien für die Verwertung mineralischer Bauabfälle</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Stand der Technik in der Schweiz sowie das Beherrschten des Prozesses sind in der Guideline berücksichtigt.</li> <li>• Die in der Guideline vorgeschlagenen Massnahmen sind angemessen.</li> </ul>

# Übersicht über die Normierungslandschaft



<b>Grundnormen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Recycling: SN 670 071</li><li>• Gesteinskörnungen: SN 670 050</li><li>• Asphalt: SN 640 420</li><li>• Bitumenhaltige Bindemittel: SN 670 061</li></ul>
<b>Normen über die Bestandteile der Asphaltmischgüter</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ausbauasphalt: SN EN 13108-8 - SN 670 103b/EN 13043</li><li>• Gesteinskörnungen (natürliche und rezyklierte): SN 670 103b /EN 13043</li><li>• Bitumenhaltige Bindemittel Strassenbaubitumen: SN EN 12 591 Polymermodifizierte Bitumen: SN EN 14 023 Harte Strassenbaubitumen: SN EN 13 924</li></ul>
<b>Asphaltprodukt-normen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Asphaltbeton AC: SN 640 431-1-NA/EN 13108-1</li><li>• Offenporiger Asphalt PA: SN EN 13108-7</li><li>• Semidichtes Mischgut SDA: VSS 40 436</li></ul>
<b>Normen über die Konzeptions- und Einbauaspekte</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• AC, PA und AC EME: VSS 40 430</li><li>• SDA: VSS 40 436</li></ul>
<b>Normen über die Qualitätsüberwachung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Prüfprogramm: VSS 40 434</li><li>• Typprüfung: SN EN 13108-20</li><li>• Werkseigene Produktionskontrolle: SN EN 13108-21</li></ul>

- ❑ Elemente im Zusammenhang mit den Recycling- und Niedertemperaturaspekten sind bereits in der Schweizer Normierung vorhanden.
- ❑ Die Normen, insbesondere die Produktnormen, gelten auch für Recyclingmischgüter.
- ❑ Die Anforderungen sind bei allen Mischgütern ähnlich, auch wenn es sich um Recyclingmischgüter mit einem hohen Ausbauasphaltanteil handelt.



► Fokus auf bestimmte Schwerpunkte

# Zusammensetzung des Ausbauasphalts (1.2)

- Hauptbestandteile und sekundäre Bestandteile (Fremdstoffe)
- Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)
  - PAK-Gehalt ist für die Bestimmung des Verwertungsweges entscheidend
  - Vorschriften der Abfallverordnung (VVEA) gelten (seit 01.01.2016)
  - In der Praxis werden jedoch immer noch auch die Vorschriften der TVA (Technische Verordnung über Abfälle) verwendet

**Achtung: Verweise auf die TVA sind nicht mehr gültig!**

PAK-Gehalt des Ausbauasphalts (bezogen auf Ausbauasphalt)	Verwertungswege
≤ 250 mg PAK/kg	Wiederverwendung (einschränkungs- und bedingungslos) in der Herstellung von neuen Asphaltmischgütern. Dies gilt u.a. für Heissmischgut und Niedertemperaturasphalt. (Alternative: Ablagerung auf einer Deponie Typ B)
> 250 mg PAK/kg	<p>Nur bis Ende 2025 möglich*: Wiederverwendung mit Einschränkungen oder Ablagerung auf Deponie Typ E (vgl. Art. 52 VVEA).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• der Ausbauasphalt höchstens 1'000 mg PAK pro kg enthält und in geeigneten Anlagen so mit anderem Material vermischt wird, dass er bei der Verwertung höchstens 250 mg PAK pro kg enthält; oder</li> <li>• der Ausbauasphalt mit Zustimmung der kantonalen Behörde so verwendet wird, dass keine Emissionen von PAK entstehen. Die kantonale Behörde erfasst den genauen Gehalt an PAK im Ausbauasphalt sowie den Standort der Verwertung und bewahrt die Informationen während mindestens 25 Jahren auf.</li> </ul> <p>*ab 2026 darf Belag mit &gt; 250 mg PAK/kg nicht mehr direkt verwertet oder abgelagert werden. Er muss vorher behandelt werden, zum Beispiel thermische Behandlung.</p>

**Teil 1: Allgemeine Informationen und Grundwissen**

- Kapitel 1: der Ausbauasphalt und das Asphaltgranulat
- Kapitel 2: Die verschiedenen Asphaltmischgutprodukte

**Teil 2: Bestandaufnahme**

- Kapitel 3: Einschränkungsfaktoren für die Entwicklung von Recyclingmischgut und Niedertemperaturasphalt
- Kapitel 4: Erfahrungen mit Recyclingmischgut und Niedertemperaturasphalt

**Teil 3: Erweiterter Anwendungsbereich und dazugehörige Anforderungen - Berücksichtigung und Förderung in Strassenbauprojekten**

- Kapitel 5: Erweiterter Anwendungsbereich und dazugehörige Anforderungen
- Kapitel 6: Berücksichtigung und Förderung von Recyclingmischgütern und Niedertemperaturasphalten in Strassenbauprojekten

# Hauptvorteile (2.3), zu berücksichtigende Schwerpunkte und Besonderheiten (2.4) des Recyclingmischguts

- ❑ Falls Sie noch davon überzeugt werden müssen oder wenn Sie Argumente zu den Vorteilen der Recyclingmischgüter brauchen, siehe Kapitel 2.3.

	Recyclingmischgut	Niedertemperaturasphalt
<b>Hauptvorteile (2.3)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimierung des Materialkreislaufes in Bezug auf Umwelt und Wirtschaftlichkeit.</li> <li>• Einsparungen an natürlichen Ressourcen (Granulaten und Erdöl, der Ausgangsressource für Bitumen) sowie Deponieraum.</li> <li>• Reduzierung der Beschaffungskosten für das Bindemittel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieeinsparung, mind. -25% im Vergleich zu Heissmischgut.</li> <li>• Reduzierung von (CO<sub>2</sub>-) Emissionen.</li> <li>• Verringerung der Dämpfe und Gerüche während der Herstellung und des Einbaus.               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbesserung der Arbeitsbedingungen in Produktionsanlage sowie im Allgemeinen auch auf der Baustelle.</li> <li>• Reduzierung der Auswirkungen auf die Anwohner in der Nähe der Mischanlagen.</li> </ul> </li> <li>• Dank der reduzierten Herstellungs- und Einbautemperaturen: geringere Alterung des Bitumens im Vergleich zu jener bei Heissmischgütern.</li> </ul>
<b>Zu berücksichtigende Schwerpunkte und Besonderheiten (2.4)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakterisierung und Gewährleistung der Homogenität des Ausbausphalts.</li> <li>• Berücksichtigung der Änderungen der geometrischen Eigenschaften der Gesteinskörnungen sowie der Alterungsgrad des Restbindemittels.</li> <li>• Mischung des aus dem Ausbausphalt rückgewonnenen Bindemittels mit dem Zugabebitumen und Eigenschaften des finalen Bindemittels.</li> <li>• Technische Einschränkungen, was die Recyclingmischgüter für die Deckschichten und die Mischgüter mit hartem Bitumen (AC EME) angeht.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beherrschung der optimalen Viskosität des Bindemittels.</li> <li>• Genügende Verarbeitbarkeit des Mischgutes während des ganzen Prozesses: von der Herstellung des Mischgutes bis zur Inbetriebnahme der Fahrbahn nach dem Einbau.</li> <li>• Mehrere (unterschiedliche) Produkttypen.</li> <li>• Berücksichtigung der Änderungen der Bindemittelseigenschaften (in dem Fall der Verwendung von Additiven).</li> </ul>

- ❑ Der Umweltnutzen und die ökonomischen Vorteile der Recyclingtechnologie sind im Moment höher im Vergleich zur Niedertemperaturtechnologie. Wenn eine Entscheidung getroffen werden muss, ist es wichtig, sich auf das Thema Recycling zu fokussieren.
- ❑ Wichtig: Recyclingmischgüter müssen die gleichen Leistungen und die gleiche Dauerhaftigkeit wie herkömmliche Heissmischgüter ohne Recyclinganteil aufweisen. Es gibt jedoch einige Besonderheiten und zu berücksichtigende Schwerpunkte für diese Produkte.

Teil 1: Allgemeine Informationen und Grundwissen

Kapitel 1: der Ausbausphal und das Asphaltgranulat

Kapitel 2: Die verschiedenen Asphaltmischgutprodukte

Teil 2: Bestandaufnahme

Kapitel 3: Einschränkungsfaktoren für die Entwicklung von Recyclingmischgut und Niedertemperaturasphalt

Kapitel 4: Erfahrungen mit Recyclingmischgut und Niedertemperaturasphalt

Teil 3: Erweiterter Anwendungsbereich und dazugehörige Anforderungen - Berücksichtigung und Förderung in Strassenbauprojekten

Kapitel 5: Erweiterter Anwendungsbereich und dazugehörige Anforderungen

Kapitel 6: Berücksichtigung und Förderung von Recyclingmischgütern und Niedertemperaturasphalten in Strassenbauprojekten

# Herstellungsverfahren (2.5)

- Die in der Schweiz betriebenen Asphaltmischanlagen weisen im Vergleich zum europäischen Ausland mehrheitlich einen guten Ausbaustandard auf.
- Recyclingmischgut mit einem hohen Ausbauasphaltanteil kann fast auf jede Baustelle in der CH geliefert werden.

Mischanlagentyp	Beschreibung	Mögliche Recyclingmenge
ohne Ausbauasphaltzugabe (nicht ausgerüstet)	<ul style="list-style-type: none"> <li>geringer Anteil am Anlagepark in der Schweiz.</li> <li>an der Grenze der Wirtschaftlichkeit Reduzierung der Beschaffungskosten für das Bindemittel.</li> </ul>	0%
mit einer einzigen Trocknertrommel, aber für die Kaltzugabe des Ausbauasphalts ausgerüstet	<ul style="list-style-type: none"> <li>noch weit verbreitet.</li> <li>erfordert ein hohes Erhitzen der Mineralstoffe beim Trocknen.</li> <li>mögliche/potenzielle Schädigung des Bindemittels (wegen der hohen Mineralstofftemperatur).</li> <li>energetisch ungünstig und hoher CO<sub>2</sub>-Ausstoss.</li> <li>ein Dampfstoß kann im Mischer entstehen (Zugabe von feuchtem Ausbauasphalt).</li> <li>hohe Emissionswerte.</li> </ul>	15 - 25%
klassische Parallel-Trommel (Warmzugabe des Ausbauasphalts)	<ul style="list-style-type: none"> <li>weit verbreitet in der Schweiz.</li> <li>Mineralstoffe (ca. 200° C) und Ausbauasphalt (120° C) werden separat erhitzt.</li> <li>erfüllt die heutigen Anforderungen an die Emissionsgrenzwerte (Feinststofffiltration).</li> </ul>	30 - 60%
neuste Generation von Asphaltwerken (Warmzugabe des Ausbauasphalts)	<ul style="list-style-type: none"> <li>neuste Generation.</li> <li>ähnlich wie die klassische Parallel-Trommel, mit einer Anpassung was die Recyclingtrommel betrifft (Gegenstrom-Prinzip).</li> <li>indirektes schonungsvolles Erhitzen des Ausbauasphalts auf hohe Temperaturen (150° C).</li> <li>beide Trommeln (Mineralstoffe und Ausbauasphalt) müssen nicht unbedingt gleichzeitig funktionieren.</li> <li>Emissionswerte liegen unter den heutigen Grenzwerten.</li> </ul>	60 - 100%

# Limitierende Faktoren bei der Entwicklung von Recyclingmischgut (3)



- Limitierende Faktoren konnten so identifiziert werden.
- Diese betreffen mehrere Bereiche, insbesondere technischer, wirtschaftlicher, logistischer, institutioneller und normativer Natur.
- Mehre Ursprünge und Ursachen für diese limitierenden Faktoren wurden identifiziert.
  - Einige davon beruhen eher auf negativen Vorstellungen, Vorurteilen oder unbegründeten Meinungen, die aufgrund von mangelnden Fachkenntnissen oder Erfahrungen entstanden sind.
  - Andere sind durch eine mangelnde Kooperationsbereitschaft und Transparenz zwischen den verschiedenen Branchenakteuren begründet.
  - Weiter gibt es methodische Differenzen und Implementierungsprobleme.
  - Auch wirtschaftliche Aspekte, welche die ökologischen Aspekte überwiegen, stellen einen limitierenden Faktor dar.
  - Als Fazit kann festgestellt werden, dass es nur wenige echte limitierende Faktoren gibt. Diese sind primär technischer und gesetzlich/normativer Natur.
- Die limitierenden Faktoren bzw. Aussagen wurden zusammengefasst und auf ihre Richtigkeit, in Form von «**richtig**» oder «**falsch**», bewertet. Der Fall «**teilweise richtig**» bedeutet, dass die Aussage ergänzt oder präzisiert werden muss, weil sie nicht in jeden Fall richtig ist bzw. im richtigen Kontext betrachtet werden soll.

# Limitierende Faktoren bei Entwicklung von Recyclingmischgut (3)

## □ In der Guideline

- wurden die gesammelten Aussagen auch erklärt, ergänzt oder sogar korrigiert.
- finden Sie auch Hinweise, Informationen und Verweise zu anderen Kapiteln der Guideline als Beitrag zur Reduzierung der limitierenden Faktoren.

Aussagen	Bewertung (richtig/falsch) und zusätzliche Hinweise
<p>«Die Mischanlagen in der Schweiz: - sind veraltet; - weisen begrenzte Leistungen auf; - sind mangelhaft ausgerüstet und unflexibel.</p> <p>Es gibt zu geringe Innovationskraft und Investitionsmöglichkeiten bei den Firmen, insbesondere bei den Kleinfirmen.»</p>	<p><b>Nur teilweise richtig</b></p> <p>Die Aussage gilt möglicherweise für Kleinfirmen und -mischanlagen, die geringe Jahresmengen in der Produktion sowie eine tiefe Stundenleistung aufweisen. Eine Verallgemeinerung/Generalisierung wäre unzulässig.</p> <p>Heutzutage können Niedertemperaturasphalte in den meisten Mischanlagen in der Schweiz hergestellt werden. Das Herstellungsverfahren «durch Additivzugabe» benötigt keine spezifische Ausrüstung, jenes «durch Bitumenschraubbildung» benötigt die Anschaffung eines Schaumgenerators.</p> <p>Was die Recyclingtechnologie betrifft, sind effektiv leider nicht alle Mischanlagen für die Herstellung von Mischgut mit hohen Recyclinganteilen ausgerüstet. Es handelt sich hierbei aber eher um Anlagen mit reduzierten Jahresproduktion und Investitionsmitteln. Obwohl die einmaligen Anschaffungskosten zur Umrüstung der Mischanlage tatsächlich hoch sind, werden dennoch die Mischanlagen nach und nach mit Parallel-Trommeln oder Gegenstrom-Trommeln ausgerüstet.</p> <p>Es ist wichtig zu wissen, dass grundsätzlich alle Baustellen in der Schweiz mit Niedertemperaturasphalt und Recyclingmischgut mit einem hohen Ausbausphalanteil beliefert werden können.</p> <p>Mehr Informationen hierzu finden Sie im Kapitel 2.2.</p>
<p>«Erfahrungen, insbesondere Langzeiterfahrungen, fehlen.»</p>	<p><b>Teilweise richtig was die Langzeiterfahrungen betrifft.</b></p> <p>Recyclingmischgut mit hohem Ausbausphalanteil sowie Niedertemperaturasphalt wurden bereits im Rahmen mehrerer Projekte implementiert. Eine Liste mit einigen Referenzen ist im Kapitel 4.2 vorhanden. Es gibt daher keinen Mangel an Erfahrungen per se.</p> <p>Jedoch handelt es sich hierbei oft um neuere Einbauten und bei früheren/älteren Einbauten wurde leider kaum eine Überwachung/Monitoring durchgeführt. Deshalb gibt es eindeutig einen Mangel an Langzeiterfahrung. Um diesen Mangel zu kompensieren, können Langzeitmonitorings der bestehenden Strecken vorgesehen werden. Es ist jedoch wichtig zu betonen, dass in manchen Kantonen (u.a. Kanton Waadt), eine Erfahrung von ca. 10 Jahren mit Niedertemperaturasphalt und Recyclingmischgut vorhanden ist und das dazugehörige Feedback positiv ausfällt.</p>

# Elemente aus der Schweizer Normierung (4.1)

- Elemente zu den Ausbauasphaltanteilen (Thema Recycling) sind in der Schweizer Normierung vorhanden.
- Hier unten abgebildet ein Beispiel aus der Produktnorm SN 640 431-1-NA (Asphaltbeton).
- Recyclingmischgüter müssen die Anforderungen der Normen erfüllen, wie herkömmliche Heissmischgüter ohne Recyclinganteil.

## Teil 1: Allgemeine Informationen und Grundwissen

Kapitel 1: der Ausbauasphalt und das Asphaltgranulat

Kapitel 2: Die verschiedenen Asphaltmischgutprodukte

## Teil 2: Bestandaufnahme

Kapitel 3: Einschränkungsfaktoren für die Entwicklung von Recyclingmischgut und Niedertemperaturasphalt

Kapitel 4: Erfahrungen mit Recyclingmischgut und Niedertemperaturasphalt

## Teil 3: Erweiterter Anwendungsbereich und dazugehörige Anforderungen - Berücksichtigung und Förderung in Strassenbauprojekten

Kapitel 5: Erweiterter Anwendungsbereich und dazugehörige Anforderungen

Kapitel 6: Berücksichtigung und Förderung von Recyclingmischgütern und Niedertemperaturasphalten in Strassenbauprojekten

Asphaltbeton, zulässige Zugabemengen von Ausbauasphalt in Abhängigkeit der Schichten, Mischgutsorten und Mischguttypen <i>Enrobés bitumineux, quantités admissibles d'agrégats d'enrobés en fonction des couches, des sortes et des types d'enrobés</i>		
Mischgutsorten und Mischguttypen für Schichten <i>Sortes et types d'enrobés pour couches</i>	Anteil Ausbauasphalt <i>Teneur en agrégats d'enrobés</i>	
	Kaltzugabe <i>Incorporation à froid</i>	Warmzugabe <i>Incorporation à chaud</i>
	[Masse-%] / [% massique]	
Deckschichten / <i>Couches de roulement</i>		
Asphaltbeton für Deckschichten AC S, AC H und AC MR <i>Enrobés bitumineux pour couches de roulement AC S, AC H et AC MR</i>	0	0
Asphaltbeton für Deckschichten AC N und AC L <i>Enrobés bitumineux pour couches de roulement AC N et AC L</i>	≤ 15	≤ 30
Binderschichten und Hochmodul-Asphaltbeton / <i>Couches de liaison et enrobés bitumineux à module élevé</i>		
Asphaltbeton für Binderschichten AC B, Hochmodul-Asphaltbeton AC EME <i>Enrobés bitumineux pour couches de liaison AC B, enrobés bitumineux à module élevé AC EME</i>	≤ 15	≤ 30
Trag- und Sperrschichten im Gleisbau / <i>Couches de base et d'étanchéité pour voies ferrées</i>		
Asphaltbeton für Tragschichten AC T, Asphaltbeton für Sperrschichten im Gleisbau AC RAIL <i>Enrobés bitumineux pour couches de base AC T, enrobés bitumineux pour couches d'étanchéité pour voies ferrées AC RAIL</i>	≤ 25	≤ 60
Fundationsschichten / <i>Couches de fondation</i>		
Asphaltbeton für Fundationsschichten AC F <i>Enrobés bitumineux pour couches de fondation AC F</i>	≤ 30	≤ 70

Quelle: SN 640 431-1-NA

## Best Practices (4.2)

- ❑ In der Schweiz wurde Recyclingmischgut (hohe Anteil RAP) im Rahmen von Strassenbauprojekten bereits erfolgsversprechend eingebaut.
- ❑ Referenzen sind vorhanden:
  - auf allen Ebenen: kommunale, kantonale und nationale Ebene.
  - für alle Belagsschichten einer Strasse: von der Fundations- bis zur Deckschicht.
- ❑ Die Schwierigkeit bestand darin, Dokumentationen sowie langfristige Überwachungen zu den Produkten bzw. Referenzen zu finden.
- ❑ Die Guideline stellt eine Zusammenfassung der Analyse einiger Referenzen von Recyclingmischgut (und Niedertemperaturasphalt) sowie der identifizierten Schwerpunkte dar, die im Rahmen des Projekts zur Verfügung gestellt wurden.
- ❑ Folgende Themen wurden berücksichtigt: Anwendungsbereich, eingebaute Produkte, durchgeführte Versuche, festgestellte Probleme/Einschränkungen, Vorteile, Feedback.

# Best Practices (4.2)

- ❑ ASTRA
- ❑ Kanton Bern
- ❑ Kanton Zürich
- ❑ Kanton Aargau
- ❑ Kanton Waadt
- ❑ Stadt Zürich
- ❑ Stadt Bern
- ❑ Stadt Uster
- ❑ Stadt Küsnacht
- ❑ Flughafen Zürich



Quellen: Kanton Waadt (Projekt Vuarrens-Pailly), Kanton Zürich (Bülach-Kloten), Comet Photo-shopping GmbH / Implenia Schweiz AG und ralphbensberg fotografie/ Flughafen Zürich (Projekt Flughafen Zürich)



# Entwicklung von lokalen Richtlinien und Initiativen (4.3)

- Einige Bauherren, die proaktiv im Bereich Recycling sind, haben ihre eigenen Richtlinien entwickelt und veröffentlicht.
- Diese ermöglichen, unter bestimmten Voraussetzungen die Grenzwerte der Norm SN 640 431-1-NA zu überschreiten.
- In diesen Fällen werden keine Kompromisse in den Leistungen oder der Dauerhaftigkeit gemacht. Die Anforderungen müssen die Normen für standardisierte Produkte erfüllen. Die übliche Garantie gilt weiterhin.

Anteil Ausbaupasphalt [Masse-%] – Beispiel auf der kommunalen Ebene		
	Stadt Bern	SN 640 431-1-NA
Asphaltbeton für Deckschichten AC H, AC MR, PA, SDA	0%	0%
Asphaltbeton für Deckschichten AC S	≤ 30%	0%
Asphaltbeton für Deckschichten AC N und AC L	≤ 50%	≤ 30%
Asphaltbeton für Binderschichten AC B	≤ 70%	≤ 30%
Hochmodul-Asphaltbeton AC EME	C1: ≤ 40% C2: ≤ 50%	≤ 30%
Asphaltbeton für Tragschichten AC T	≤ 70%	≤ 60%
Asphaltbeton für Fundationsschichten AC F	≤ 90%	≤ 70%

Anteil Ausbaupasphalt [Masse-%] – Beispiel auf der kantonalen Ebene			
	Kanton Aargau	Kanton Bern	SN 640 431-1-NA
Asphaltbeton für Deckschichten AC MR, PA, SDA	0%	0%	0%
Asphaltbeton für Deckschichten AC H	0%	≤ 20%	0%
Asphaltbeton für Deckschichten AC S	≤ 20%	≤ 20%	0%
Asphaltbeton für Deckschichten AC N und AC L	≤ 30%	≤ 50%	≤ 30%
Asphaltbeton für Binderschichten AC B	≤ 60%	≤ 50%	≤ 30%
Hochmodul-Asphaltbeton AC EME	Keine Anforderung	≤ 50%	≤ 30%
Asphaltbeton für Tragschichten AC T S und AC T H	≤ 60%	≤ 80%	≤ 60%
Asphaltbeton für Tragschichten AC T N	≤ 80%		
Asphaltbeton für Fundationsschichten AC F	Keine Anforderung	≤ 90%	≤ 70%

Anteil Ausbaupasphalt [Masse-%] – Beispiel auf der nationalen Ebene		
	ASTRA	SN 640 431-1-NA
Asphaltbeton für Deckschichten AC MR, PA, SDA	0%	0%
Asphaltbeton für Binderschichten AC B	≤ 60%	≤ 30%
Hochmodul-Asphaltbeton AC EME	C1: ≤ 40% C2: ≤ 50%	≤ 30%
Asphaltbeton für Tragschichten AC T H	≤ 60%	≤ 60%
Asphaltbeton für Fundationsschichten AC F	≤ 90%	≤ 70%

# Neu empfohlene Ausbauasphaltanteile in Asphaltmischgütern (5.1)

- Nachfolgend werden Anpassungen basierend auf der Analyse von bereits gesammelten Erfahrungen in der Schweiz und im Ausland vorgeschlagen.

Teil 1: Allgemeine Informationen und Grundwissen

Kapitel 1: der Ausbauasphalt und das Asphaltgranulat

Kapitel 2: Die verschiedenen Asphaltmischgutprodukte

Teil 2: Bestandaufnahme

Kapitel 3: Einschränkungsfaktoren für die Entwicklung von Recyclingmischgut und Niedertemperaturasphalt

Kapitel 4: Erfahrungen mit Recyclingmischgut und Niedertemperaturasphalt

Teil 3: Erweiterter Anwendungsbereich und dazugehörige Anforderungen - Berücksichtigung und Förderung in Strassenbauprojekten

Kapitel 5: Erweiterter Anwendungsbereich und dazugehörige Anforderungen

Kapitel 6: Berücksichtigung und Förderung von Recyclingmischgütern und Niedertemperaturasphalten in Strassenbauprojekten

Empfohlener Ausbauasphaltanteil für die AC F-, AC T- und AC B - Schicht				
Asphaltmischgut	von der Guideline empfohlener Ausbauasphaltanteil		heute zulässige Zugabemenge (SN 640 431-1-NA)	empfohlene zulässige Zugabemenge für die Normrevision
AC F	min. 60%	max. 100%	max. 70%	max. 100%
AC T	min. 50%	max. 90%	max. 60%	max. 80%
AC B	min. 20%	max. 60%	max. 30%	max. 50%

Empfohlener Ausbauasphaltanteil für den AC EME und die Deckschicht				
Asphaltmischgut	von der Guideline empfohlener Ausbauasphaltanteil		heute zulässige Zugabemenge (SN 640 431-1-NA)	empfohlene zulässige Zugabemenge für die Normrevision
AC EME	min. 10%	max. 50%	max. 30%	max. 50%
AC Deck-Schicht	N	min. 0%	max. 50%	max. 40%
	S/H	min. 0%	max. 30%	max. 30%

- Der minimale angegebene Ausbauasphaltanteil entspricht dem, was ein Kunde/Bauherr von Asphaltproduzenten und Baufirmen im Bereich der Recyclingmischgüter erwarten darf.
- Es gelten die gleichen Garantiebedingungen wie bei üblichen Produkten.
- Der maximal angegebenen Ausbauasphaltanteil entspricht dem aktuellen maximal möglichen Ausbauasphaltanteil, der technisch erreicht werden kann. Dies erfordert die Beherrschung des gesamtheitlichen Prozesses durch den Asphaltproduzenten und die Baufirma. Dadurch wird die Tür für Innovationen und Unternehmensprodukte offen gelassen.
- Der optimale Ausbauasphaltanteil in einem Mischgut entspricht nicht unbedingt dem technisch maximal möglichen Wert (stark abhängig von: den Mischguttypen und -sorten, der lokalen Situation, der Baustelle und den Einbaubedingungen sowie von den verfügbaren Bestandteilen).

# Traditionelle Versuche und Anforderungen an das Bindemittel (5.3)

- ❑ Hier geht es um die traditionellen Versuche an Bindemittel: Nadelpenetration, Erweichungspunkt RuK, elastische Rückstellung (PmB).
- ❑ Die Eigenschaften des Asphaltmischguts sind tatsächlich stark mit jenen des Bindemittels verbunden.
- ❑ Die Einhaltung der Anforderungen an Bindemittel (originales, resultierendes und rückgewonnenes) ist eine notwendige Voraussetzung, um die Leistungen, die Qualität und die Dauerhaftigkeit der hergestellten Asphaltmischgüter zu gewährleisten.
- ❑ Diese Versuche werden für Formulierung wie auch für Kontrolle des originalen (Lieferung), des resultierendes und des rückgewonnenen (nach der Asphaltmischgutproduktion) Bindemittels verwendet.
- ❑ In der Guideline werden mehrere Quellen für die Anforderungen an das Bindemittel berücksichtigt.



			B50/70	B70/100	PmB 10/40-70 (CH-E)	PmB 25/55-65 (CH-E)	PmB 45/80-65 (CH-E)	PmB 65/105-60 (CH-E)	B10/20	B15/25	
VSS- Normen	Penetration (EN 1426)	originales	50...70	70...100	10...40	25...55	45...80	65...105	10...20	15...25	
		RTFOT Alterung <i>berechnet nach Hinweisen der Norm über die verbleibende Penetration</i>	≥ 50% d.h. 25...70	≥ 46% d.h. 32...100	≥ 60% d.h. 6...40	≥ 60% d.h. 15...55	≥ 60% d.h. 27...80	≥ 60% d.h. 39...105	≥ 55% d.h. 6...20	≥ 55% d.h. 8...25	
	Erweichungs- punkt RuK (EN 1427)	originales	46...54	43...51	≥ 70	≥ 65	≥ 65	≥ 60	58...78	55...71	
		RTFOT Alterung <i>berechnet nach Hinweisen der Norm über den zulässigen Anstieg und Abfall des Erweichungs- punktes</i>	≤9°C Anstieg 46...63	≤9°C Anstieg d.h. 43...60	≤8°C Anstieg ≤5°C Abfall d.h. 65...78	8°C Anstieg ≤5°C Abfall d.h. 60...73	8°C Anstieg ≤5°C Abfall d.h. 60...73	8°C Anstieg ≤5°C Abfall d.h. 55...68	≤10°C Anstieg ≤2°C Abfall d.h. 56...88	≤10°C Anstieg ≤2°C Abfall d.h. 53...81	
	Elastische Rückstellung 25°C (EN 13398)	originales			≥ 80	≥ 80	≥ 80	≥ 80			
		RTFOT Alterung			≥ 60	≥ 60	≥ 60	≥ 60			
ASTRA	Penetration (EN1426)	originales	30...55	40...75	10...35	15...50	30...70	40...90	6...16	8...21	
	Erweichungs- punkt RuK (EN 1427)	rückgewonnenes	48...65	45...62	≥ 65	≥ 60	≥ 60	≥ 55	≥ 60	≥ 57	
	Elastische Rückstellung 25°C (EN 13398)										
Kanton Zürich	Penetration (EN1426)	rück- gewonnenes	AC	30...55	40...75						
			AC B				20...50	35...70	45...90		
			AC T AC F	25...55	35...75	15...35				6...16	15...35
	Erweichungs- punkt RuK (EN 1427)	rück- gewonnenes	AC	48...65	45...62						
			AC B				60...80	60...80	55...75		
			AC T AC F	50...55	47...62	65...87				60...85	65...80
Elastische Rückstellung 25°C (EN 13398)	rück- gewonnenes	AC				≥ 60	≥ 60	≥ 60			
		AC B									
		AC T AC F			≥ 50	≥ 50	≥ 50	≥ 50			

# Weitere Untersuchungen und Anforderungen an das Bindemittel im Fall von Recyclingmischgütern (5.4)

- ❑ Traditionelle Methoden und Prüfungen am Bindemittel haben ihre Grenzen aufgezeigt, insbesondere wenn es sich bei den untersuchten Mischgütern um Recyclingmischgüter handelt.
- ❑ Diese Produkte können aufgrund ihrer Komplexität nicht mehr vollumfänglich mit traditionellen Methoden charakterisiert werden.
- ❑ Zusätzliche Untersuchungen (Advanced Tests), spezifisch für Recyclingmischgüter angepasst, sind in der Guideline erwähnt.
- ❑ Die Advanced Tests sind eher für die Entwicklung und die Überprüfung einer Rezeptur oder für Expertisen geeignet.
- ❑ Das Prinzip aller Versuche sowie die dazugehörigen Anforderungen an das Bindemittel sind in der Guideline vorhanden.



Quelle: TA

Untersuchter Parameter	Versuch	Temperaturbereich
Empfindlichkeit gegen Kälterisse (Kälteverhalten)	Bestimmung der Biegekriechsteifigkeit (Biegebalkenrheometer / Bending Beam Rheometer BBR) oder Verformungsverhalten im Dynamischen Scherrheometer (DSR)	Tiefer Gebrauchstemperaturbereich ca. -30° C - 0° C
Empfindlichkeit gegen Ermüdung (Ermüdungsrisse)	Verformungsverhalten im Dynamischen Scherrheometer (DSR)	Normaler Gebrauchstemperaturbereich ca. 5° C - 30° C
Empfindlichkeit gegen bleibende Verformungen	Verformungsverhalten im Dynamischen Scherrheometer (DSR)	Hohe Gebrauchstemperaturbereich ca. 40° C - 60° C
Optimale Mischtemperatur bei der Herstellung und Verarbeitbarkeit beim Einbau	Bestimmung der dynamischen Viskosität (auch Rotationsviskosität Brookfield genannt)	Hochtemperaturbereich, der für die optimale Umhüllung und Verarbeitbarkeit des Bindemittels geeignet ist. Keine Gebrauchstemperatur. ca. 100° C - 180° C

# Entwicklung und Überprüfung der Asphaltmischgutzusammensetzung im Labor und an der Mischanlage (5.5)

Eigenschaften	Zusammenhang mit der Produktnorm SN 640 431-1-NA/EN 13108-1	Wichtig zu berücksichtigende Eigenschaften, im Fall von...		Zusätzliche Kommentare
		Recycling	Niedertemperatur	
Bindemittelgehalt	Ziffer 15 / Tabelle 8	X <i>ist mit der Homogenität des Ausbausphalts verbunden</i>		
Module de richesse	Ziffer 16 / Tabelle 9			Betrifft nur AC EME
Korngrößenverteilung	Ziffer 14/ Tabelle 7	X <i>ist mit der Homogenität des Ausbausphalts verbunden</i>		
Hohlraumgehalt	Ziffer 11/ Tabelle 4	X	X	<i>ist mit der Verdichtbarkeit verbunden</i>
Hohlraumausfüllungsgrad	Ziffer 18/ Tabelle 11			Betrifft nur die Mischguttypen L und N.
Wasserempfindlichkeit	Ziffer 12/ Tabelle 5	X	X	<i>Bisherige Erfahrungen haben gezeigt, dass eine besondere Wasserempfindlichkeit für Recyclingmischgüter und Niedertemperaturasphalte bestehen kann.</i>
Beständigkeit gegen bleibende Verformung	Ziffer 19/ Tabelle 12	X	X	<i>Bisherige Erfahrungen haben gezeigt, dass eine besondere Wasserempfindlichkeit für Recyclingmischgüter und Niedertemperaturasphalte bestehen kann.</i>
Marshall-Werte d.h. die Stabilität S und das Fließen F	Ziffer 17/ Tabelle 10	X	X	<ul style="list-style-type: none"> <li>Betrifft nur die Mischguttypen L und N sowie AC F.</li> <li>Charakterisiert die Beständigkeit gegen bleibende Verformung.</li> </ul>
Steifigkeit	Ziffer 20/ Tabelle 13			Betrifft nur AC EME
Ermüdung	Ziffer 20/ Tabelle 13			Betrifft nur AC EME

- ❑ Untersuchungen und Prüfungen von bestimmten Eigenschaften des Asphaltmischguts müssen gemäss SN EN 13108-20:Typprüfung durchgeführt werden (vgl. Tabelle links).
- ❑ Im Fall von Recyclingmischgut sind einige Eigenschaften zu berücksichtigen.
- ❑ Die Ergebnisse müssen die Anforderungen der Produktnorm erfüllen und dienen zur Gewährleistung der Konformität der Produkte und ihrer Bestandteile.
- ❑ In der Guideline wurden die konventionellen Versuche mit zusätzlichen Versuchen (Siehe unten) ergänzt. Diese sind besonders relevant im Falle von Recyclingmischgütern (Prinzip der Versuche und dazugehörige Anforderungen).

	Recyclingmischgüter	Niedertemperaturasphalte
Hohlraumgehalt von mit dem Gyrator verdichteten Probekörpern SN EN 12697-10 (Methode B)	x	x
Verarbeitbarkeit (Kohäsion) SN EN 12697-53		x
Kälteverhalten und Widerstand gegen Kälterisse (am Mischgut) SN EN 12697-46 (TSRST – Methode)	x	

# Planungsphase (6.1)

- Die Durchführung von Voruntersuchungen ist wichtig.
  - Entnahme von Bohrkernen (inkl. PAK-Gehalt Analyse) und Durchführung von Sondierungen, Zustandserhebungen und Tragfähigkeitsmessungen.
  - Hilft zur Vorbereitung des Asphaltrückbaus
    - Entwicklung einer geeigneten Rückbaumethode, welche eine Verwertung auf höchstmöglichem Niveau ermöglicht (Fräsen Schicht um Schicht).
    - Abschätzung der Mengen und Festlegung der Verwertungs- und Entsorgungswege.
- Empfehlungen zur Wahl der zu verwendenden Asphaltmischguttypen und -sorten.
- Hinweise für die Konsolidierung der Dimensionierungs- und finanziellen Aspekte.

## Teil 1: Allgemeine Informationen und Grundwissen

Kapitel 1: der Ausbauasphalt und das Asphaltgranulat

Kapitel 2: Die verschiedenen Asphaltmischgutprodukte

## Teil 2: Bestandaufnahme

Kapitel 3: Einschränkungsfaktoren für die Entwicklung von Recyclingmischgut und Niedertemperaturasphalt

Kapitel 4: Erfahrungen mit Recyclingmischgut und Niedertemperaturasphalt

## Teil 3: Erweiterter Anwendungsbereich und dazugehörige Anforderungen - Berücksichtigung und Förderung in Strassenbauprojekten

Kapitel 5: Erweiterter Anwendungsbereich und dazugehörige Anforderungen

Kapitel 6: Berücksichtigung und Förderung von Recyclingmischgütern und Niedertemperaturasphalten in Strassenbauprojekten



# Ausschreibungsunterlagen (6.2)

- ❑ Informationen, die in Ausschreibungsunterlagen zu integrieren sind:
- ❑ Verweis auf:
  - wichtige Dokumente → Gesetze, Normen, Richtlinien
  - Spezifische Anforderungen → u.a. am rückgewonnenen Bindemittel
- ❑ Genaue Beschreibung der gewünschten Produkte (in der Submission, in den Plänen).
- ❑ Folgende Elemente müssen eingefordert werden:
  - ❑ technischer Bericht
  - ❑ Kopie der Typprüfungen und der neuesten Version der Produktdeklaration
  - ❑ Referenzen der Baufirma

Vereinigung Interkantonale Walzaspalt-Zulassung

Lieferwerk: **BAV Belag AG Volketswil** Prüfstelle: **Walo Bertschinger**

Walzaspalt - Deklaration 2020		ACT 22 N RECO	
Mischgutangaben	Sollwerte	Anforderungen	Code: 25049
Binderstoff	B 70100		
Zell-Bitumen	4.2	Toleranz EW = ± 0.8	
Zugabestanden	Spez. Bitumen V2338		
Rückgewinnung aus Mischgut			
- Penetration mit [1/10 mm]	35		
- Penetration max [1/10 mm]	76		
- Erweichungspunkt Rvk. min	47		
- Erweichungspunkt Rvk. max	62		
- Elastische Rückstellung [%]	---		
Mineralstoffe Herkunft:			
- Pulver	Eigenfüller		
- Kalkhydrat			
- feine Gesteinskörnung	HASTAG		
- grobe Gesteinskörnung	HASTAG		
- Mineralien Sand > 2.0 mm	31 M-%		
- Mineralien Splite > 2.0 mm	69 M-%		
Mineralstoffklasse	C 7010	C 50/20	
Recycling-Granulat	RA 016 R20		
- Kaltzugdeh	M-%	50 - 100%	
- Warmzugdeh	M-%		
- Sekundärsplitt	M-%	R20 Volketswil	
Mineralwerte			
- Versickerungstemperatur	145 °C		
- Rinderdichte	kg/m <sup>3</sup>	2410	
- Rinderdichte	kg/m <sup>3</sup>	2523	
- Horizontalegerstall Nk. Vw-%	4.9	3.0 - 6.0	
- Horizontalegerstall VFB, Vw-%	4.9	3.0 - 6.0	
- Stabilität S kN	1.1	≥ 7.5	
- Fließen F, mm	1.6	1.5 - 3.5	
Bit und B-Bestehen			
- Sprühverlust LPHG [%]			
- 1000 Prüfzyklen	%		
- 3000 Prüfzyklen	%		
- Wasserempfindlichkeit	%	≥ 70%	
Korngrößenverteilung	mm	Toleranz	mm
- Einzelwerte Siebdurchgang	45.0 (M-%)		60
	31.5 (M-%)	100.0	60
	22.5 (M-%)	95.0	60
	16.0 (M-%)	84.0	60
	11.0 (M-%)	73.0	60
	8.0 (M-%)	63.0	60
	5.0 (M-%)	53.0	60
	4.0 (M-%)	45.0	60
	2.0 (M-%)	31.0	60
	1.0 (M-%)	22.0	60
	0.5 (M-%)	17.0	60
	0.25 (M-%)	13.0	60
	0.125 (M-%)	10.0	60
	0.075 (M-%)	8.0	60

Erstprüfungs-Bericht  
 Nummer: 21 C  
 gültig bis: 22.04.2025  
 Konformitätserklärung: ja

Datum: 22.05.2020  
 Ort: Volketswil  
 BAV Belag AG Volketswil  
 Kanton Aargau  
 8056 Zuzach

Datum: 22.05.2020  
 Ort: Volketswil  
 Walo Bertschinger  
 Zentrale Laborstelle  
 Gessenröschstrasse 5, 8163 Dählhölzli

Datum: 21.10.2020  
 Ort: Volketswil  
 Walo Bertschinger  
 Kanton Aargau  
 Tiefbau  
 Poststrasse 11, 8304 Wollisellen

Deklaration, Quelle: VIWZ

Die Beläge für die Trag- und die Binderschichten wurden im Leistungsverzeichnis wie folgt ausgeschrieben (Auszug aus dem LV):

451.701 AC T 22 S  
 Mischgut  
 Anteil Recycling - Material  
 mindestens 60 %  
 Bindemittelart, -sorte  
 PmB 45/80-65 (CH-E),  
 d mm 70  
 Ausmass: Masse  
 LE = t

:RW 820 LE

Quelle: Submission Kanton Aargau



► **Schlusswort und Perspektiven**

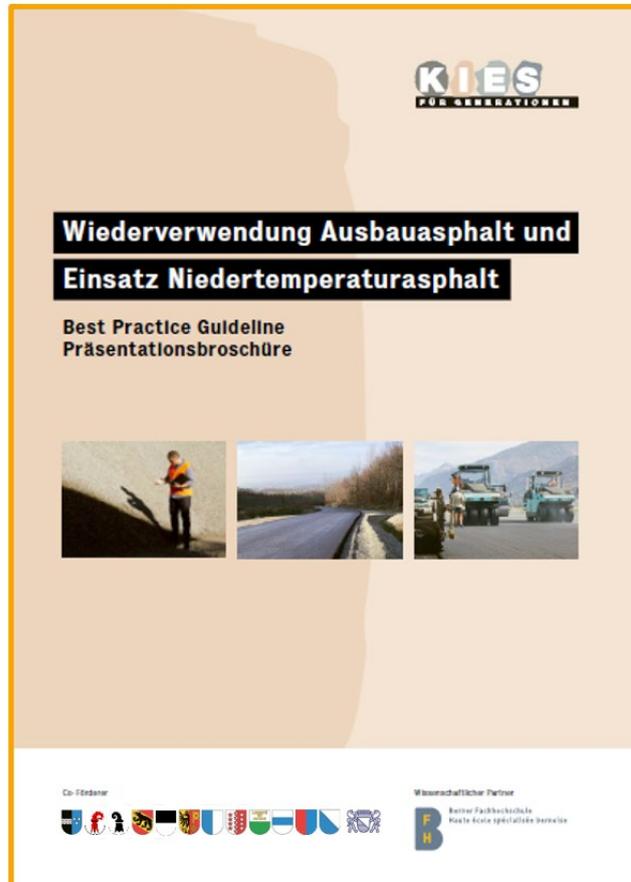
# Wo kann ich das Dokument finden?

- ❑ Best Practice Guideline herunterladen:

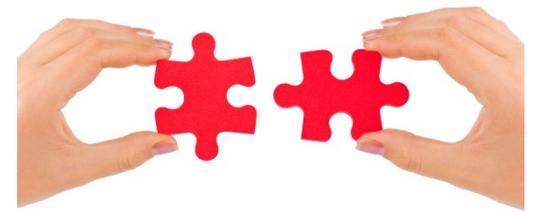
<https://www.kiesfuergenerationen.ch/ziele/asphalt-recycling>

- ❑ Demnächst:

A5-Flyer in den drei Sprachen D|F|I digital und in Papier für alle Gemeinden und Ingenieurbüros.



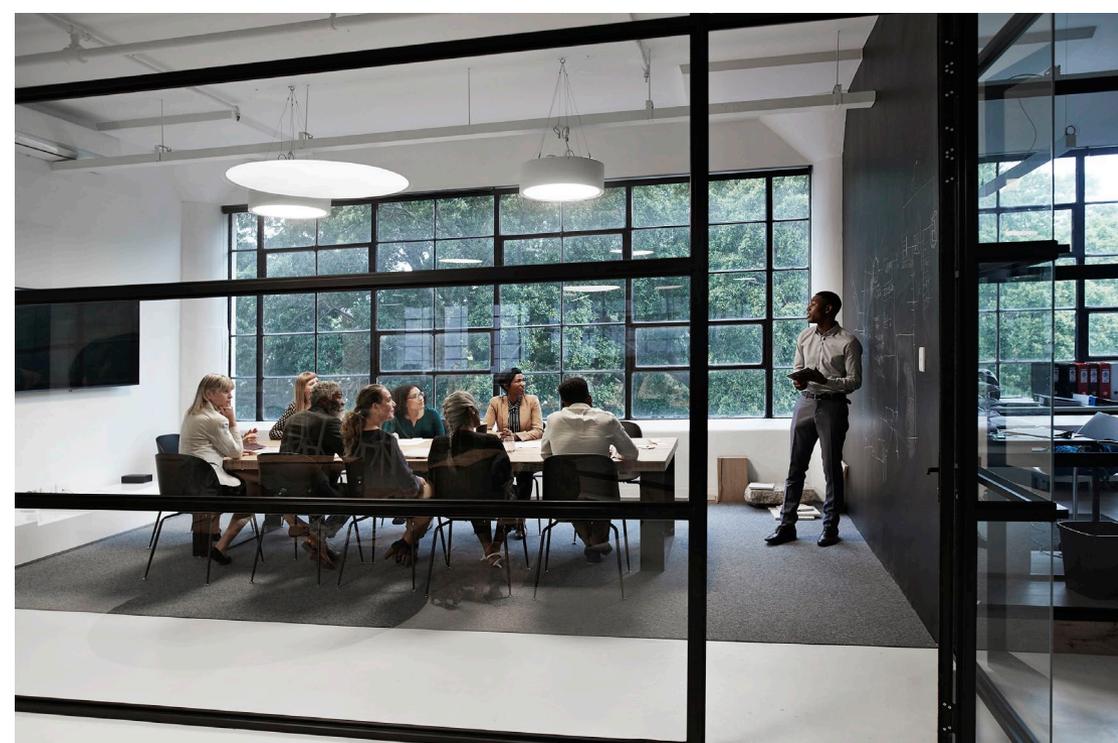
# Schlusswort



- ❑ Das **Hauptziel** der Guideline besteht darin, Ihnen in der Praxis zu helfen, die Recyclingmischgüter mit hohen Ausbauasphaltanteilen und die Niedertemperaturasphalte im Rahmen von Strassenbauprojekten zu integrieren und zu fördern – ohne ein zusätzliches Risiko einzugehen.
- ❑ Die Guideline ist **praxisorientiert**. Sie fasst zusammen und ergänzt die in der Schweiz vorhandenen Unterlagen und Erfahrungen über die Themen Recycling und NTA.
- ❑ Wir erhoffen uns, dass die Guideline im Berufsalltag angewendet wird.
- ❑ Es liegt nun an Ihnen, dies so durchzuführen und den von der KFG initiierten Weg weiterzugehen.

# Perspektiven

- ❑ Weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf :
  - ❑ Ökobilanz
  - ❑ Qualitätssicherung
  - ❑ Langzeitverhalten
- ❑ Eine Roadmap mit Themen für die Zukunft wurde erstellt.
- ❑ Aktualisierung der Guideline in ca. 1.5 Jahr geplant.





Berner  
Fachhochschule

Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit  
und an alle Partner für die Mitwirkung  
und grosszügige Unterstützung

**Prof. Dr. Nicolas Bueche**

Berner Fachhochschule  
Leiter Kompetenz Bereich Verkehrsinfrastruktur

[nicolas.bueche@bfh.ch](mailto:nicolas.bueche@bfh.ch), +41 79 602 16 32

**Laurent Audergon**

Geschäftsführer arv Baustoffrecycling Schweiz  
Geschäftsführer Plattform «Kies für Generationen»  
Vorsitzender Projektsteuerungskomitees Subgruppe 'Asphalt'

[l.audergon@arv.ch](mailto:l.audergon@arv.ch), +41 78 714 26 01



**Plattform Kies für Generationen**



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

[info@kiesfuergenerationen.ch](mailto:info@kiesfuergenerationen.ch)



# **Gedanken zum Aufbau einer werkseigenen Produktionskontrolle (WPK)**

**Roland Weiss  
Vorsitzender der Geschäftsleitung**

**S-Cert AG  
Lindenstrasse 10  
5103 Wildegg**

# Einstieg

Wer keine WPK hat,  
kann am freien Markt nicht bestehen!

# Was ist eine WPK?

Werkseigene Produktionskontrolle (WPK)

Ein System zur Sicherstellung der Einhaltung von Anforderungen

Ein Qualitätssicherungssystem

# Qualität

Was ist Qualität?

Wann ist ein Produkt gut?

Wenn es brauchbar ist.

Wenn es den Anforderungen entspricht.

# Elemente einer WPK

- Organisation
- Produktionslenkung
- Produkteprüfung
- Dokumentation

# Wo steht meine WPK?

Entspricht meine WPK den Anforderungen der massgebenden Produktnorm?

# Welche Norm ist massgebend?

Auszug Produktnormen für Gesteinskörnungen:

- Gesteinskörnungen für Beton: EN 12620
- Ungebundene Gemische: EN 13285
- Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Schichten: EN 13242

# Bauproduktengesetz

Der Bundesrat > EFD > BBL

Startseite Übersicht Kontakt Kundenplattform Intranet DE FR IT Anmelden

Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Bundesamt für Bauten und Logistik BBL

Bauten Logistik Themen Dokumentation Das BBL

Bundesamt für Bauten und Logistik > Themen > Fachbereich Bauprodukte und Europäische Angelegenheiten – FABEA

< Themen

**Fachbereich Bauprodukte und Europäische Angelegenheiten – FABEA**

Organisation

Rechtsgrundlagen

Downloads

Archiv

## Fachbereich Bauprodukte und Europäische Angelegenheiten – FABEA

**Aktuell**

**Normen**

**Europäische Technische Bewertung**

**Produktinformationsstelle**

**Inverkehrbringen und Bereitstellen von Bauprodukten**

**Wirtschaftsakteure**

**Kontakt**

Produkteinformationsstelle für das Bauwesen

E-Mail: [bauprodukteinfo@bbl.admin.ch](mailto:bauprodukteinfo@bbl.admin.ch)  
Telefon: +41 (0)58 46114 50

[Kontakt drucken](#)

Wegleitung zur Bauproduktengesetzgebung

Wegleitung zur Bauproduktengesetzgebung

[Zum BBL-Shop](#)

[Link BBL: Fachbereich Bauprodukte und Europäische Angelegenheiten – FABEA](#)

# WPK auf Normstandard bringen

Hilfe ja, aber...



# WPK auf Normstandard bringen

Entspricht meine WPK den Anforderungen der massgebenden Produktnorm?

Mögliches Vorgehen:

- Was kann mein Produkt?
- Wieso ist/bleibt mein Produkt gut?

# Was kann mein Produkt



Hersteller- bzw. Leistungserklärung

# Hersteller- bzw. Leistungserklärung

Die EN Produkte-Norm regelt die Sprache.

Anwendung/Anwender die Anforderungen

6. erklärte Leistungen: [gem. SN EN 12620 Anhang ZA.1]

Wesentliches Merkmal		Normkapitel	Leistungen
Korngruppe	Bezeichnung	4.2	4/8
Kornzusammensetzung	Kategorie	4.3	NPD
Kornform von groben GK	Kategorie	4.4	NPD
Kornrohdichte und Wasseraufnahme	angegeb. Wert		NPD
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			NPD
Bestandteile von groben recycelten GK	Kategorie	5.8	Ra <sub>1</sub> , Rb <sub>2</sub> , Rc <sub>25</sub> , RU <sub>75</sub> , (X+RG) <sub>0,3</sub> , FL <sub>2</sub>
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			NPD

Prüfaufwand

NPD = No Performance Determined

Die Leistungen der vorstehenden Produkte entsprechen den erklärten Leistungen. Für die Erstellung der Leistungserklärung im Einklang mit den einschlägigen Rechtsvorschriften ist alleine die oben genannte Herstellerin verantwortlich.

# Mein Produkt kann was ich verspreche!

~~Das Produkt ist normkonform~~

Kann, was auf der Hersteller- bzw. Leistungserklärung garantiert wird.

# Wieso ist/bleibt mein Produkt gut?

Wiederholbar?

Heute das gleiche Produkt wie im vergangenen Jahr.

Erreichbar durch:

Das ist eine werkseigene Produktionskontrolle (WPK)

Eindeutige Verantwortlichkeiten?

Nachvollziehbar?  
Sicherstellen der gesetzlichen und kundenspezifischen Anforderungen

- Organisation
- Produktionslenkung
- Produkteprüfung
- Dokumentation

/Arbeitsanweisungen)  
Rückverfolgbar?

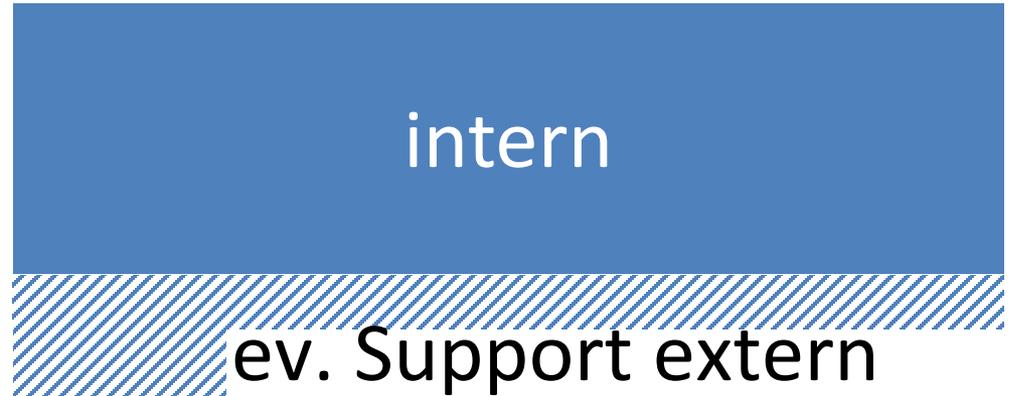
Ursache eines Fehlers eruiierbar (Dokumentation)

# Kosten

WPK: Aufbau,  
Pflege, Umsetzung

Zertifizierung WPK

Prüfungen



6. erklärte Leistungen (gem. SN EN 12620 Anhang ZA.1)

Wesentliches Merkmal	Bezeichnung	Normkapitel	Leistungen
Korngröße	Kategorie	4.2	4B
Kornzusammensetzung	Kategorie	4.3	NPD
Kornform von groben GK	Kategorie	4.4	NPD
Kornhohlräume und Wasseraufnahme	angegeb. Wert		NPD
			NPD
Bestandteile von groben rezeptierten GK	Kategorie	5.0	Ra, Rb, Rc, Rd, (X+RG) <sub>1,2</sub> , F <sub>L</sub>
			NPD

Versprochene  
Merkmale  
Mengen

# Kosten Zertifizierung der WPK

Erstinspektion  
~CHF 4-5'000



Regelüberwachung  
~CHF 3'000/a



*unverbindliche Grössenordnungen für  
1 Werk, WPK für UG's*

# Kosten Prüfungen

Pro Prüfung

6. erklärte Leistungen: [gem. SN EN 12620 Anhang ZA.1]

Wesentliches Merkmal		Normkapitel	Leistungen
Korngruppe	Bezeichnung	4.2	4/8
Kornzusammensetzung	Kategorie	4.3	NPD
Kornform von groben GK	Kategorie	4.4	NPD
Kornrohdichte und Wasseraufnahme	angegeb. Wert		NPD
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			NPD
Bestandteile von groben recycelten GK	Kategorie	5.8	Ra <sub>1</sub> , Rb <sub>5</sub> , Rc <sub>25</sub> , RU <sub>75</sub> , (X+RG) <sub>0.3</sub> , FL <sub>2</sub> .
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			NPD

300

350

700

700

500

2'300

Prüfplan gibt vor, wie oft pro  
Los/Kubatur/Zeitperiode

*unverbindliche Größenordnungen*

# Kosten Prüfungen

*Abhängigkeiten in Funktion Menge, Zeiten und Erfahrung*

Menge to	Kosten	Kosten/to
Produkt A: 5'000	800	0.2
10'000	1'600	0.2
20'000	2'200	0.1
Produkt B: 5'000	5'000	1
10'000	7'500	0.8
20'000	8'100	0.4
20'000	9'900	0.5

# Fazit

Jeder der am Markt besteht, hat eine WPK!

Herausforderungen: Dokumentation und Rückverfolgbarkeit (Erfüllung der Normforderungen)

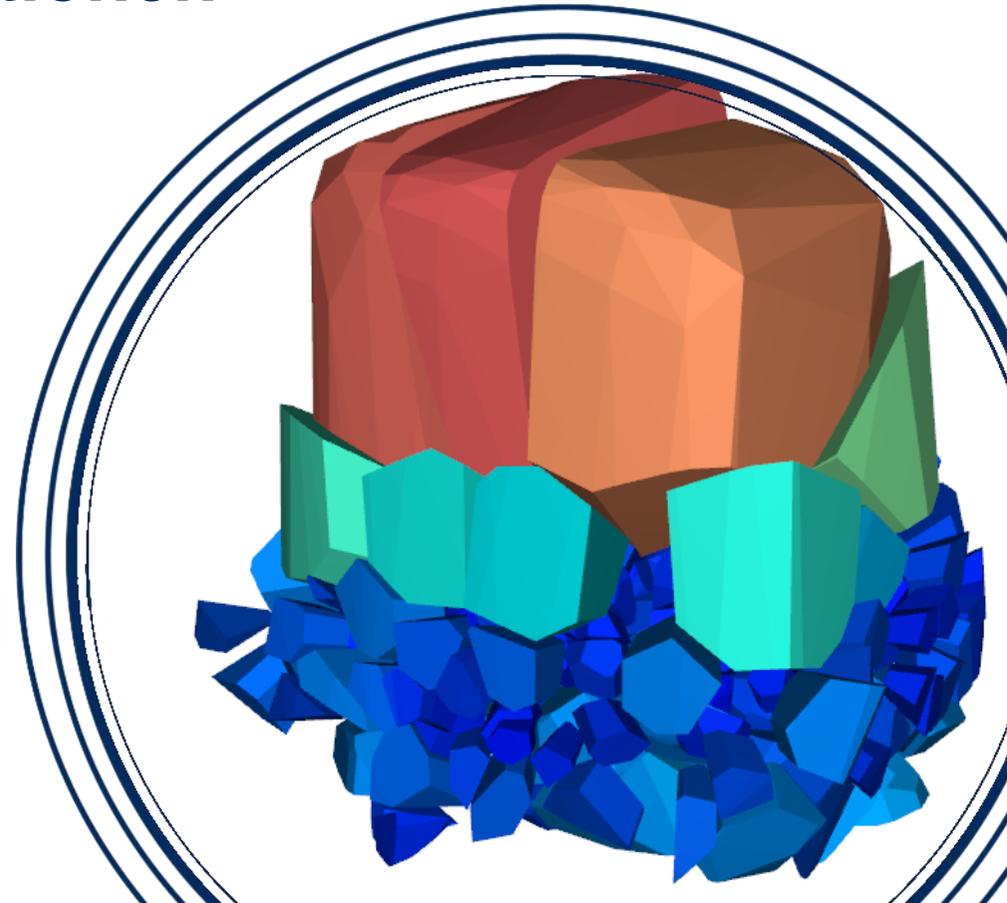
Motivation:

Marktfähige und brauchbare Produkte mit hoher Sicherheit produzieren

# Anlagenspezifische Modellierungen und Simulationen

arv Baustoffrecycling Schweiz  
eBlickpunkt  
25. August 2021 per Zoom

Dr. Jorge Ferreira  
CADFEM Bereich Rocky DEM  
[jferreira@cadfem.de](mailto:jferreira@cadfem.de)  
Tel. +49 (0) 8092 7005 713



**CADFEM**<sup>®</sup>

**Ansys** /

ELITE  
CHANNEL PARTNER

# Übersicht

- Zirkuläre Bauwirtschaft
- Optimierung von Grundoperationen
- Die Diskrete Element Methode (DEM)
- Nutzen der Simulation
  - Zerkleinern
  - Sieben
  - Transportieren
  - Windsichten
  - Staubreduktion
  - Verschleiss
- Zusammenfassung



# Earth Overshoot Day:

Am 29. Juli 2021  
verbrauchte die  
Menschheit  
ihre natürlichen  
jährlich nachwachsenden  
Ressourcen.

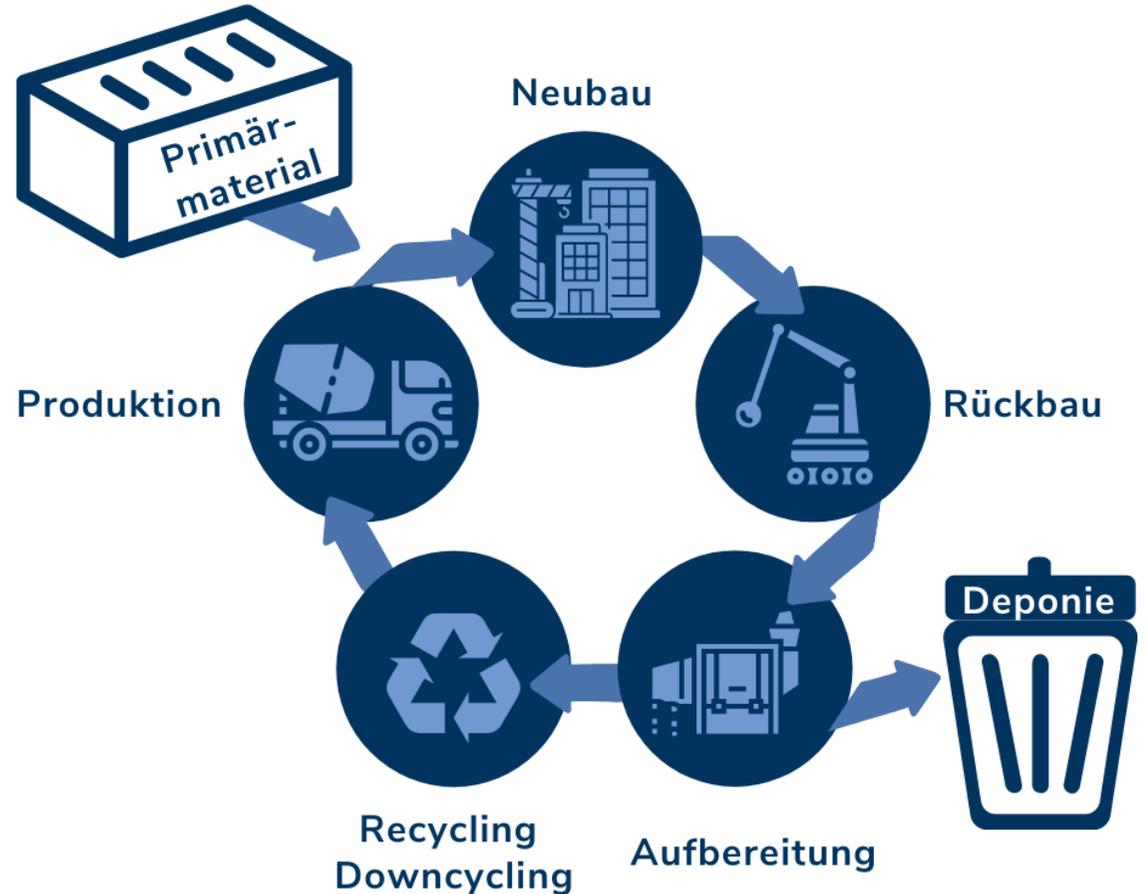
CH: 11. Mai, D: 5. Mai



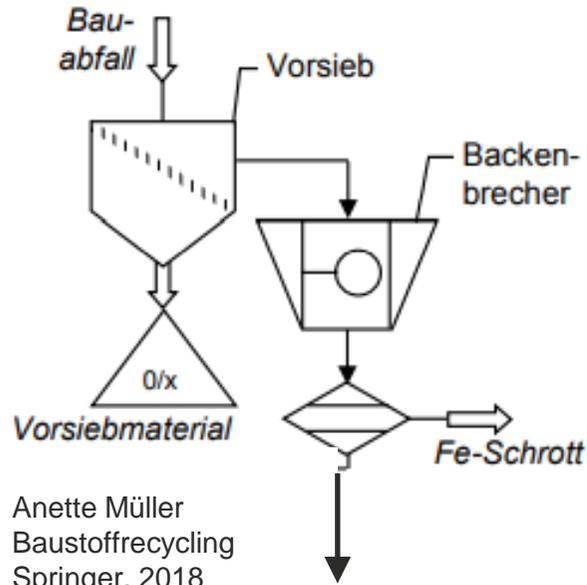
# Zirkuläre Bauwirtschaft

## Urban Mining

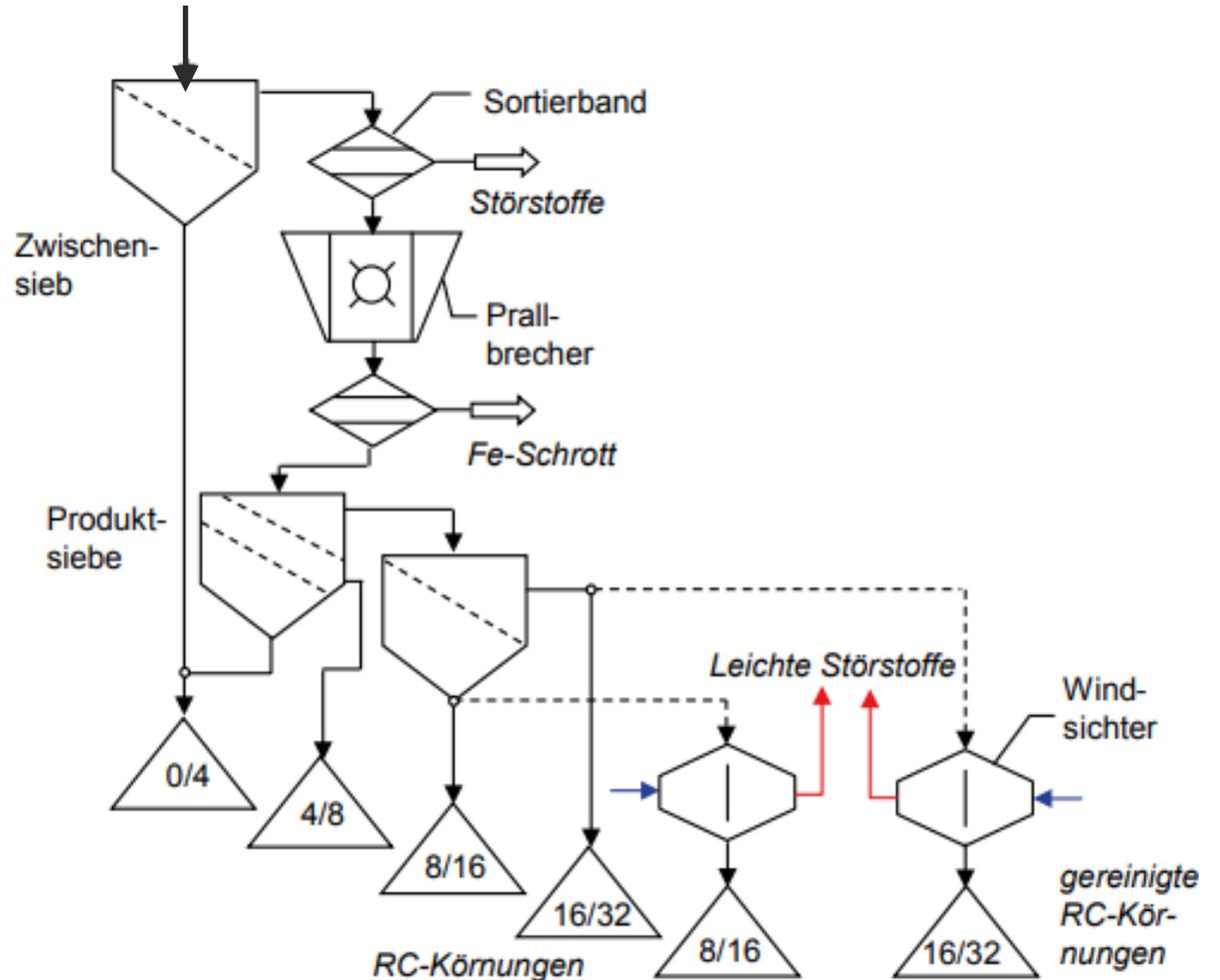
- Schweiz (arv):
  - 14 Mio Tonnen Bauabfall
- 10% Recycling
- 50% Downcycling
- 40% Deponie
- Zirkuläre Bauwirtschaft:
  - Steigerung des Recyclings
  - Innovative Prozesse
  - Optimierung der Prozesse



# Baustoffrecycling: Grundoperationen

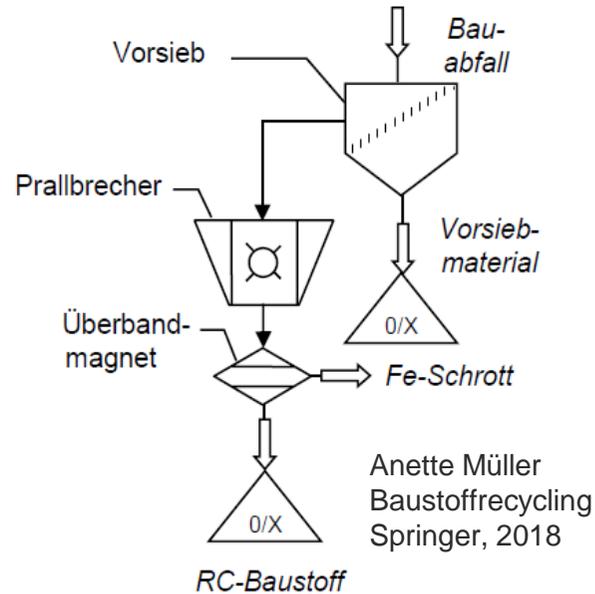


Anette Müller  
Baustoffrecycling  
Springer, 2018

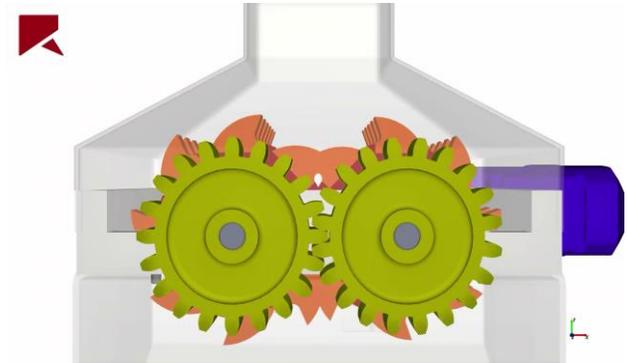


# Simulation der Grundoperationen

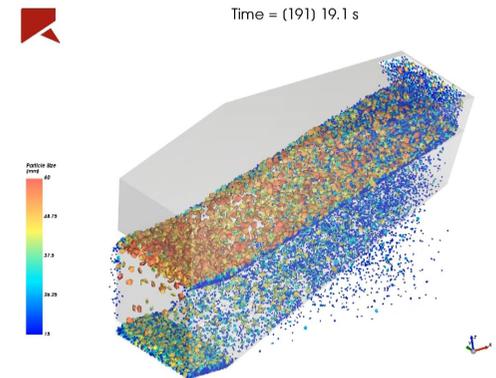
- Zerkleinern
- Trennen und Sieben
- Fördern
- Windsichten
- Staubvermeidung
- Anlagenoptimierung
  - Verschleiss
  - Energieverbrauch
- Mischen



## Zerkleinern

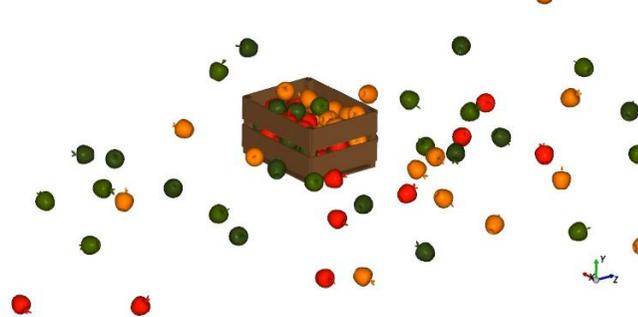
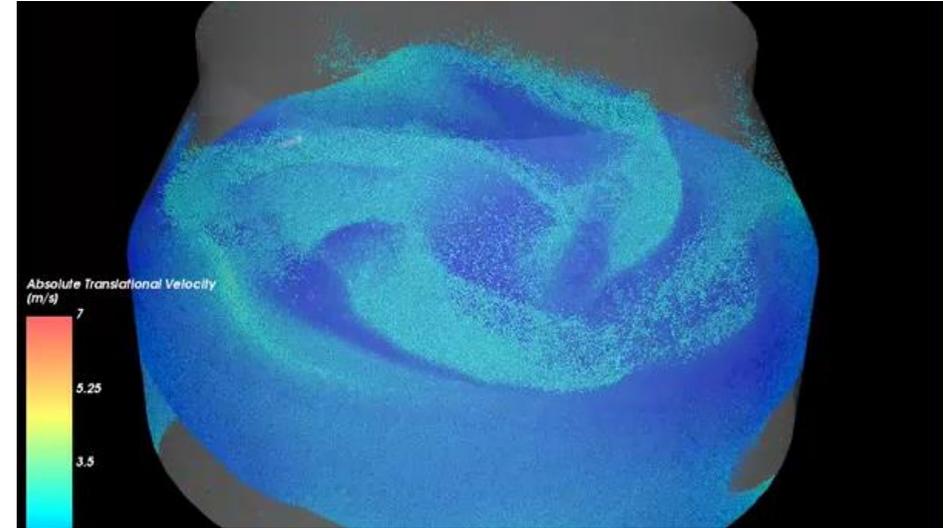


## Sieben



# Partikelsimulation mit der Diskreten Element Methode (DEM)

- 2. Newtonsches Gesetz



# DEM in der Industrie

Haushalts-  
geräte

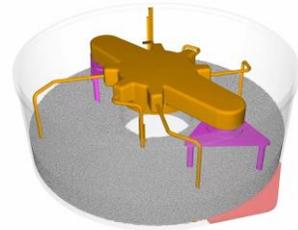
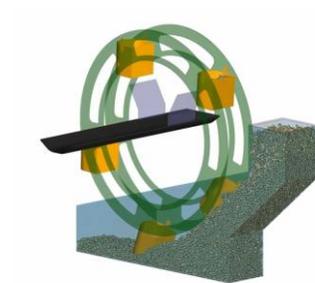
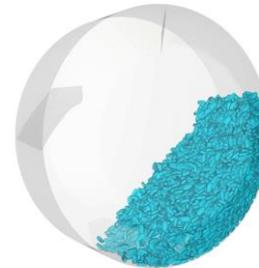
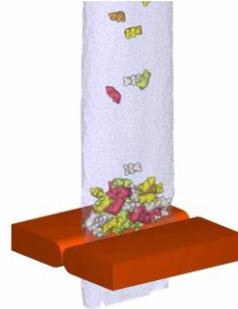
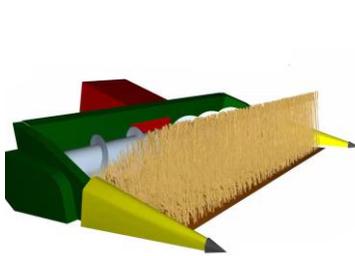
Landwirtschaft

Lebensmittel  
Verpackung

Pharma  
Chemie

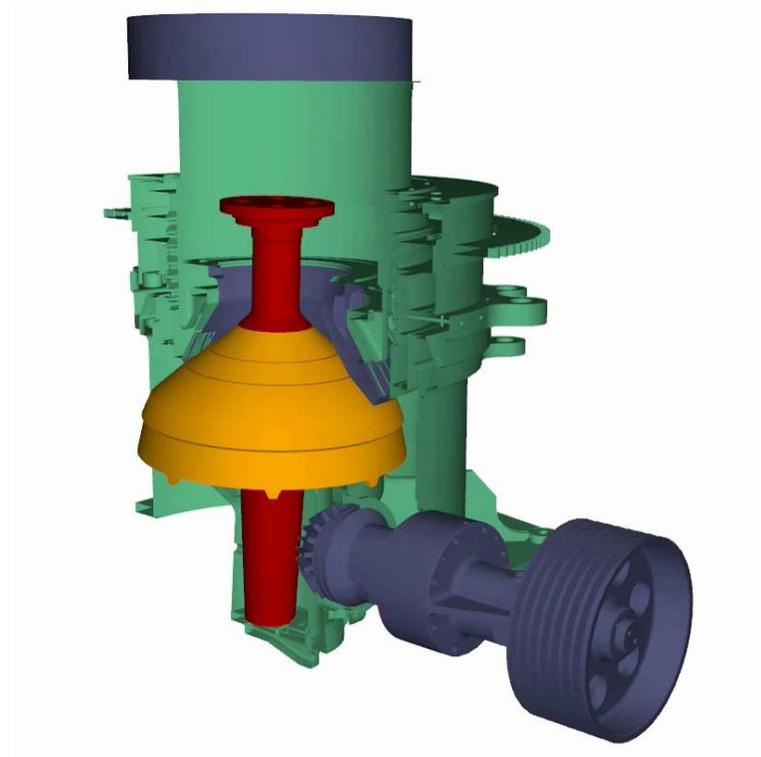
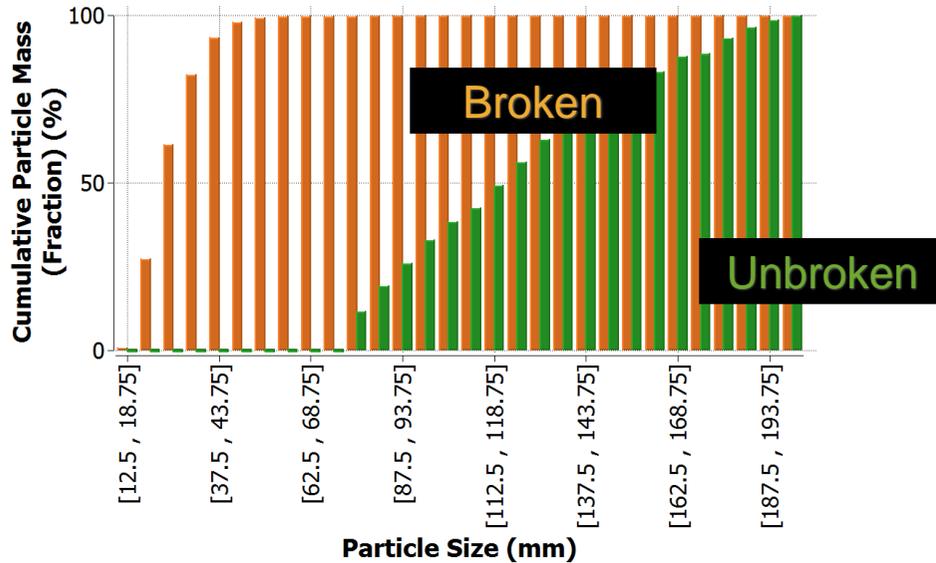
Bergbau  
Schüttgut

Fertigung  
Produktion



# Zerkleinern - Größenverteilung

- Korngrößenverteilung

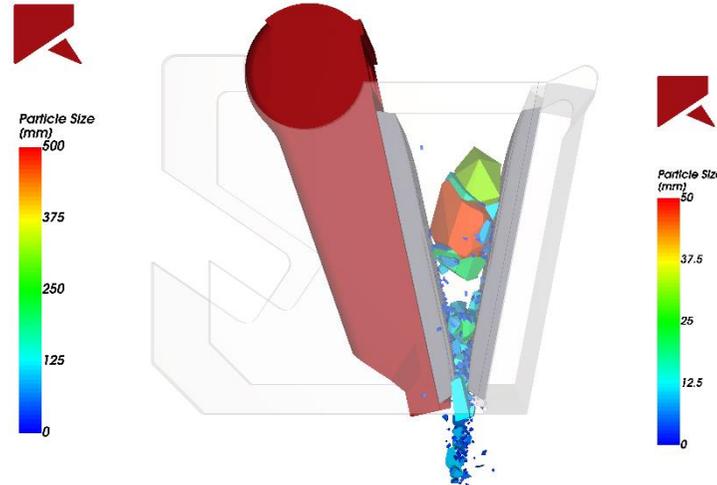


# Zerkleinern / Brecher

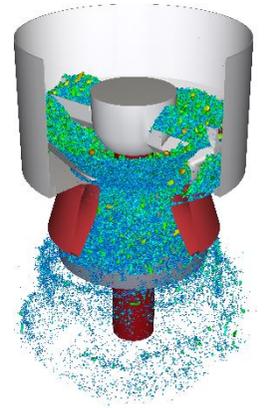
## Nutzen der Simulation:

- Vorhersage und Optimierung von:
  - Energieverbrauch
  - Durchsatz
  - Produkteigenschaften
  - Verschleiß
- Als Funktion von:
  - Brecher-Design und Aufgabestrom
  - Bewegungsform und Frequenz
  - Drehmoment
  - Materialeigenschaften

Backenbrecher



Kegelbrecher



Prallbrecher



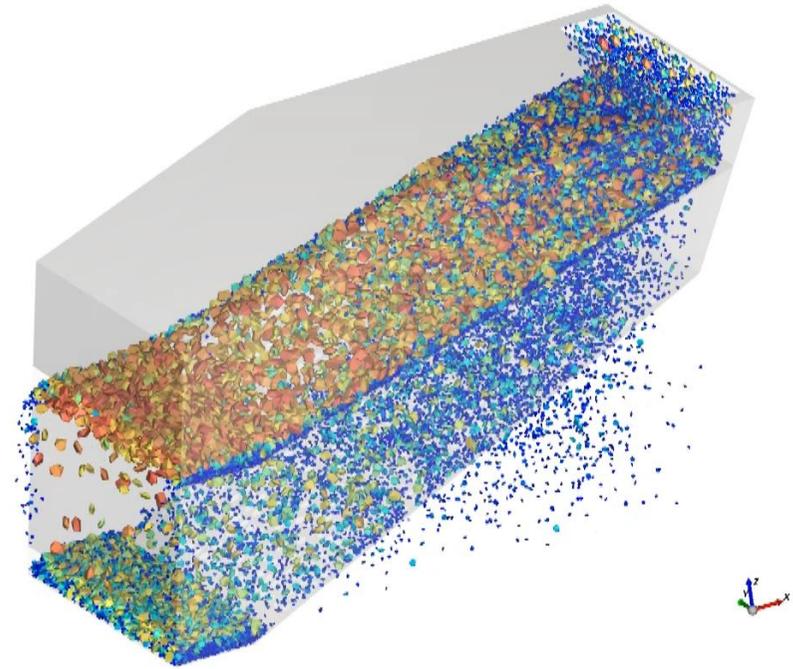
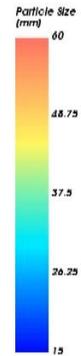
# Vibrationssieben

## Nutzen der Simulation:

- Vorhersage und Optimierung von:
  - Trennkurve
  - Durchsatz
  - Belastungen auf das Gut und die Maschine
- Als Funktion von:
  - Siebbewegung (Linear-, Ellipsenschwinger, etc.)
  - Schüttguteigenschaften
  - Siebkonstruktion



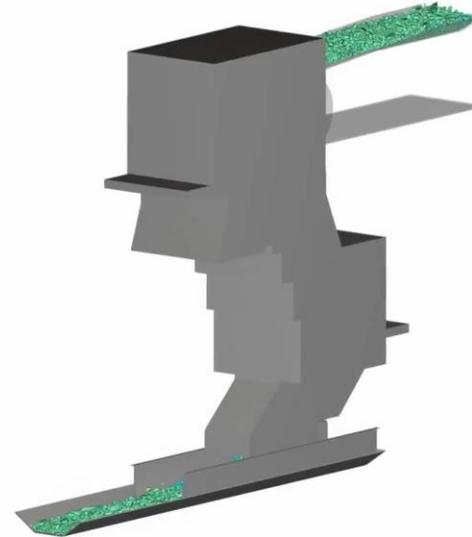
Time = (191) 19.1 s



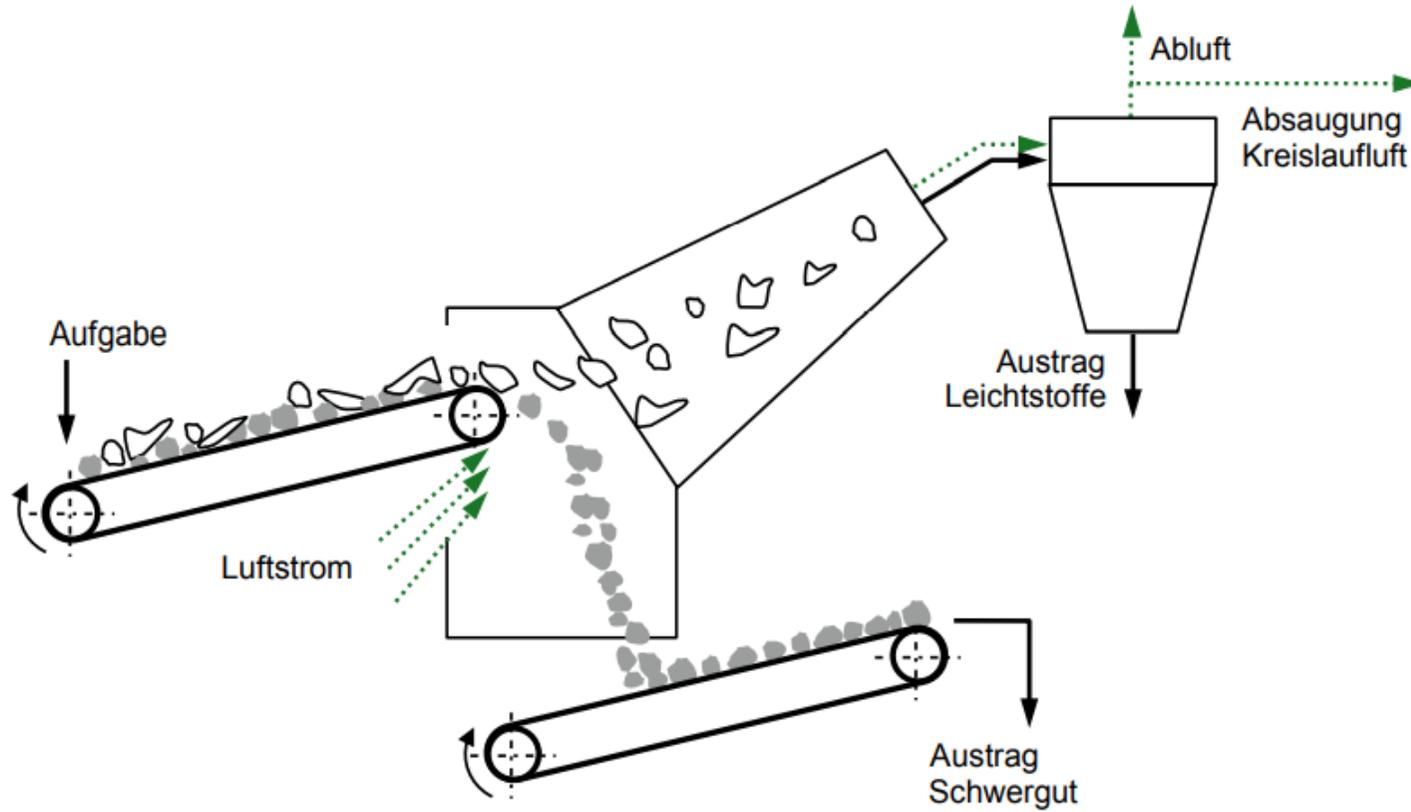
# Fördern: Übergabeschurre

## Nutzen der Simulation

- Vorhersage und Optimierung von:
  - Optimierung von Transporteigenschaften
  - Vermeiden von Blockaden
  - Erhöhen der Lebensdauer
- Als Funktion von:
  - Des Designs der Anlage
  - Schüttguteigenschaften
  - Feuchtegehalt
  - Größenverteilung



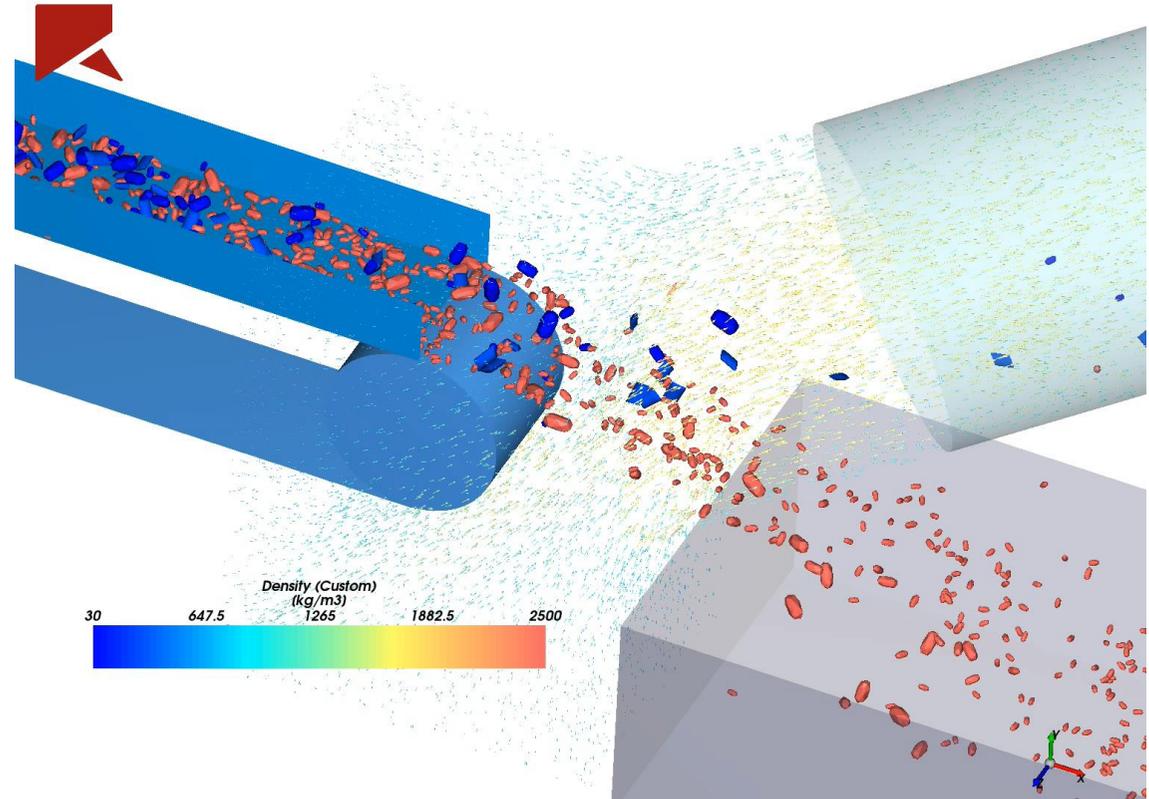
# Windsichter



# Windsichten – Koppelung DEM mit CFD Austrag von Holz und EPS Schaum aus Betonbruch

## Nutzen der Simulation:

- Vorhersage und Optimierung von:
  - Trennkurve
  - Durchsatz
- Als Funktion von:
  - Strömungsführung
  - Strömungsgeschwindigkeit
  - Schüttguteigenschaften
  - Größenverteilung

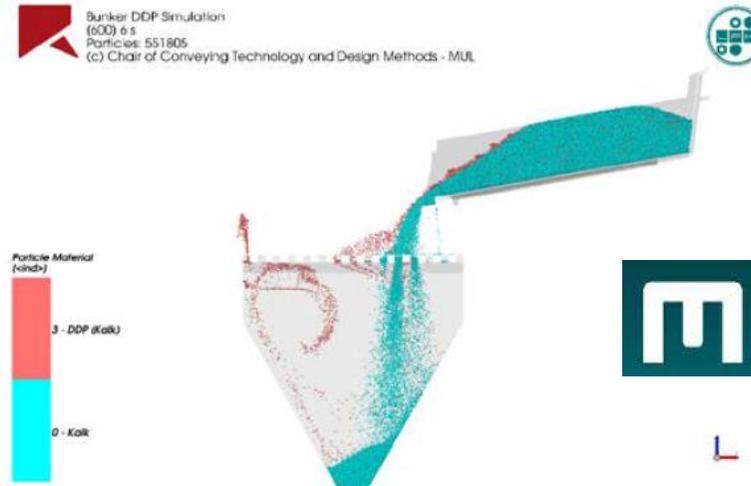


## Zielsetzung

Verringerung der Staubbildung zum Schutz der Arbeitnehmer und der Umwelt

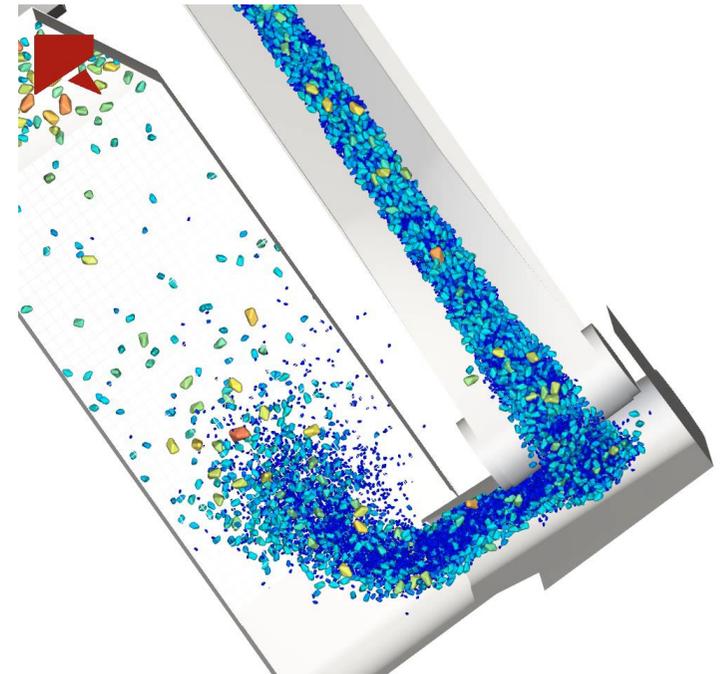
## Simulationsstrategie

- DEM-CFD 2-Wege-Kopplung
- Designverbesserungen des Bunkers durch schnelle Bewertung des Simulationsergebnisses



# Zusammenfassung

- Zirkuläre Bauwirtschaft
- Notwendig: deutliche Steigerung der Recyclingrate
- Innovative Prozesse
- Optimierung der Grundoperationen
- Simulationswerkzeuge haben sich bewährt
  
- DEM/CFD/FEM sind Werkzeuge
- Wirkung entfalten durch Anwendung
- Einstieg über
  - Pilotprojekte
  - Consulting-Projekte oder Forschungsprojekte
  - Testlizenz



# CADFEM

## Simulation ist mehr als Software

CADFEM – Welt der Simulation

CADFEM Deutsch-Schweiz

Alexander Beck

Tel.: +41 (0) 52 368 01 31

E-Mail: [alexander.beck@cadfem.ch](mailto:alexander.beck@cadfem.ch)

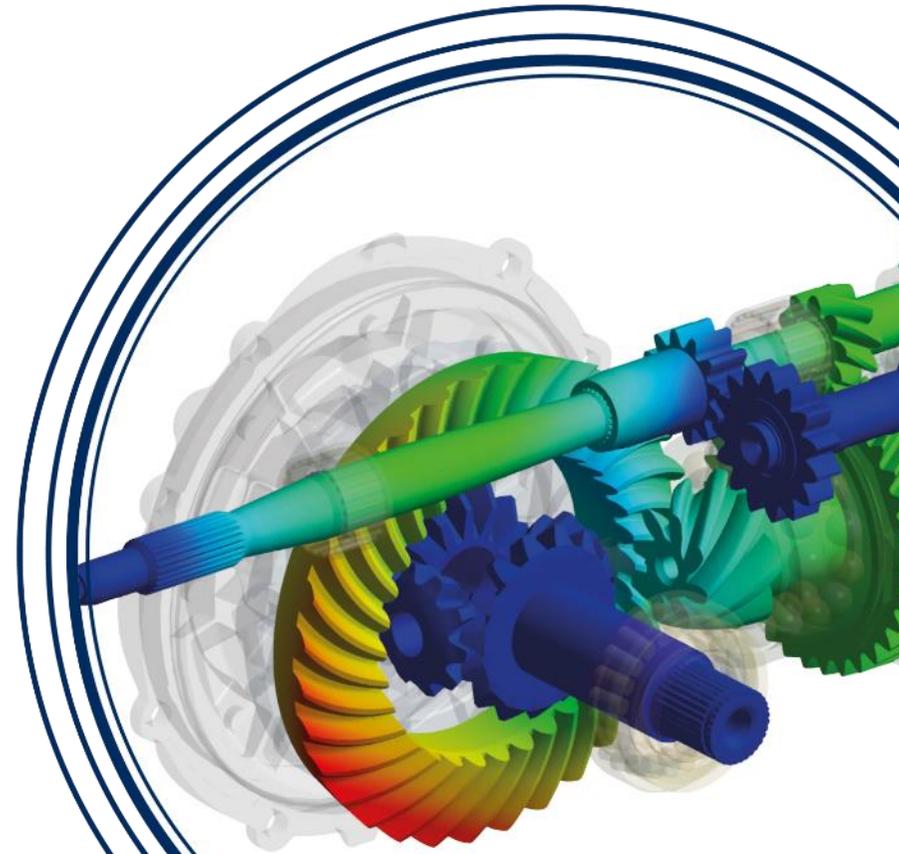
[www.cadfem.net](http://www.cadfem.net)



**CADFEM**<sup>®</sup>

**Ansys** /

ELITE  
CHANNEL PARTNER



# CADFEM

## La simulation est plus qu'un logiciel

CADFEM – L'Univers de la Simulation

CADFEM Romandie

Aniko Rakai

Tel.: +41 (0) 21 614 80 71

E-Mail: [aniko.rakai@cadfem.ch](mailto:aniko.rakai@cadfem.ch)

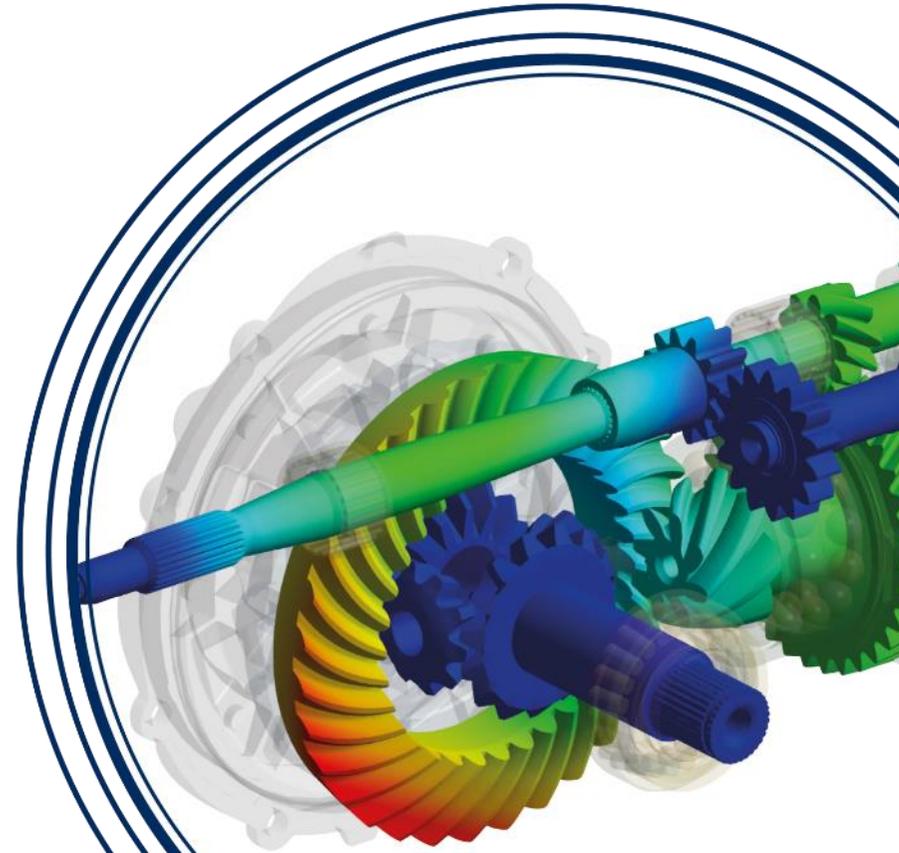
[www.cadfem.net](http://www.cadfem.net)



**CADFEM**<sup>®</sup>

**Ansys** /

ELITE  
CHANNEL PARTNER



# Teilnehmende eBlickpunkt 2021

Name	Vorname	Firma	PLZ	Ort	Funktion
Aebi	Werner	fachkom gmbh	8135	Langnau am Albis	Chefredaktor die baustellen
Alsbach	Mike	Re-Center Muttenz AG	4132	Muttenz	Betriebsleiter
Ammann	Roger	Hastag St. Gallen Bau AG	9014	St. Gallen	Spartenleiter Kies Beton
Amrein	Beat	Amrein AG	6221	Rickenbach	
Angst	Dr. Christian	IMP Bautest AG	4625	Oberbuchsiten	Verwaltungsratspräsident
Aurebekk	Åke Jarl	IMP Bautest AG	4625	Oberbuchsiten	Projektleiter Asphalt
Beck	Alexander	CADFEM	8355	Aadorf	Account Manager
Beyli Nathanael	Nathanael	SYTEC Bausysteme AG	3176	Neuenegg	Leiter Produktmanagement
Bieri	Erwin	Düring AG Ebikon	6030	Ebikon	Leiter Entsorgung
Binzegger	Josef		8045	Zürich	
BOLL	Samuel	Kästli Bau AG	3113	Rubigen	Leiter Leistungszentrum Produktion
Brem	Robert	AFU SG	9001	St.Gallen	
Brun	Bastian	Joppen & Pita AG	4054	Basel	Altlastenberater
Bucheli	Hans Peter	Implenia Schweiz AG	5000	Aarau	Leiter Belagsbautechnik und Produktion
Bührer	Lukas	Kibag AG	8217	Wilchingen	Betriebsleiter
Bumann-von Känel	David Hannes	Bundesamt für Umwelt	3003	Bern	Abfall und Rohstoffe
Burgener	Ralph	B+S AG	3000	Bern 15	
Carlen	Philippe	Schweizerischer Baumeisterverband SBV	8042	Zürich	Leiter Qualität - Umwelt - Sicherheit
Denny Brändle	Denny	Schällibaum Bau AG	9656	Alt St. Johann	
Dietrich	Lukas	Spross Transport & Recycling AG	8004	Zürich	Betriebsleiter Betonwerk Zürich
Duijts	Christoph	KIBAG Management AG	8038	Zürich	Leiter Baustoffe, Mitglied der Geschäftsleitung
Eberle	Benedikt	Kantonales Tiefbauamt Thurgau	8510	8510 Frauenfeld	Abteilungsleiter Strassenbau
Egli	Simon	Makies AG	6144	Zell	
Eicher	Patrick		9000	St.Gallen	
Eisenegger	Stephan	Leisibach Entsorgung AG	6280	Hochdorf	Leiter Recycling
Evjen	Linda	Enerprice Partners AG	6039	Root D4	Energieberaterin
Feldmann	Martin	TIT Imhof AG	8280	Kreuzlingen	Leiter Entsorgung-Recycling
Ferreira	Dr. Jorge Carregal	CADFEM	85567	Grafring b. München	Leitung Rocky DEM
Fischer	Udo	REWAG AG	8455	Rüdlingen	
Fischer	Levi		3015	Bern	
Frei	Judith	magma AG	8005	Zürich	
Fricker	Tobias	Liebherr Baumaschinen AG	6260	Reiden	Aussendienst Verkauf Materialumschlagtechnik
Fronebner	Bruno	Kanton Appenzell Ausserrhoden Tiefbauamt	9102	Herisau	Strasseninspektor

Gauthiez Putallaz	Laure	Bundesamt für Strassen	3003	Bern	
Gisler	Ueli	Paul Baldini AG	6460	Altdorf	Geschäftsführer Service, ARBA
Grings	Anke		8200	Schaffhausen	
Grünenfelder	Bruno	Basler & Hofmann AG	8133	Esslingen	Leiter Umwelttechnik
Haagen	Tina	AGIR AG	8910	Affoltern am Albis	
Hartmann	Sophie	arv Baustoffrecycling Schweiz	8952	Schlieren	
Heiz	Roland	Lustenberger Menzikenzen GmbH	5737	Menzikenzen	Inhaber
Hennig	Susanne		8400	Winterthur	
Henzen	Michel	Dr. von Moos AG	5400	Baden	
Hering	Thomas	IMP Bautest AG	4625	Oberbuchsiten	Projektleiter Asphalt
Hermann	Michael	Fachspezialist Abfall und Rohstoffe	9001	St.Gallen	
Hofer	Felix	Java Rückbau + Recycling AG	4533	Riedholz	Geschäftsführer
Hugentobler	Nicole	Sieber Cassina + Partner AG	8004	Zürich	
Hümbeli	Arisha	Leuthard Bau AG	5634	Merenschwand	Leiterin Logistik
Imholz	Pius		6462	Seedorf	
Irali	Federico	EBP Schweiz AG	8032	Zürich	
Jenny	Ursina	KIBAG Baustoffe Region Sihl/Zürichsee	8856	Tuggen	
Keller	Christoph	F. Preisig AG	9000	St.Gallen	Projektleiter
Kohler	Marc	KIBAG Bauleistungen AG	3550	Langnau	Geschäftsführer
Kreikenbaum	Eike	magma AG	8005	Zürich	
Kressig	Stefan	W. Kressig AG	9470	Buchs	Bauführer
Langermann	Rolf	BHZ Baustoff Verwaltungs AG	8700	Küsnacht	Bereichsleiter Produktion und Anlagen
Lieb	Rupert	Baudirektion Kanton Zürich, Tiefbauamt, Stab	8090	Zürich	
Marchesi	Christian	Amt für Natur und Umwelt GR	7001	Chur	
Martinelli	Franco	Strabag AG	8280	Kreuzlingen	Technischer Gruppenleiter
Matter	Marco	C. Vanoli AG	6405	Immensee	
Morgan	Kurt	KIBAG RE AG Bodenrecycling	8038	Zürich	Projektleiter
Moser	Sacha yves	Bühlmann Recycling	1785	Cressier	BL ASAass. Sibe GGB
Müller	Mischa	Toggenburger AG	8404	Winterthur	Stv. Leiter Produktion
Müller	Werner	Pressebüro Werner Müller	8910	Affoltern a.A.	Redaktor DSB - Die Schweizer Baustoff-Industrie
Nyffenegger	Martin	LOG KOPP AG	2557	Studen	Geschäftsführer
Papazoglou	Elisabeth	Amt für Umweltschutz und Energie Kt. BL	4410	Liestal	
Pletscher	Kevin	Ernst Frey AG	4303	Kaiseraugst	Betriebsleiter
Radojkovic	Nenad	IMP Bautest AG	4625	Oberbuchsiten	Mitglied der Geschäftsleitung
Reichholf	Gerhard	Agir AG	8910	Affoltern a. Albis	Leiter Technik Kies & Beton
Reinecke	Tino	EBP Schweiz AG	8032	Zürich	
Rothardt	Gerd		8005	Zürich	
Rüegg	Michael	Strassenkreisinpektorat Gossau	9200	Gossau	Stellvertreter Strassenkreisinpektor

Sartori	Ivano	Leoni Gysi Sartori SA - Gysi Leoni Mader Ag	6945	Sorengo	Geologe-Bauing.
Sauser	Beat		4503	Solothurn	
Schäublin	Lukas	Terraluk Bau AG	4242	Laufen	Geschäftsinhaber
Schaufelberger	Urs		6023	Rothenburg	
Schguanin	Gregor	arv Baustoffrecycling Schweiz	8952	Schlieren	stv. GF
Schuler	Rafael	Sieber Cassina + Partner AG	3007	Bern	Mitglied der Geschäftsleitung
Schwery	Lorenz	SC+P Sieber Cassina + Partner AG	3007	Bern	
Spillmann	Peter	GEOTEST AG	6048	Horw	Experte
Steck	Jörg	Toggenburger AG	8404	Winterthur	
Stefan Schöni	Stefan	B+S AG	3000	Bern 16	Projektingenieur/Bauleiter
Steidle	Laurent	Geotest AG	3052	Zollikofen	
Stettler	Bruno	Vigier Beton Nordwest	2553	Safnern	Verkaufs- und Produktionsleiter
Sylaj	Jetulla	Lötscher Logistik AG	6014	Luzern	Geschäftsleiter
Weiss	Paul	Baustoff Freiamt AG	5608	Stetten	Leiter Baustoffe
Wetzig	Volker	SÜGB	3011	Bern	
Willareth	Martin	Joppen & Pita AG	4054	Basel	