



# Recycling und Materialeffizienz

Fachübergreifender Workshop in den Schulen – Schülerlabor an der Universität

Jochen Brinkmann, Kontaktstelle Schule – Universität, 26. September 2011, Osnabrück

## Projektpartner

Jochen Brinkmann und Dr.-Ing. Andreas Czymai, Kontaktstelle Schule – Universität

Prof. Dr.-Ing. Babette Tonn, Institut für Metallurgie

Prof. Dr.-Ing. Daniel Goldmann, Institut für Aufbereitung, Geomechanik und Deponietechnik

Dr.-Ing. Rainer Masendorf, Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit

Dr.-Ing. Rolf Reiter, Institut für Schweißtechnik und Trennende Fertigungsverfahren

Prof. Dr.-Ing. Lothar Wagner, Institut für Werkstoffkunde und Werkstofftechnik

Gefördert durch die



## Gliederung

- Struktur und Instrumente der Öffentlichkeitsarbeit
- Flying Science Circus – Andockpunkt unseres DBU-Projektes
- Recycling und Materialeffizienz
  - Workshop „Was steckt in deinem Handy“?
  - Schülerlabor Materialwissenschaften
- Ziele und Perspektiven



## Struktur und Instrumente der Öffentlichkeitsarbeit

- Vielfältige dezentrale Aktivitäten auf Fakultäts- und Institutsebene (Seminare, Sommer- und Herbstkolleg, Tag der Offenen Tür, Juniorakademie, Praktika für Wettbewerbssieger von Jugend forscht)
- Konzept: SchülerInnen einen überzeugenden Eindruck der Universität vermitteln mit intelligenten Angeboten: an der Universität und in der Schule.
- Bündelung und Koordination durch Kontaktstelle Schule – Universität  
<http://www.we.tu-clausthal.de>





## Flying Science Circus – Andockpunkt des DBU-Projekts

Experimentalvorträge und Workshops in Schulen, 25 Mal pro Jahr, Im Umkreis von 300 Kilometern

## Teilprojekt I: Workshop „Was steckt in deinem Handy“?

### Aufbau des Workshops:

- Wirtschaftlicher und ökologischer Nutzen des Recyclings von Elektronikschrotts am Beispiel des Mobiltelefons: Rohstoffsicherung durch Diversifizierung, Vermeidung von Naturverbrauch, Senkung des Energieeinsatzes
- Physikalische Methoden der Trennung eines Stoffcocktails – durchgeführt und in eine logische Kette gebracht von den Teilnehmern.
- Schmelzmetallurgische Prozesse erklärt und im Analogexperiment durchgeführt
- Unbeabsichtigte politische Nebenwirkungen des globalen Rohstoffhandels am Beispiel der Elemente Kobalt und Tantal – Ressourcenkriege im Kongo.
- Vorstellung und Diskussion der politischen Lösungsansätze
- Aktivierend: Was kann ich selbst tun?

## Sinn des Recyclings: Zukunftssicherung

### Voraussetzung für moderne Technologien: Nicht-Eisen-Metalle

- ◆ Metalle, wie **Aluminium, Kupfer und Zink** sind seit langem in den Bereichen Leichtbau, Energietransport oder Korrosionsschutz von Bedeutung

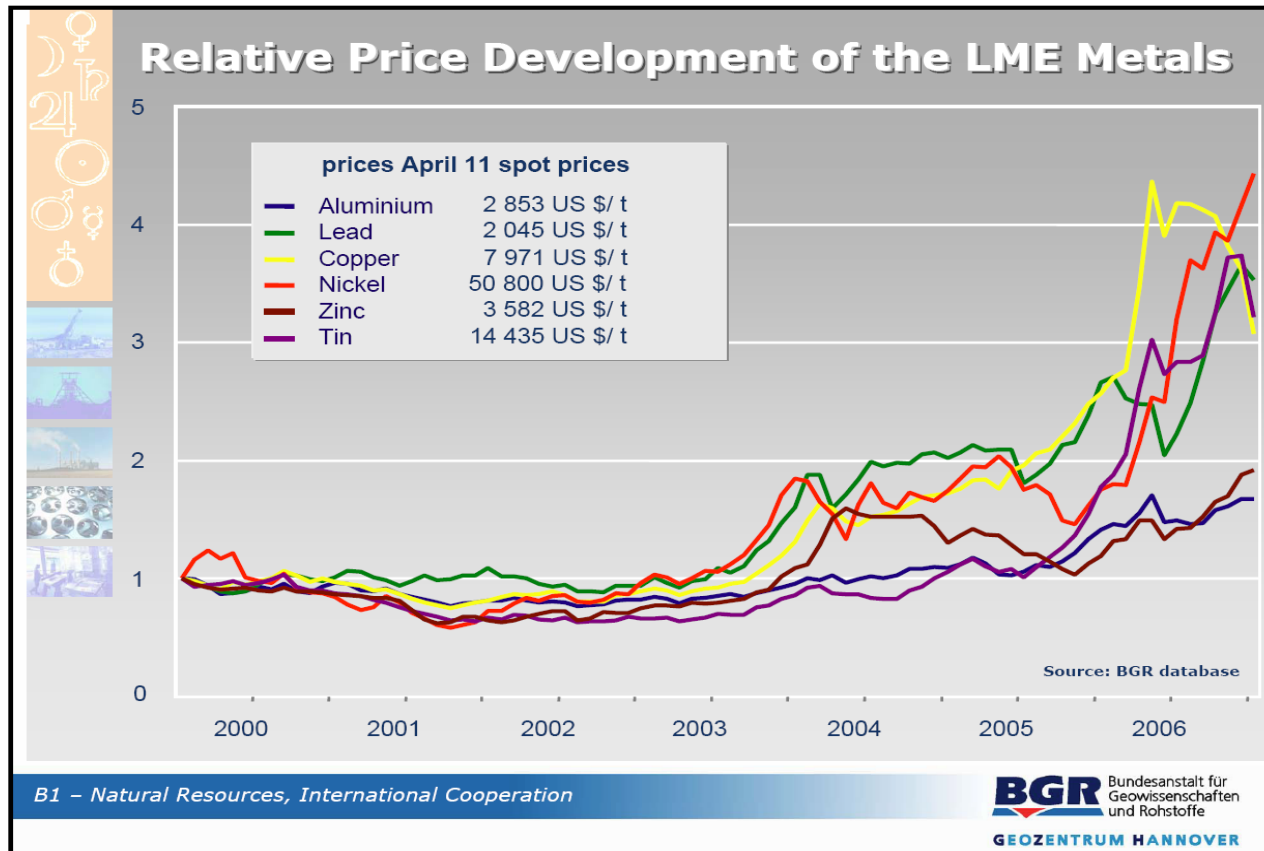


- ◆ Hohe Steigerungsraten im Verbrauch sind bei **Sonder- und Edelmetallen** zu erkennen



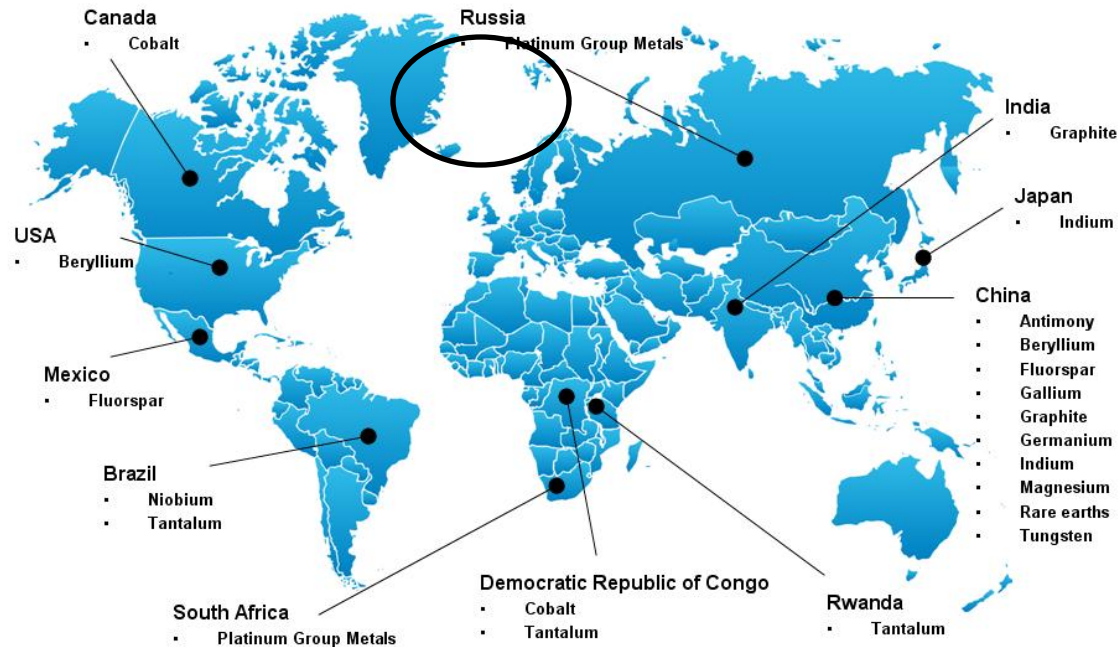
**Elektronik, Fahrzeugtechnik, Hochleistungsbatterien, Magnettechnik, Energiesparlampen, Solartechnik**

## Wirtschaftlicher Nutzen des Recyclings: Partielle Entkopplung vom Primärmarkt



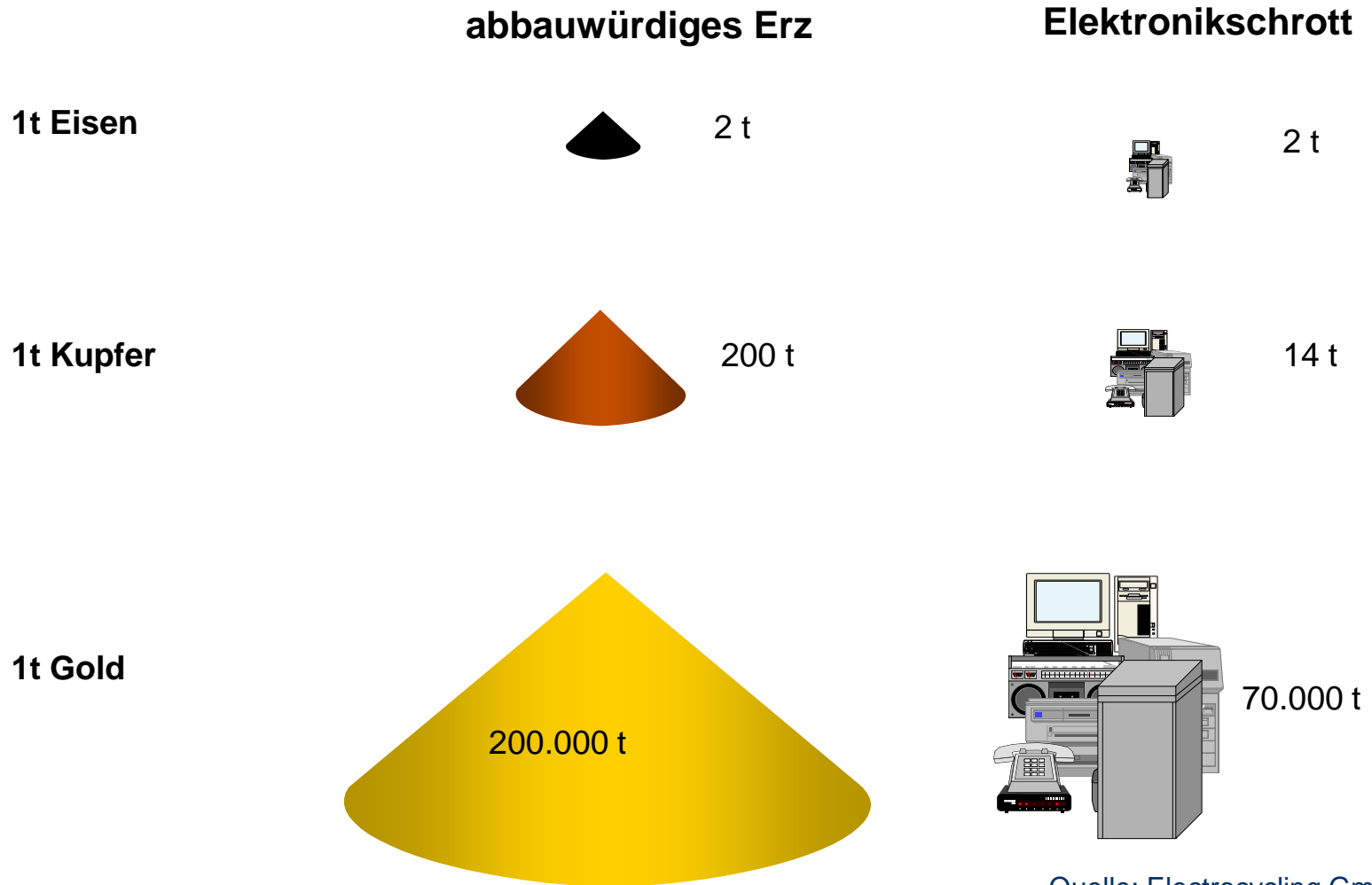
## Politische Dimension des Recyclings: Abhängigkeit von unsicheren Herkunftsländern verringern

**Production concentration of critical raw mineral materials**

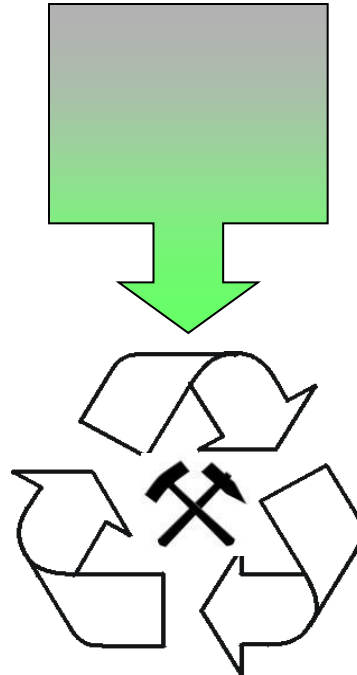




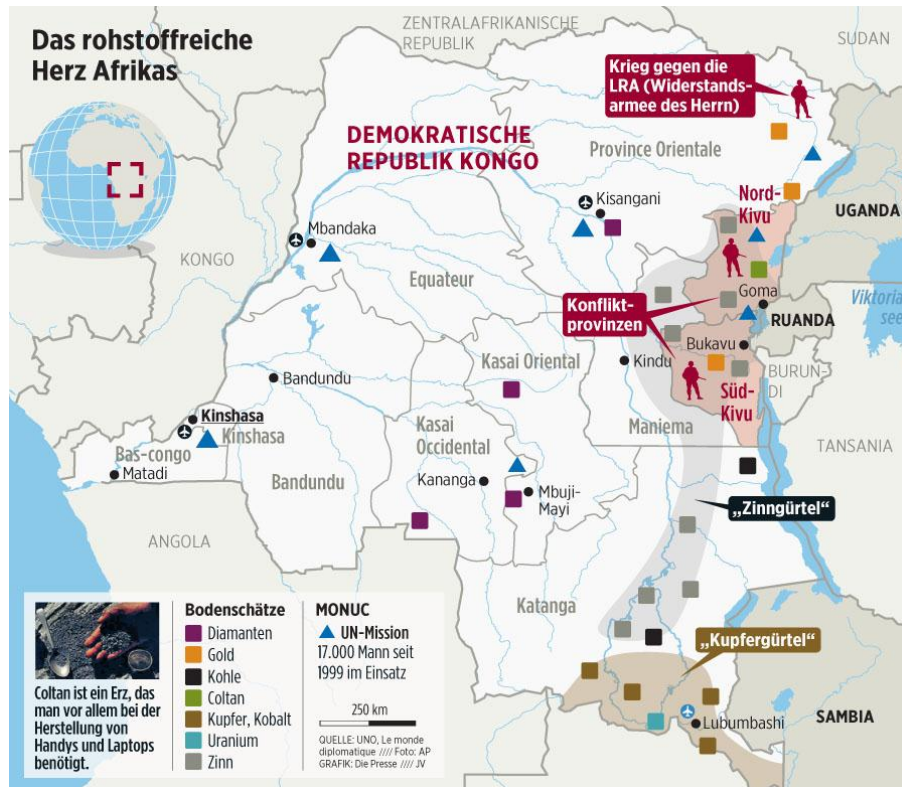
## Ökologischer Nutzen des Recyclings Relativer Mengenumsatz an Primär- und Sekundärrohstoffen zur Erzeugung von 1 t Metall



.... darum: **Die Rohstoffquellen unseres Landes nutzen**



## Ressourcenreichtum - Ressourcenflucht?



- Was können hohe Exporteinnahmen aus Bergbau in einem politisch instabilen Land bewirken?
- Steigende Wechselkurse behindern weitere Exporte
- Schwankende Rohstoffpreise = kurzfristige Gewinnerorientierung/
- Kapitalflucht
- Korruption bei der Vergabe von Förderlizenzen
- Umweltzerstörung
- Kriege um Rohstoffe

## Arbeitsbedingungen im Kleinstbergbau im Kongo



## „Recycling“ in Entwicklungsländern



## Schülerlabor Materialeffizienz: 2 Beispiele

- Entwicklung eines Leichtbau-Gusswerkstoffes
- Betriebsfeste Auslegung von Bauteilen



## Entwicklung eines Leichtbau-Gusswerkstoffes

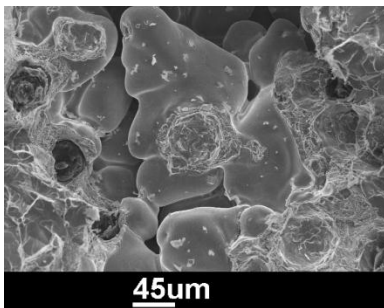
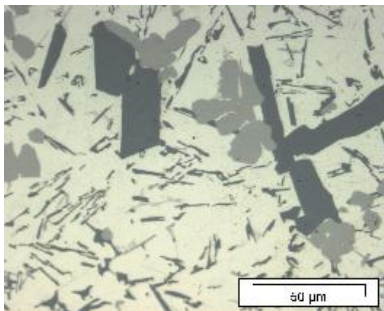
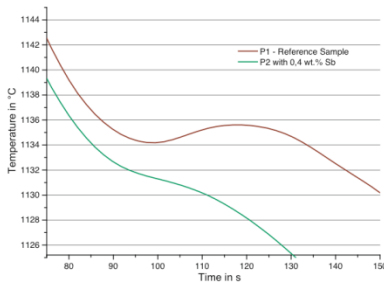
### → Was lernen die Schüler

- Gesteigerte Materialeffizienz durch Wahl eines geeigneten Fertigungsverfahrens dass weitere Bearbeitungsschritte (z.B. spanen) einspart wie das Druckgussverfahren
  - Ressourcenschonung fängt schon bei der Wahl des Fertigungsverfahrens an
- Wahl des Druckgussverfahrens erfordert Anpassung des Materials um Herstellung in diesem Verfahren überhaupt zu ermöglichen
  - Metalllegierungen sind komplexe Systeme die viel Freiraum zur
    - Entwicklung bieten

Werkstoffentwicklung → Gewichtsreduktion → Ressourcenschonung

## Werkstofflabor

### → Was lernen die Schüler



#### ■ Thermische Analyse

→ zeigt die Komplexität von Werkstoffen

#### ■ Lichtmikroskop

→ Metall ist nicht „glatt und einförmig“, es besteht aus vielen verschiedenen Phasen, die beeinflusst werden können und die Eigenschaften des Werkstoffs verändern

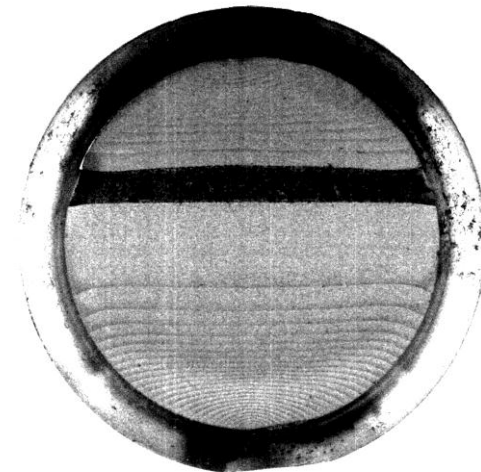
#### ■ Rasterelektronenmikroskop

→ noch näher dran und man kann sogar ermitteln, welches Element in welcher Phase enthalten ist, man kann besser sehen was im Werkstoff passiert

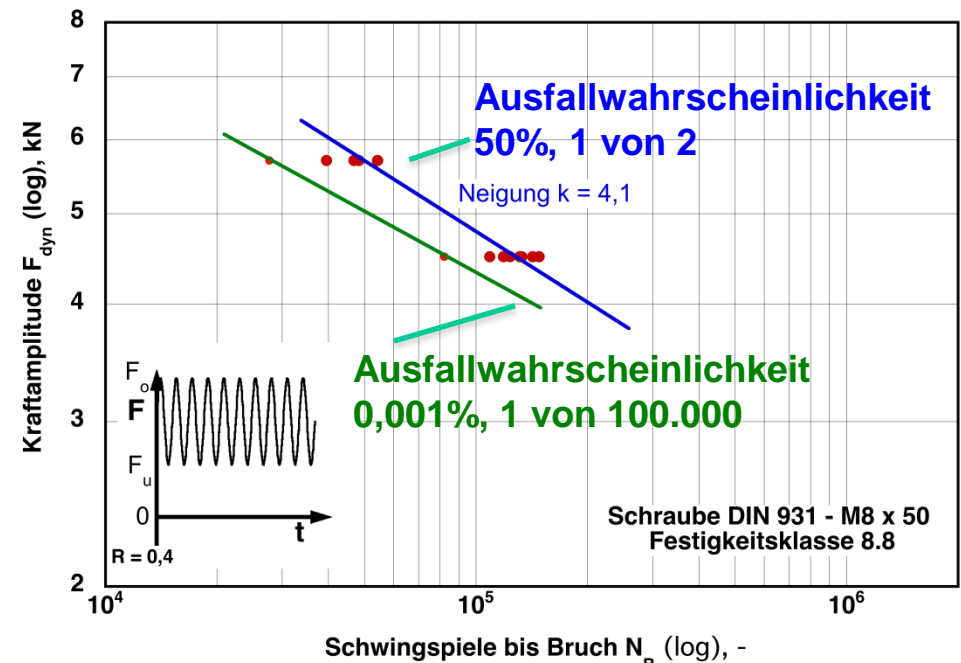


## Schwingversuch

- Erläuterung der Funktionsweise von Resonanz-Schwingprüfmaschinen
  - Hohe Prüffrequenz
  - geringe Energiekosten
  
- Durchführung des Versuchs
  - Bauteil = Schraube
  
- Bewertung der Bruchoberfläche
  - Anteil Schwingbruch
  - Anteil Restbruch
  
- Ableitung von Kennwerten
  - Statistische Auswertung
  - Wöhlerlinie



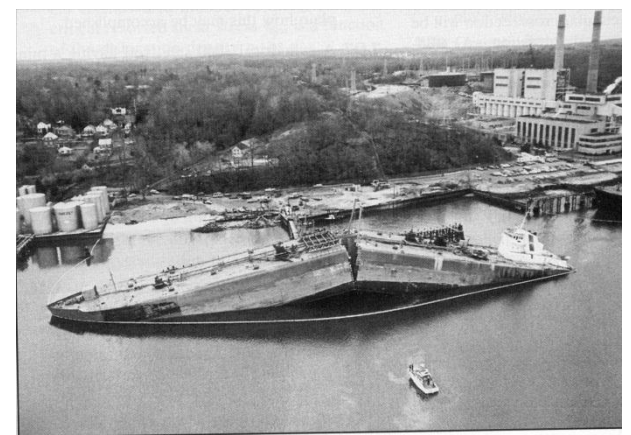
Bruchfläche biegebeanspruchtes Bauteil  
Anriss: oben/unten, Restbruch: dunkle Zone



Wöhlerlinien für unterschiedliche Ausfallwahrscheinlichkeit

## Schwingversuch

- Auslegung von Bauteilen gegen
  - Ruhende Lasten (z.B. Stahl-Hochbau)
  - Schwingende Lasten (z.B. Fahrzeugbau)
  - ...
- Schadensmechanismen unterscheiden sich
  - Abgleiten/Verformung bei ruhender Last
  - Haarrisse/verformungslos bei schwingender Last
- Schwingbruch = plötzliches Versagen des Bauteils
  - Fahrrad (Lenker, Rahmen, Gabel)
  - PKW (Fahrwerksteile, Karosserie)
  - Flugzeug (Nietverbindungen)



Liberty-Tanker



Boeing 737



Fahrradgabel

## Ziele und Perspektiven

Dazu anregen ....

- die Vieldimensionalität des Themas Recycling im Spannungsfeld von Rohstoffsicherung, Ökologie, und (der Verhinderung von ) Ressourcenkriegen an einer Fallstudie exemplarisch zu erfassen
- und ein technisches Studium mit Motivation aufzunehmen,

Kurz: Kluge Köpfe für große Aufgaben zu gewinnen!

Mit Dank für wertvolle Anregungen und Gespräche an



## Literatur in Auswahl

### Recycling:

- Hans Martens, Recyclingtechnik Fachbuch für Lehre und Praxis, Heidelberg, 2011
- Recycling und Rohstoffe / Karl J. Thomé-Kozmiensky, Karl J. ; Daniel Goldmann, Bd. 4, Neuruppin, 2011
- Christian Hagelüken, Complex Life Cycles of Precious and Special Metals, in: Linkages of Sustainability, Edited by Thomas E. Graedel and Ester van der Voet, MIT Press November 2009

### Kongo-Konflikt:

- Michael Nest, Coltan, Cambridge, 2011
- Kongo Wegweiser zur Geschichte, Militärgeschichtliches Forschungsamt, Paderborn 2008,
- Rohstoffkonflikte nachhaltig vermeiden. Fallstudie und Szenarien zu Kupfer und Kobalt in der Demokratischen Republik Kongo, Westerkamp, Meike, Moira Feil und Dennis Tänzler 2011
- Stormy-Annika Mildner (Hg.), Konfliktrisiko Rohstoffe?, Herausforderungen und Chancen im Umgang mit knappen Ressourcen, SWP-Studie, Berlin, Februar 2011

### In der Literatur:

- Mario Vargas Llosa, Der Traum des Kelten, Frankfurt am Main 2011
- Joseph Conrad, Herz der Finsternis, zugängliche Neuausgabe SZ-Bibliothek Bd. 20, Frankfurt am Main, 2005