

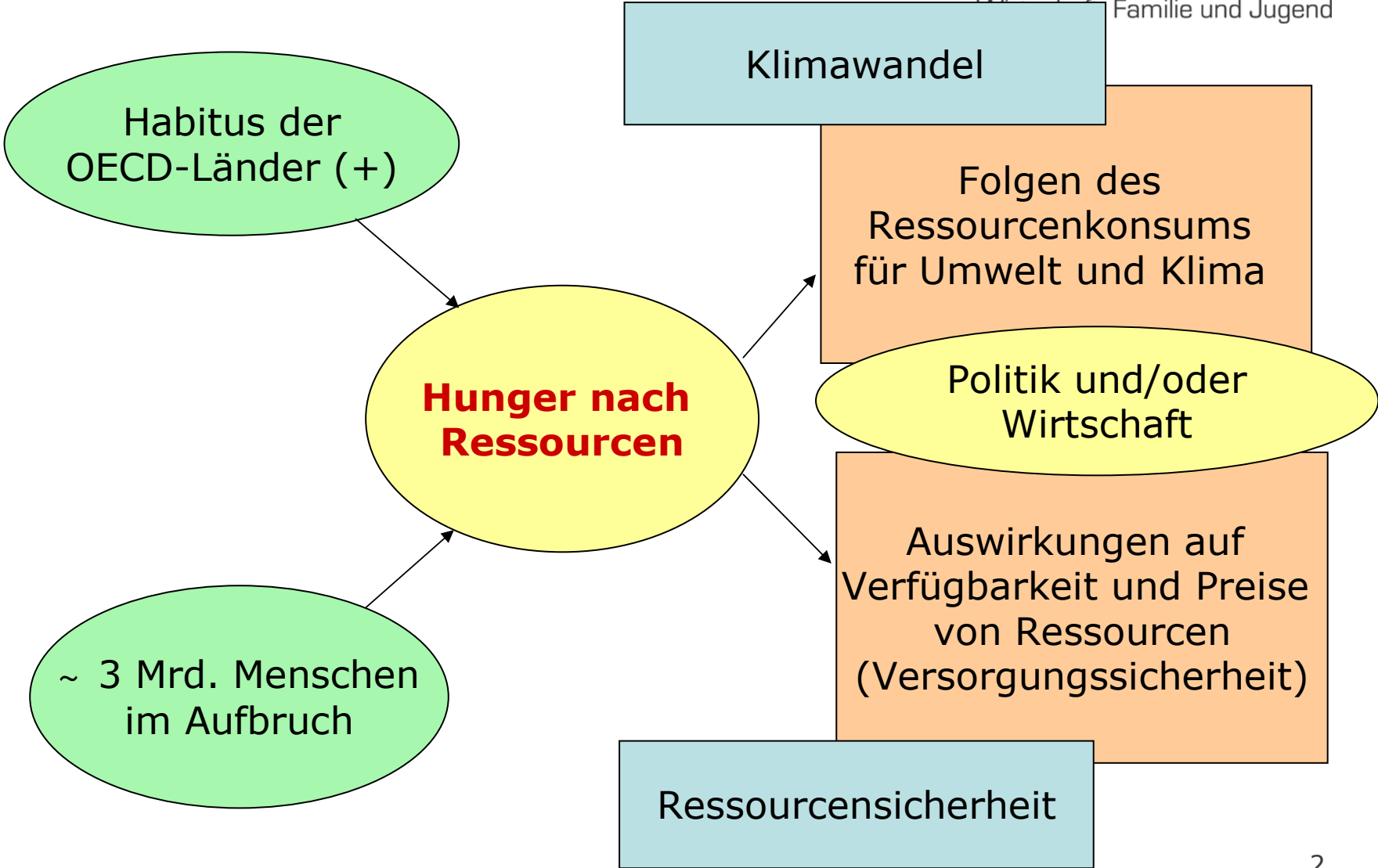
# Rohstoffe sind Zukunft

Herbstveranstaltung 2010 ÖGEW/DGMK

50 Jahre Österreichische Gesellschaft für Erdölwesen – Öl & Gas im Wandel der Zeit

Alfred Maier, 12. November 2010, Wien





- ***Renewables for ever!*** Das ist nachhaltig!  
Argumentum e contrario: Alles andere daher nicht?
- Rohstoffe werden ohnedies demnächst ausgehen und daher ist ein gravierender Umbau der Gesellschaft dringend erforderlich?

- .....Theodore Roosevelt, 1910
- .....**Brundlandt-Kommission**,  
1987...Entwicklung, die "in der Lage ist, die  
Bedürfnisse der Gegenwart zu erfüllen, ohne die  
Fähigkeit der zukünftigen Generationen zu  
beeinträchtigen, die ihrigen zu befriedigen".

- Kann es eine nachhaltige Entwicklung mit mineralischen Rohstoffen geben?
- Die natürlichen Ressourcenpotenziale sind
  - ✓ limitiert,
  - ✓ nicht erneuerbar
  - ✓ und nicht immer rezyklierbar.
- Fossile Energieträger sind nicht rezyklierbar, allenfalls synthetisch herstellbar.

1661 wurde in der Reichenhaller Forstordnung der Gedanke der Nachhaltigkeit skizziert:

*"Gott hat die Wäld(er) für den Salzquell erschaffen, auf das sie ewig wie er kontinuierieren mögen; also solle der Mensch es halten: Ehe der alte (Wald) ausgeht, der junge bereits wieder zum Verhacken angewachsen ist".*

1713 skizzierte der Freiburger Oberberghauptmann Hannß Carl von Carlowitz das Konzept „nachhaltigen Wirtschaftens“ (bezogen auf die Forstwirtschaft) mit der Überlegung, dass man nur den Anteil an Holz im Wald nutzen kann, der auch langfristig nachwächst.

So plädiert von Carlowitz schon im 18. Jahrhundert für einen pfleglichen Umgang mit Ressourcen.

# Brauchen wir mineralische (fossile) Rohstoffe?

[www.bmwfj.gv.at](http://www.bmwfj.gv.at)



Bundesministerium für  
Wirtschaft, Familie und Jugend

## ➤ **Energierohstoffe: ....**

- ✓ Licht
- ✓ Wärme
- ✓ Kraft
- ✓ Bewegung
- ✓ Kommunikation

## ➤ **Materialrohstoffe: ...**

- ✓ Materie – Haus, Straße, Auto, Maschine,  
Computer,.....Mobiltelefon

✓ **De nihilo nihil.**



# Brauchen wir Rohstoffe? JA!



[www.bmwfi.gv.at](http://www.bmwfi.gv.at)

Bundesministerium für  
Wirtschaft, Familie und Jugend

- ✓ Die Nutzung der Erdkruste zur Entnahme von Rohstoffen hatte und hat große Bedeutung für die Entwicklung der menschlichen Zivilisation.
- ✓ Die Natur, in concreto die durch Mineralrohstoffgewinnung verfügbare Erdkruste, wird auf unabsehbare Zeit die Grundlage der Güterversorgung bleiben.
- ✓ Ein Verzicht auf die naturgemäß nicht erneuerbaren Rohstoffe ist praktisch nicht in Sicht, ein pfleglicher Umgang mit der Natur und den natürlichen Ressourcen ist das Gebot.

- Produktion (global gehandelter) mineralischer Rohstoffe 2008 ~ 15,2 Mrd. t/a, davon ~ 13,1 Mrd. t/a Energierohstoffe (~ 86 %)
- Baurohstoffe wie Sand, Kies, Stein ~ 23 Mrd. t (regional)
- Produktionsmenge von mineralischen Rohstoffen (~ 15 + ~ 23 =) ~ 38 Mrd. t/a
- Dimension des weltweiten anthropogenen Ausstoßes an Treibhausgasen (CO<sub>2equ</sub>) ~ 36 Mrd. t/a
- anthropogener Ausstoß von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten durch Energieaufbringung geprägt ~ 28 Mrd. t/a (~ 77 %)

## Gesamtenergieverbrauch 2007

- 34,0 % Erdöl, 20,9 % Erdgas, 26,5 % Kohle (= 81,4 % fossile Energieträger) und 5,9 % Kernkraft (Uran, Thorium) ergeben 87,3 % der Energieträger am weltweiten Gesamtenergieverbrauch, die der Erdkruste (der unbelebten Natur) entnommen werden.
- 2,2% Wasserkraft, 9,8 % Biomasse und Abfall sowie 0,7 % andere erneuerbare Energieformen (Wind, Geothermie, Sonne etc.) ergeben die erneuerbare Ergänzung mit 12,7% Anteil am weltweiten Gesamtenergieverbrauch.

Endzeitszenarien beschreiben ein Spannungsfeld:

- unlimitierter Bedarf an Gütern und Leistungen
- limitierte Ressourcen
- limitierter Umwelt

# Endzeitszenarien!

## Reverend Thomas Malthus, 1798

[www.bmwfj.gv.at](http://www.bmwfj.gv.at)



Bundesministerium für  
Wirtschaft, Familie und Jugend

- *On the Principle of Population* (...definiert Überbevölkerung als Problem)
- Bevölkerung - unbegrenzte Vermehrung – „geometrische“ Reihe (2, 4, 8 usw.)
- Produktion von Lebensmitteln – Vermehrung nur begrenzt möglich – „arithmetische“ Reihe (1, 2, 3, 4 usw.).
- Demnach komme ein Zeitpunkt, zu dem wegen des unterschiedlichen Wachstums Menschheit und Nahrungsmittel die Menschheit nicht mehr versorgt werden könne.

# Endzeitszenarien!

## Limits of growth, Club of Rome



[www.bmwfj.gv.at](http://www.bmwfj.gv.at)

Bundesministerium für  
Wirtschaft, Familie und Jugend

D. & D. Meadows et al. 1972: Limits of growth, Club of Rome:

- Die dramatische **Verknappung** und der damit einhergehend steigende **Wert** von mineralischen Rohstoffen wurden eindrucksvoll dahingehend belegt, dass die Menschheit bei Fortdauer des gegenwärtigen Wachstums bereits in wenigen Jahrzehnten mit dem Zusammenbruch der Weltwirtschaft und dem **Verhungern** rechnen muss, und zwar unabhängig von allen Bemühungen zur Krisenbewältigung.
- Maßgeblich dafür ist, dass der Menschheit in absehbarer Zeit die als eng begrenzt angenommenen **Lagerstättenvorräte** an mineralischen Rohstoffen als Grundlage der Wirtschaft **zu Ende** gehen werden und damit auch die Möglichkeiten, mit den durch das Bevölkerungswachstum verursachten **Existenzproblemen** fertig zu werden.

# Endzeitszenarien!

## Von Peak Oil bis Peak Everything

[www.bmwfj.gv.at](http://www.bmwfj.gv.at)



Bundesministerium für  
Wirtschaft, Familie und Jugend

- Für den Begriff Peak Oil wird der Begriff des Ölfördermaximums eines einzelnen Ölfeldes auf den gesamten Erdölvorrat der Erde übertragen.
- Der Zeitpunkt des lokalen Fördermaximums wird nach Marion King Hubbert erreicht, wenn etwa die Hälfte der nutzbaren Reserven gefördert wurde. Ob ein globales Ölfördermaximum bereits erreicht wurde und welche Auswirkungen sich daran knüpfen würden, ist im Diskurs.
- Peak Oil, Peak Gas, Peak Coal bis Peak Everything

- ✓ Denken der Menschen in Industrienationen in Richtung Schutz von Umwelt und von natürlichen Ressourcen
- ✓ Teil des gedanklichen Überbaus "grüner" Politik
- ✓ Anstrengungen in Richtung Prospektion und Exploration von Lagerstätten
- ✓ Aufbau von Produktionskapazitäten
- ✓ Höherer Rohstoffverbrauch bei niedrigen Rohstoffpreisen
- ✓ Der weltweite Primärenergieverbrauch betrug **1973 etwa 6.128 Mtoe,**  
**2005 etwa 11.435 Mtoe.**



D. & D. Meadows et al. 1972: Limits of growth, p. 137:  
**...Gold would run out in 1981,  
silver and mercury in 1985,  
zinc in 1990...**

Weltproduktion 2008:

- ✓ Gold - 2.281.330 kg  
China (12,07%), USA (10,23%), Australien (9,38%)
- ✓ Silber 21.339.219 kg  
Peru (17,27%), Mexiko (15,17%), China (13,12%)
- ✓ Quecksilber 1.096 t  
China (54,74%), Kyrgystan (22,81%), Mexiko (5,29%)
- ✓ Zink 11.600.068 t  
China (27,47%), Peru (13,82%), Australien (12,73%)

- ✓ Die Erde ist ein geschlossenes System. Mineralische (fossile) Rohstoffe haben sich durch chemische und/oder physikalische Vorgänge gebildet und sind endlich, nicht erneuerbar und nur bei Materialrohstoffen rezyklierbar.
- ✓ Fossile Energierohstoffe sind nicht rezyklierbar, allenfalls synthetisch herstellbar

# Limitierte Ressourcen Recycling - Urban Mining

[www.bmwfj.gv.at](http://www.bmwfj.gv.at)



Bundesministerium für  
Wirtschaft, Familie und Jugend

Ressourcen sind auch Materiealien, die

- ✓ in Verwendung durch den Menschen stehen
- ✓ oder Abfall sind.

- **Nicht** entdeckte Vorkommen!
- ✓ Ressourcen sind diejenigen Mengen eines Rohstoffes, die nachgewiesen, aber derzeit nicht wirtschaftlich gewinnbar sind, oder aber die Mengen, die auf Basis geologischer Indikatoren noch erwartet werden und mittels Exploration nachgewiesen werden können.
  - ✓ Bei Kohlenwasserstoffen wird üblicherweise nur der als gewinnbar eingeschätzte Teil berücksichtigt,
  - ✓ bei der Kohle sind es üblicherweise „in situ“-Mengen, d.h. die Gesamtmenge unabhängig von ihrer Gewinnbarkeit.

- ✓ **Reserven (Vorräte) sind eine dynamische Größe.**
- ✓ *Reserven sind das Ergebnis menschlicher Bemühungen, Beiträge zur Bestimmung von Reserven liefern Geologen und Petroleum Engineers, Mining Engineers., aber auch Bewertungsfragen für Unternehmensbilanzen mit Auswirkungen auf Börsenkurse spielen eine Rolle.*
- ✓ *Die bekannten Erdölreserven stiegen beispielsweise von 36.062 Mtoe (1957) auf 91.086 Mtoe (1982) und auf 180.718 Mtoe (2007).*

- ✓ Reserven (Vorräte) sind diejenigen Mengen eines Rohstoffes, die mit großer Genauigkeit erfasst wurden und mit den derzeitigen technischen Möglichkeiten wirtschaftlich gewonnen werden können.

- ✓ Rohstoffpreise und Gewinnungskosten definieren die Größe der Vorräte!
  - ✓ Bei höheren Rohstoffpreisen werden mehr Ressourcen zu Vorräten, weil höhere Gewinnungskosten aufgewendet werden können.
  - ✓ Sinkende Rohstoffpreise vermindern im Gegenzug die Reserven
- ✓ Auch Technologieentwicklungen können erheblichen Einfluss auf die Größe von Reserven haben.

- ✓ Es braucht einen Aufwand, um aus naturgegebenen Ressourcen die benötigten Reserven heraus zu kristallisieren.
- ✓ Für Unternehmen ist ein derartiger Aufwand im sinnvoll, wenn die Rohstoffversorgung für Investments sichergestellt sein soll.
- ✓ Aus akademischen Gründen alleine werden keine Reserven ermittelt!

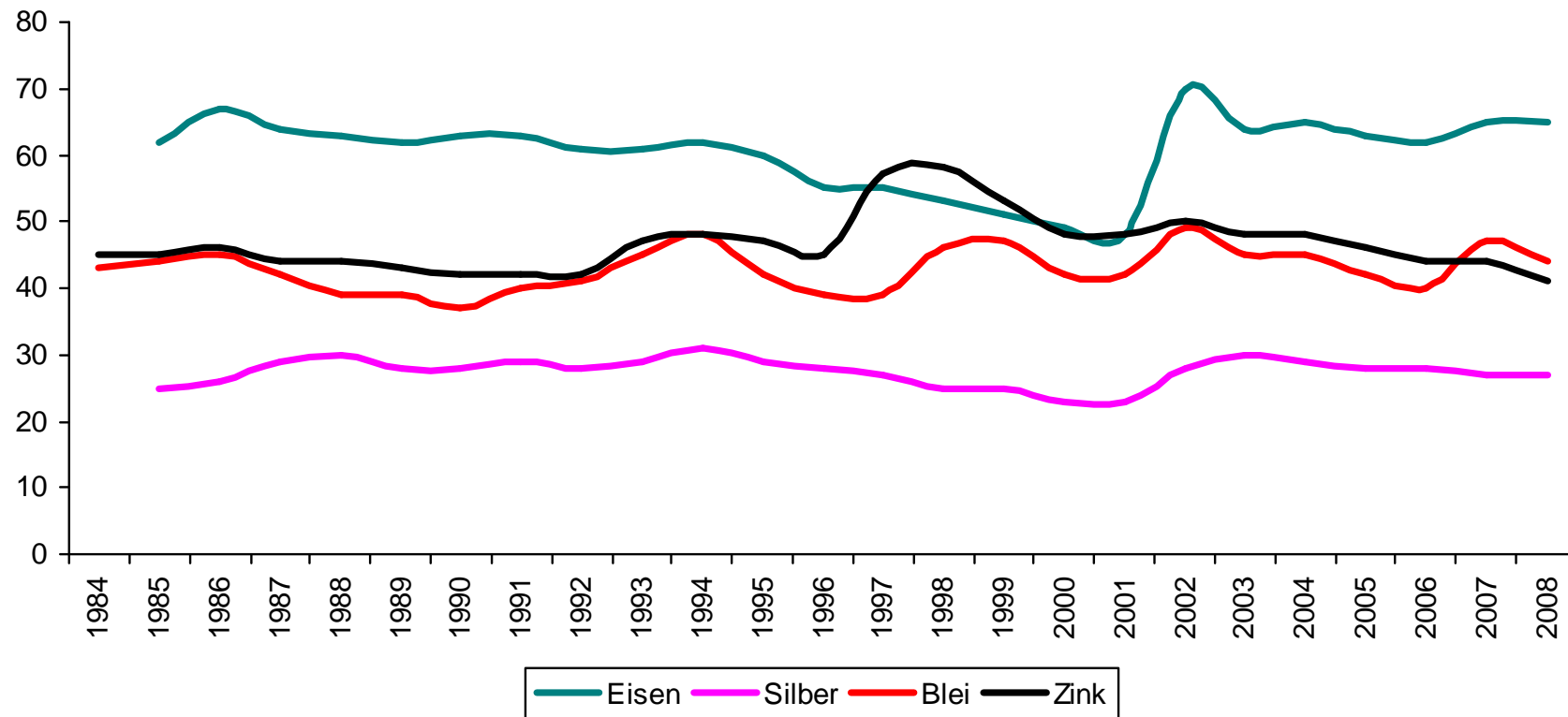


# Statische Reichweite ausgewählter Rohstoffe in Jahren...



[www.bmwfj.gv.at](http://www.bmwfj.gv.at)

Bundesministerium für  
Wirtschaft, Familie und Jugend



Quelle: WEBER, L., ZSAK, G., REICHL, C. & SCHATZ, M.: WORLD MINING DATA 2010  
Reserve base: USGS

- ✓ Es geht nicht nur um limitierte Lagerstätten von Energierohstoffen wie Erdöl, Erdgas und Kohle, sondern natürlich auch um leistungsbezogen limitierte Potenziale an Renewables Energy Sources (RES), die ansonsten zeitlich unbegrenzt zur Verfügung stehen.

# Verfügbarkeit mineralischer Rohstoffe?

[www.bmwfj.gv.at](http://www.bmwfj.gv.at)

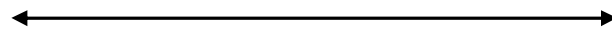
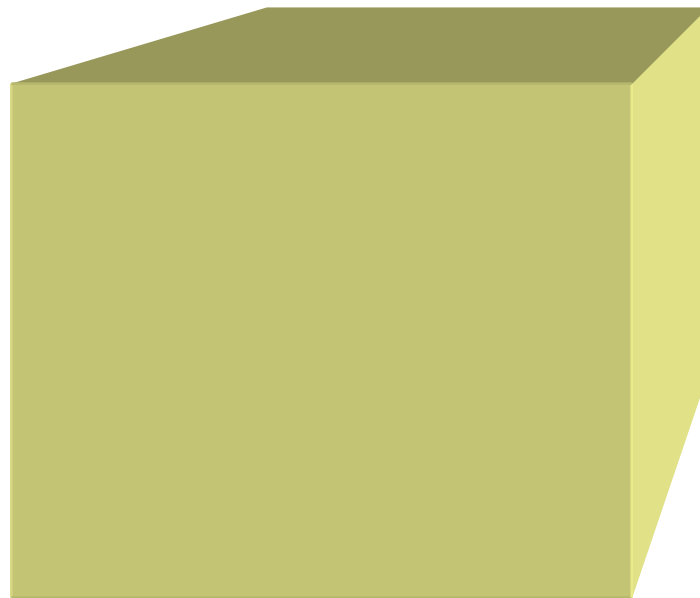


Bundesministerium für  
Wirtschaft, Familie und Jugend

- ✓ **Geologische** Verfügbarkeit
- ✓ Rechtzeitige und ausreichende  
Entdeckung und **Erschließung** der Vorkommen
- ✓ **Technisch-wirtschaftliche** Verfügbarkeit  
(Abbauwürdigkeit, Nutzen > Kosten)
- ✓ **Ökologische** Verfügbarkeit
- ✓ **Politische** Verfügbarkeit:
  - ✓ politische Verfügbarkeit im engeren Sinne
  - ✓ zivilgesellschaftliche Verfügbarkeit (NGO 's)
  - ✓ mediale Verfügbarkeit

- Die prinzipielle **Endlichkeit** der Ressourcen und **Knappheit** sind jedoch nicht dasselbe:
  - Das was knapp ist, bestimmt der Markt und Politik, nicht die Geologie.
- Die größte Herausforderung für die Rohstoffversorgung ist nicht geologischer oder technischer Natur.
- Probleme werden eher beim
  - **politisch** determinierten Zugang zu Lagerstätten bei Prospektion, Exploration und Produktion sowie
  - bei Interferenzen auf den **Märkten** gesehen.

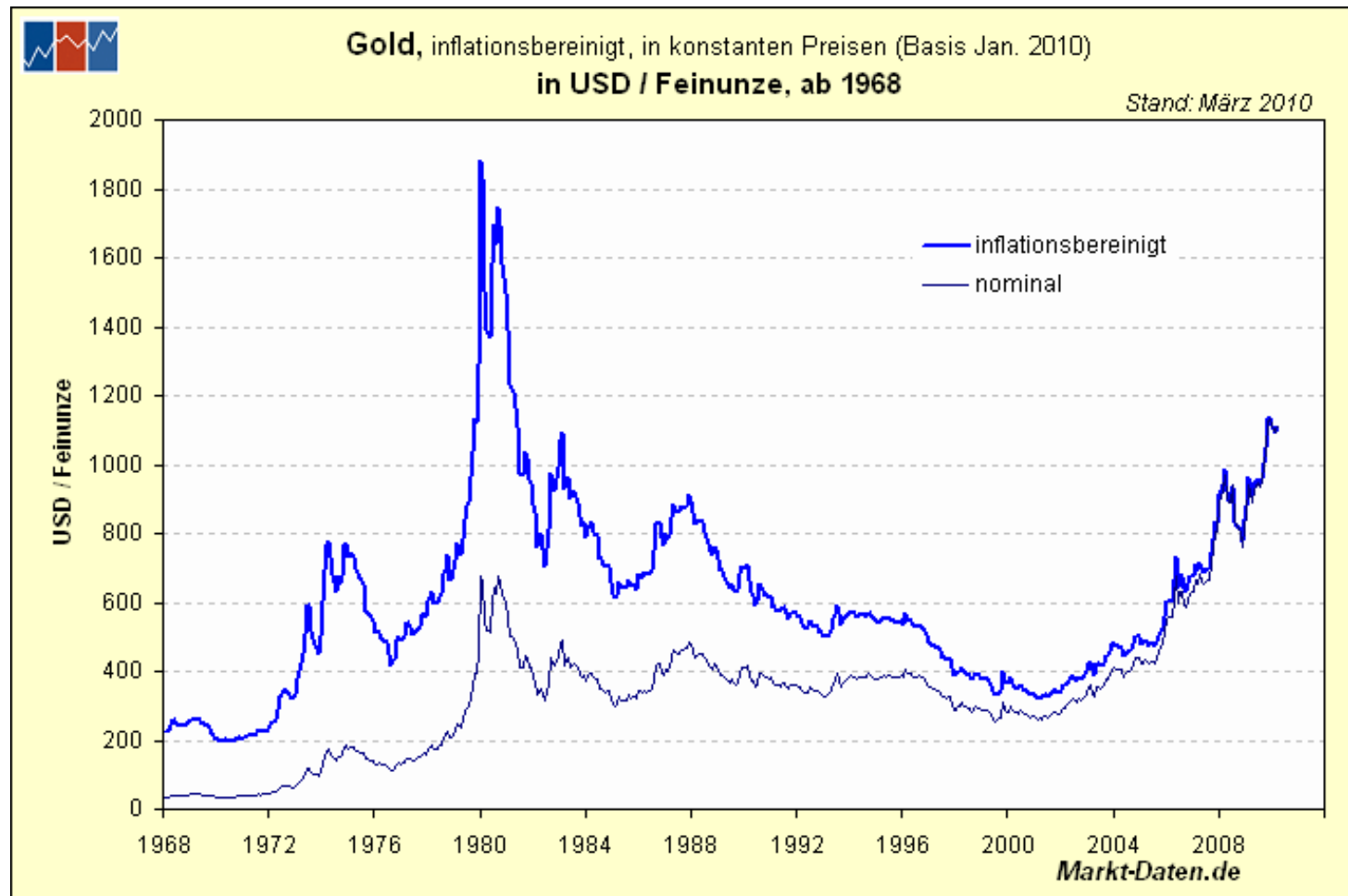
# Produktion von Gold



20,2 m

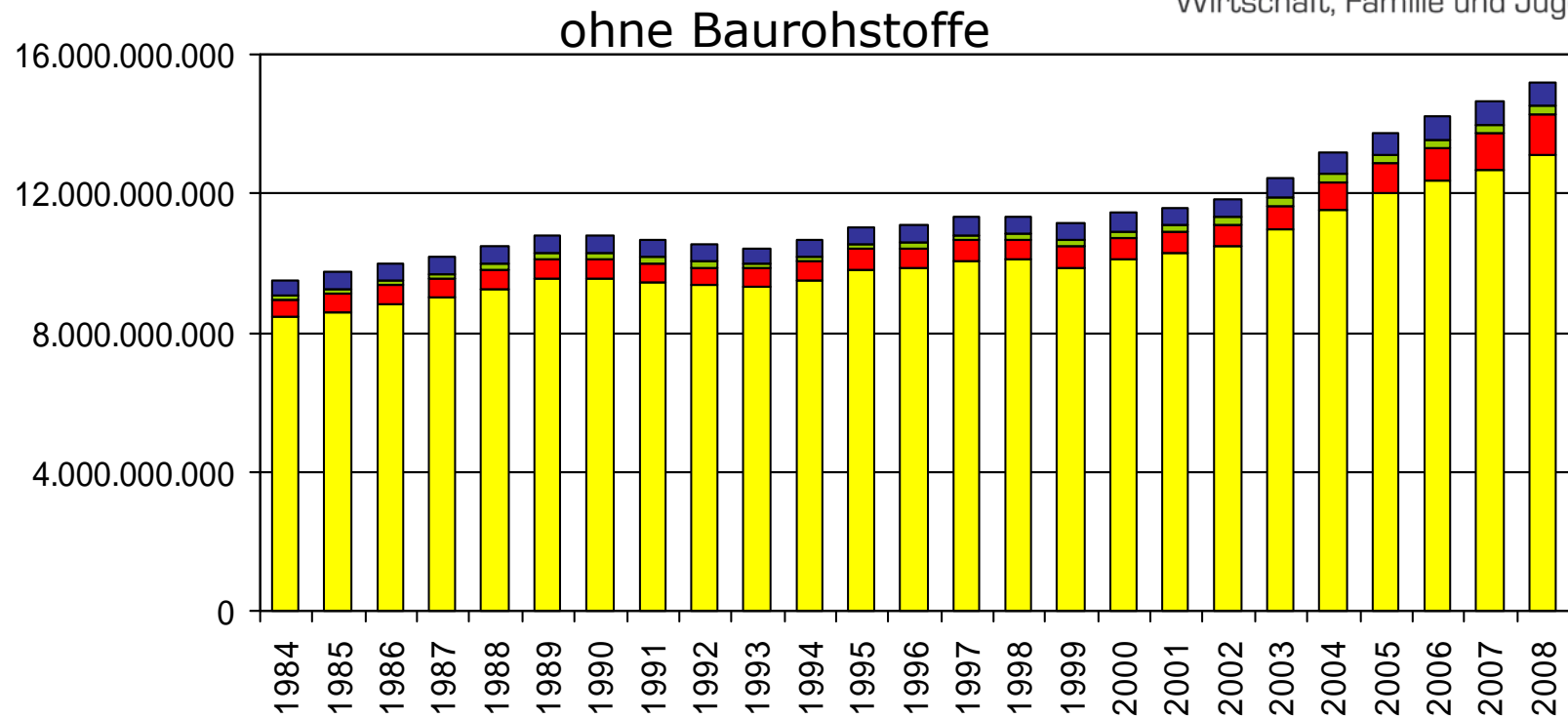
Gesamtmenge des bislang  
geförderten Goldes

# Endlichkeit – Knappheit – hohe Preise



- Von **61** im Jahr 2008 weltweit produzierten mineralischen Rohstoffen kommt
  - bei **51** Rohstoffen mehr als 50 % der Weltproduktion aus nur drei Ländern und
  - bei **28** Rohstoffen davon mehr als 75 % der Weltproduktion aus nur drei Ländern.

# Weltbergbauproduktion nach Rohstoffgruppen



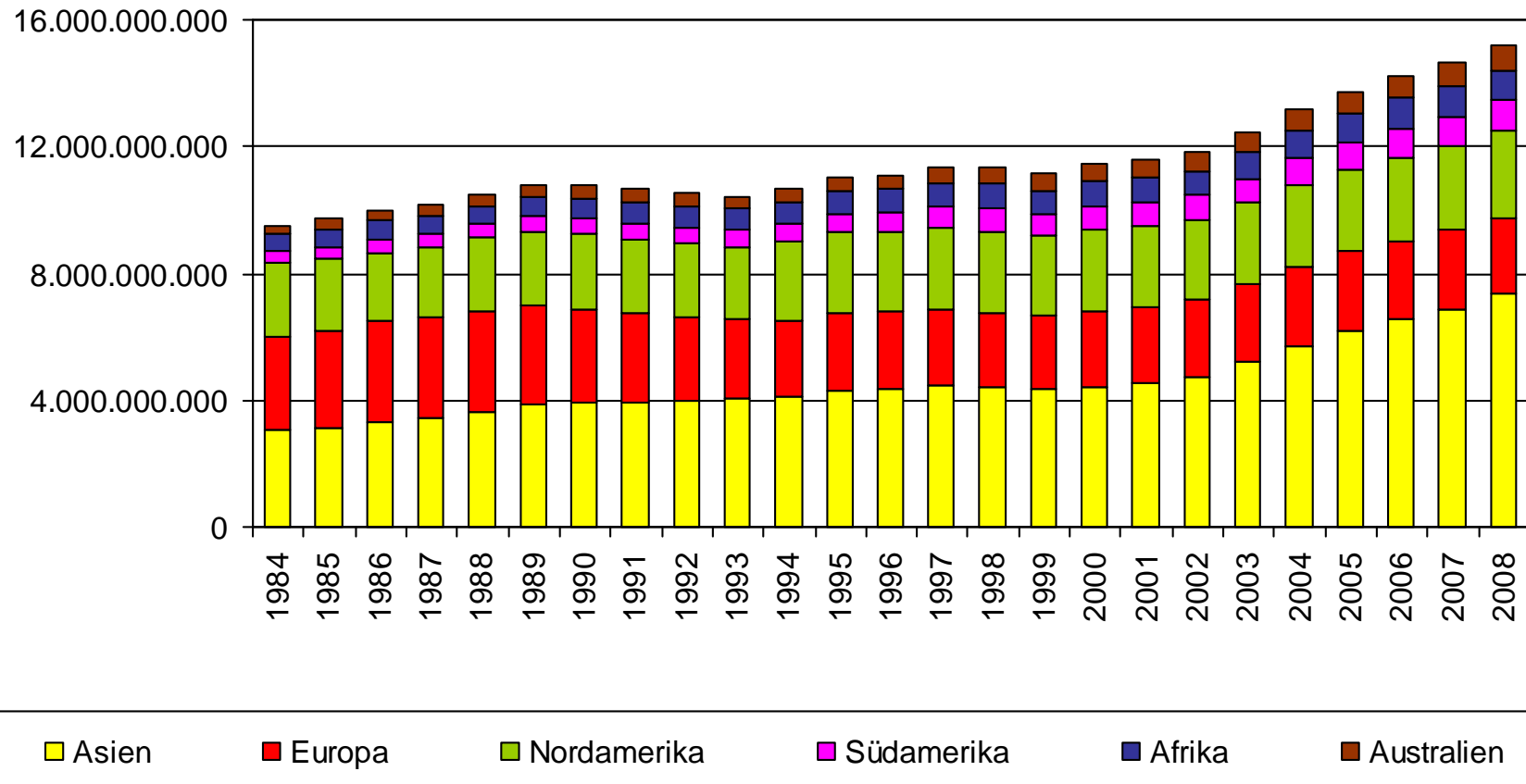
■ Energierohstoffe ■ Eisen und Stahlveredler ■ Nichteisenmetalle ■ Edelmetalle ■ Industrieminerale

Quelle: WEBER, L., ZSAK G., REICHL C. & SCHATZ, M.: WORLD MINING DATA 2010



# Weltbergbauproduktion nach Kontinenten

ohne Baurohstoffe



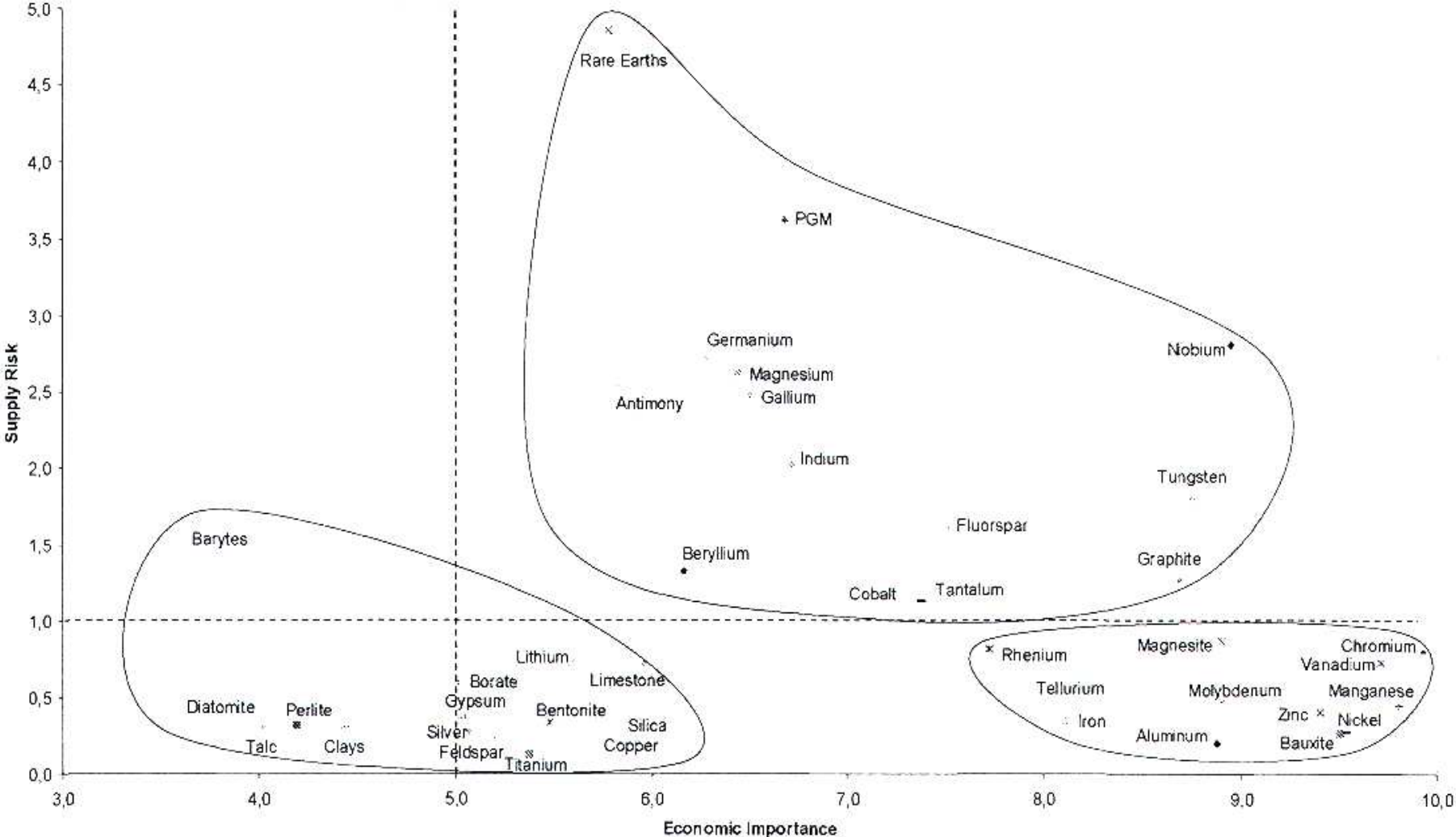
Quelle: WEBER, L., ZSAK G., REICHL C. & SCHATZ, M.: WORLD MINING DATA 2010

# Lösungsansätze auf EU-Ebene



[www.bmwfi.gv.at](http://www.bmwfi.gv.at)

Bundesministerium für  
Wirtschaft, Familie und Jugend



# Konzentration der Produktion



| <a href="http://www.bmwfj.gv.at">www.bmwfj.gv.at</a> | Bundesministerium für<br>Wirtschaft, Familie und Jugend |       |   |  |                                  |
|--|---|-------|---|--|----------------------------------|
| Energie-<br>rohstoffe                                | Jahresproduktion<br>(metr. t)                           | HHI   | Anteil von<br>3 Ländern an<br>der Jahres-<br>produktion | Die 3 wichtigsten<br>Produzentenländer                               | Anzahl<br>Produzenten-<br>länder |
| Kesselkohle  | 5.100.080.035   | 2.673 | 75,38   | China (45,76 %),<br>USA (20,56 %),<br>Indien (9,06 %)                | 56                               |
| Kokskohle  | 827.868.000   | 3.120 | 77,07   | China (51,63 %),<br>Australien (17,51 %),<br>Russland (A) (7,87 %)   | 21                               |
| Lignite  | 889.333.359   | 839   | 35,65   | Deutschland (19,71 %),<br>Türkei (8,22 %),<br>USA (7,72%)            | 36                               |
| Erdgas   | 2.957.980 Mio. m <sup>3</sup>                           | 826   | 42,47   | USA (20,35 %),<br>Russland (E) (16,48 %),<br>Kanada (5,64 %)         | 85                               |
| Erdöl  | 3.836.592.184   | 558   | 33,07   | Saudi Arabien(13,40 %),<br>Russland (E) (11,46 %),<br>USA (8,21 %)   | 93                               |
| Ölsande  | 87.367.280  | 5.198 | 100   | Kanada (59,94 %),<br>Venezuela (40,06 %)                             | 2                                |
| Ölschiefer   | 17.604.823  | 8.429 | 99,95   | Estland (91,55 %),<br>Russland (E) (6,82 %),<br>Deutschland (1,58 %) | 5                                |
| Uran   | 48.643  | 1.423 | 59,60   | Kasachstan (20,66 %),<br>Australien (20,44 %),<br>Kanada (18,50 %)   | 18                               |

## Exxon Mobile (Oeldorado 2009)

- OPEC Anteil an Welterdölreserven: 70,4 %
- Anteil der größten 10 an Welterdölreserven: 84,4%
  
- OPEC Anteil an Welterdgasreserven: 48,9 %
- Russland Anteil an Welterdgasreserven: 26,9 %
- Anteil der größten 10 an Welterdgasreserven: 77,8%

# Limitierte Umwelt

[www.bmwfj.gv.at](http://www.bmwfj.gv.at)



Bundesministerium für  
Wirtschaft, Familie und Jugend

- Umwelt
- Natur
- Landschaft
- Fauna
- Flora

- Luft
- Wasser
- Böden
- Klima

# Limitiertes Klima

## CO<sub>2equ</sub> Reduktion

[www.bmwfj.gv.at](http://www.bmwfj.gv.at)



Bundesministerium für  
Wirtschaft, Familie und Jugend

- ✓ Effizienz, Sparen!
- ✓ Ersetzen fossiler Energien (Erneuerbare Energie.....)!
- ✓ CO<sub>2equ</sub> – Senken!
  - CCS!
  - Wälder anpflanzen
- **CO<sub>2</sub> als Produkt?**
  - **Baustoffe (CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + Silikate?)**
  - **synth. Methan - CH<sub>4</sub> (Elektrolyse H<sub>2</sub> + CO<sub>2</sub>)**

- ✓ Endzeitszenarien nach Malthus oder dem Club of Rome oder Peak Oil etc. sind (noch?) nicht eingetreten.
- ✓ Dennoch gibt es in einer limitierten Welt natürlich ein Limit des Wachstums, eine absolute Grenze, wo immer diese auch liegen möge.
- ✓ Prinzipiell wirkt - nach Joseph Alois Schumpeter - die Anpassungsfähigkeit des Menschen, also menschliche **Innovation** (!) dagegen: Auf Mangel wird mit Weiterentwicklung von Technologien reagiert.

Entscheidend ist der Mensch und seine Limits!

- ✓ Menschliche Arbeit → von nicht entdeckten Ressourcen zu bekannten Ressourcen,
- ✓ Menschliche Arbeit → von Ressourcen zu Reserven
- ✓ Menschliche Arbeit → von Naturstoffen zu Rohstoffen
- ✓ Menschliche Arbeit → von Rohstoffen zu Produkten
  
- ✓ Politik
- ✓ Markt
- ✓ Wissenschaft



- ✓ Um Limits nicht zu erreichen oder zu überschreiten braucht es Wissenschaft und Technologie
  - ✓ Ressourcen finden
  - ✓ Ausbeute erhöhen
  - ✓ **Effizienz, Sparen**
  - ✓ Materialrohstoffe – Recycling – Urban Mining
  - ✓ Energierohstoffe - Synthese
- ✓ Innovation und Revolution

**Danke!**

[www.bmwfi.gv.at](http://www.bmwfi.gv.at)

Bundesministerium für  
Wirtschaft, Familie und Jugend



# Glück auf!

Alfred Maier