Abfall oder Wertstoff ?

Gallium-Kreislauf bei der Halbleiterherstellung

Stefan Eichler

Freiberger Compound Materials GmbH,

Am Junger Löwe Schacht 5,

D-09599 Freiberg

Freiberg, Juni 2025

Company Confidential

Was ist eigentlich **Abfall**?

Freiberger
Compound Materials

Definition (Wikipedia):

Unter **Abfall** bzw. **Müll** (schweizerisch/schwäbisch auch: **Kehricht**, österreichisch auch: **Mist**), genannt auch **Unrat**, versteht man
sämtliche vom Menschen genutzte Materialien und Substanzen, welche aus der Sicht desjenigen, der **deren Wert** für ihn (und andere) beurteilt, **keinen unmittelbaren Verwendungszweck** mehr erfüllen.
Dabei kann es sich um **Reste** oder **fehlerhafte Produktionen** in der Industrie handeln sowie um **verbrauchte, defekte oder unnütze Endprodukte** innerhalb der Gesellschaft.

Abfallfraktionen Haushalt:

Restmüll, Biomüll, Altpapier, Leichtverpackungen und Abwasser

Abfallfraktionen Wirtschaft:

Bauschutt, Altglas, Altmetall, Altholz, Elektronikschrott, Gülle, Abwasser etc.

Gefährliche Abfälle:

Asbest, Lösungsmittel, Säuren, Laugen, chemische und Laborabfälle, Krankenhausabfälle.

Was ist eigentlich **Abfall**?

§ 3 - Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG):

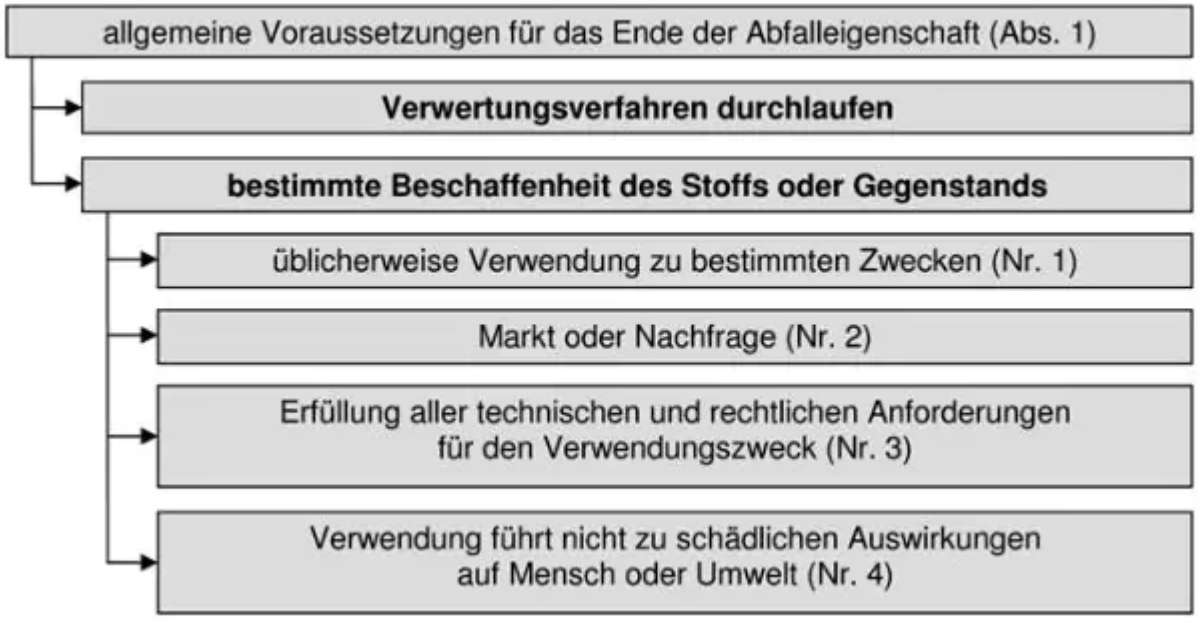
(1) Abfälle im Sinne dieses Gesetzes sind alle Stoffe oder Gegenstände, derer sich ihr Besitzer **entledigt, entledigen will oder entledigen muss**. Abfälle zur **Verwertung** sind Abfälle, die verwertet werden; Abfälle, die nicht verwertet werden, sind Abfälle zur **Beseitigung**.

(2) Eine **Entledigung** im Sinne des Absatzes 1 ist anzunehmen, wenn der Besitzer Stoffe oder Gegenstände einer **Verwertung** im Sinne der Anlage 2 oder einer **Beseitigung** im Sinne der Anlage 1 zuführt oder die tatsächliche Sachherrschaft über sie **unter Wegfall jeder weiteren Zweckbestimmung** aufgibt.

Anlage 2 Verwertungsverfahren: … R 4 Recycling und Rückgewinnung von Metallen und Metallverbindungen …

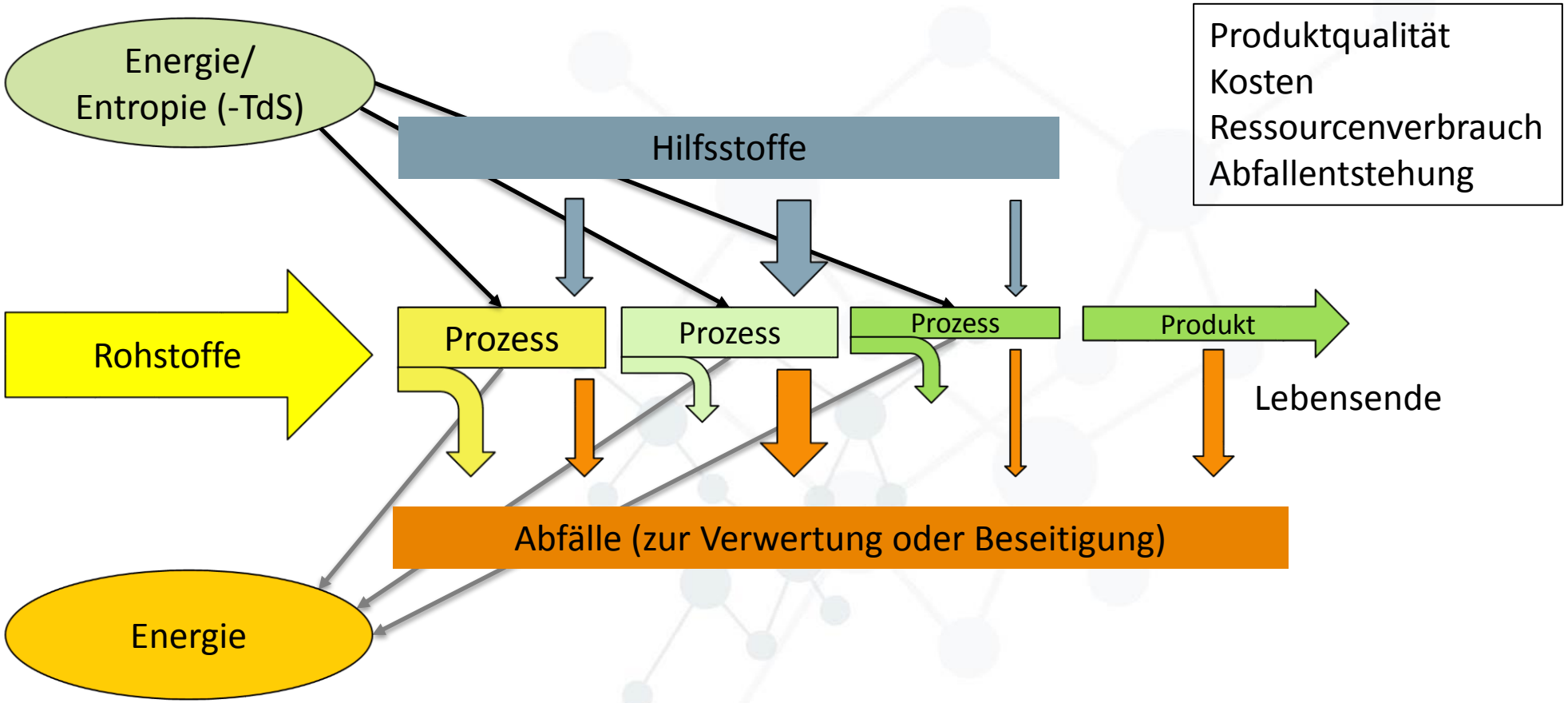
Anlage 1 Beseitigungsverfahren: D 1 Ablagerungen in oder auf dem Boden (zum Beispiel Deponien) …

§ 5 KrWG – Ende der Abfalleigenschaft

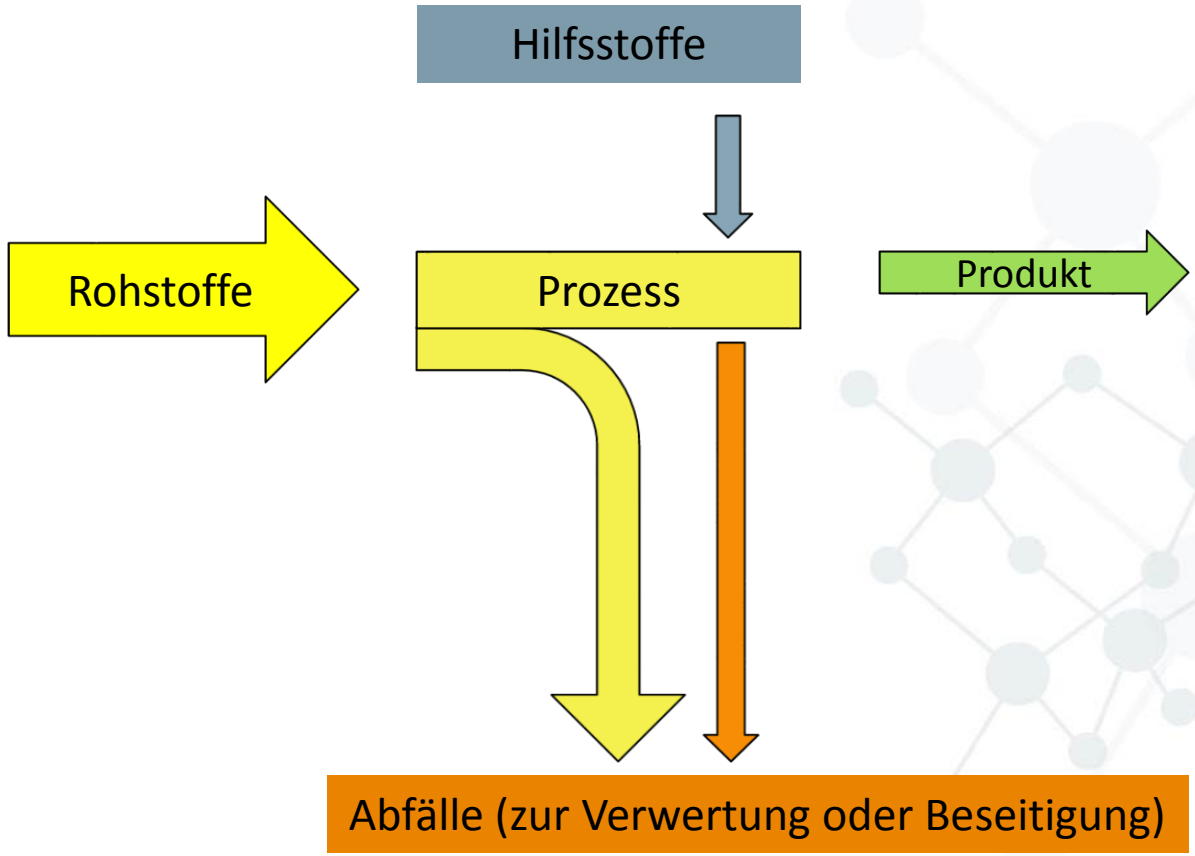


Warum benötigt man das „Ende der Abfalleigenschaft“, wenn Stoffe bzw. Stoffströme zur Verwertung nicht als Abfall sondern als Wertstoff deklariert werden?

Wertstrom - Analyse



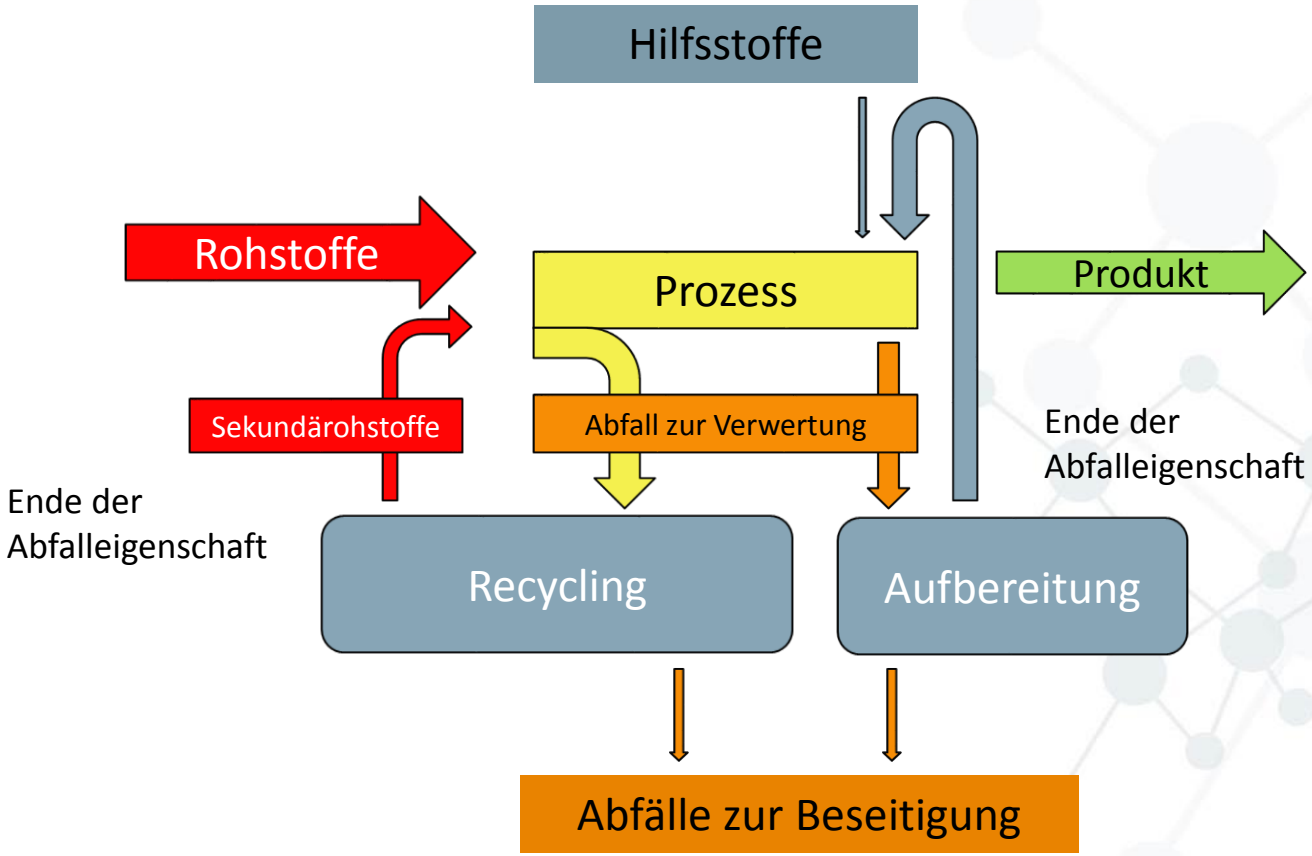
Wertstrom - linear



Produktquote:
Anteil des Rohstoffes im Produkt

Abfallquote:
Anteil der Roh- und Hilfsstoffe im Abfall

Wertstrom - Kreislauf



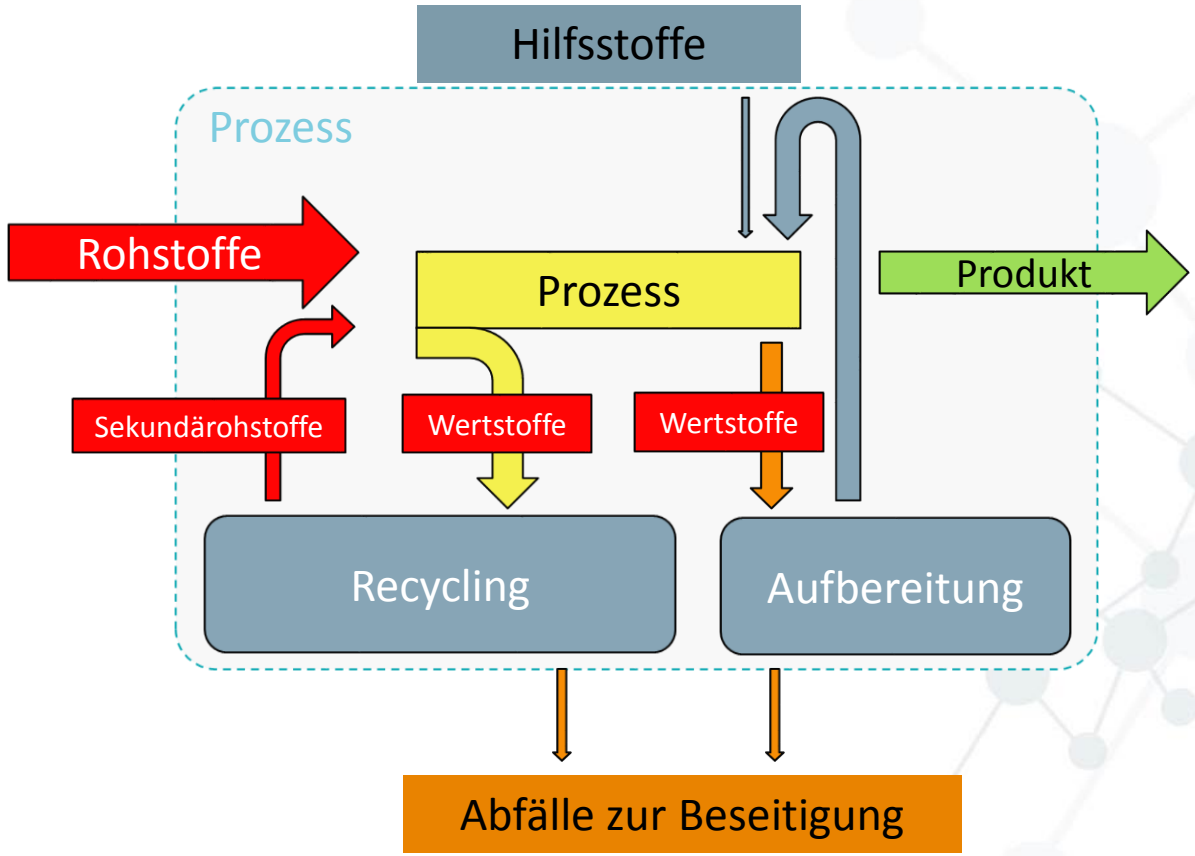
Produktquote:
Anteil des Rohstoffes im Produkt (Ausbeute)

Abfallquote:
Anteil der Roh- und Hilfsstoffe im Abfall (zur Beseitigung)

Recyclingquote:
Anteil des Recyclingmaterials am Gesamteinsatz

Prämissen der Kreislaufwirtschaft
Produktqualität vergleichbar!
Kosten gleich oder geringer!
Ressourcenverbrauch geringer!
Abfallentstehung geringer!

Wertstrom - Kreislauf



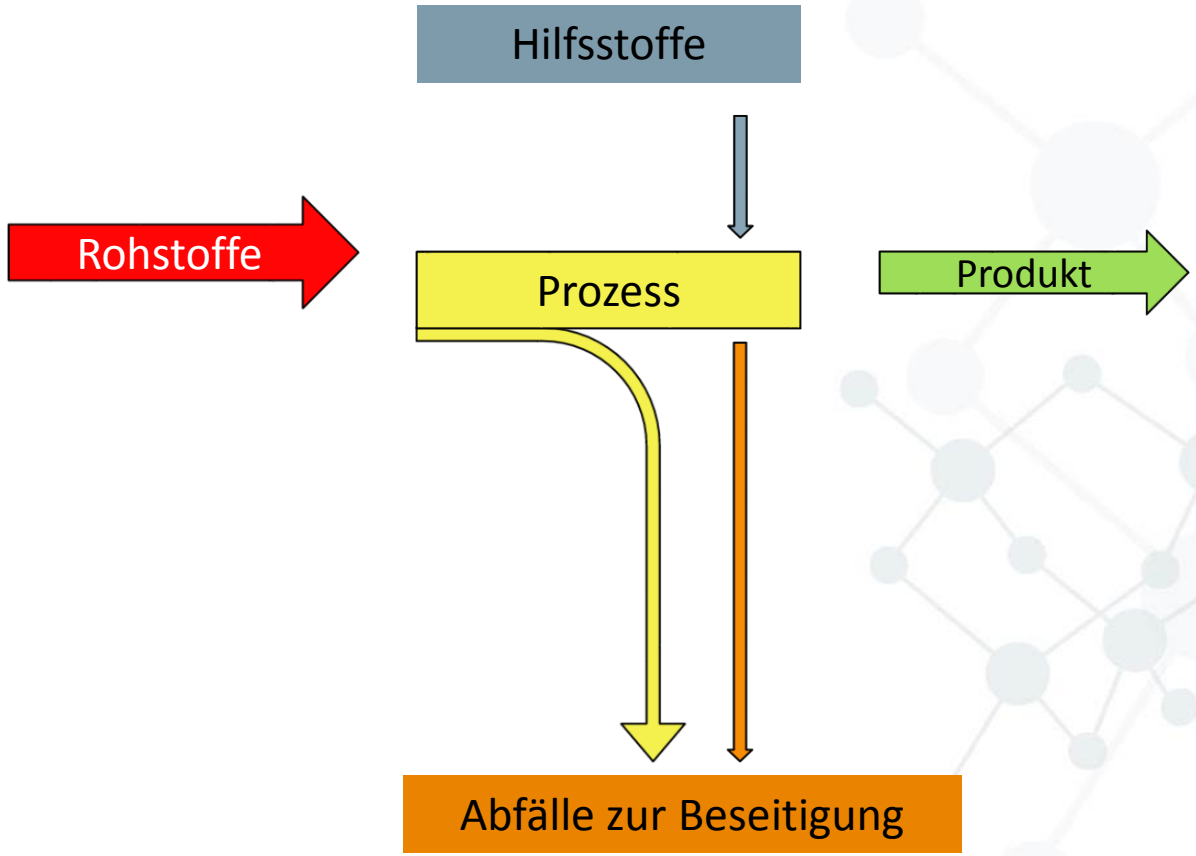
Produktquote:
Anteil des Rohstoffes im Produkt (Ausbeute)

Abfallquote:
Anteil der Roh- und Hilfsstoffe im Abfall (zur Beseitigung)

Recyclingquote:
Anteil des Recyclingmaterials am Gesamteinsatz

Prämissen der Kreislaufwirtschaft
Produktqualität vergleichbar!
Kosten gleich oder geringer!
Ressourcenverbrauch geringer!
Abfallentstehung geringer!

Wertstrom - linear



Produktquote:
Anteil des Rohstoffes im Produkt

Abfallquote:
Anteil der Roh- und Hilfsstoffe im Abfall

Abfall oder Wertstoff?

Definition (konsistent im Sinne der Kreislaufwirtschaft):

Abfälle sind Stoffe, die **kein Potenzial für eine stoffliche oder energetische Verwertung** besitzen sondern nur noch beseitigt werden können. (Abfälle zur Beseitigung § 3 KrWG (1))

Alle anderen Stoffe am Ende der Nutzung oder von Prozessen sind **Wertstoffe oder Sekundärrohstoffe** unabhängig von ihrer Gefährlichkeit.

Die **Kosten** für den **Primärrohstoff** sowie der **Beseitigung von Abfall** und die **Kosten** des **Recyclings** bzw. der **Aufbereitung** bestimmen den Wert der Wert- bzw. Sekundärrohstoffe und damit die **Wirtschaftlichkeit** der Verwertung.
Wert- oder Sekundärrohstoffe haben einen **Wert/Preis**!

Kosten für äquivalenten Primärrohstoff + Kosten zur alternativen Beseitigung – **Kosten von Recycling/Aufbereitung**

Die **Kosten** des **Recyclings bzw. der Aufbereitung** werden wesentlich von der **Güte der Trennung** und **Effizienz der Sammlung** der Wert- bzw. Sekundärrohstoffe bestimmt.

Freiberger Compound Materials GmbH

Company Confidential

FCM Product Portfolio – GaAs & InP

LEC
Liquid Encapsulated Czochralski

Semi-insulating	Semi-conducting
GaAs:C	GaAs:Te
3" 4" 6"	3" 4"

VGF
Vertical Gradient Freeze

Semi-insulating		Semi-conducting		
GaAs:C	InP:Fe	GaAs:Si	InP:S	GaAs:Zn
3" 4" 6" 8"	3" 4"	3" 4" 6" 8"	3" 4"	4" 6"

FCM Core Products Rising Stars

Technological Flow

Synthesis	Crystal growth	Mechanical Wafering	Final Wafering
Raw Material (Ga, As, In, P)	VGF/LEC Crystal Growth	Crystal Grinding	Polishing
High Pressure Synthesis (pc-GaAs, pc-InP)	Crystal Annealing	Wire Sawing	Cleaning
	Crystal Characterization	Edge Grinding	Final inspection
		Etching / Cleaning	Packaging / Certification

Data tracking and logistics is supported by modern MES according ISO 9001 & 14001 & 50001.

GaAs/InP enable modern & future technologies

Freiberger Compound Materials

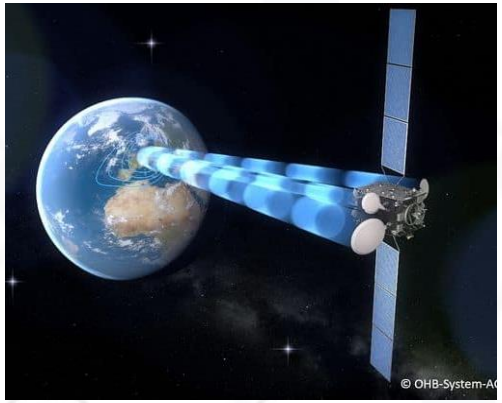
Wireless Devices

Opto-Electronics

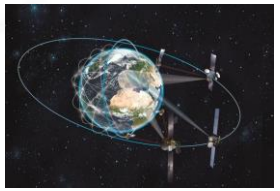
Mobile communication

WiFi

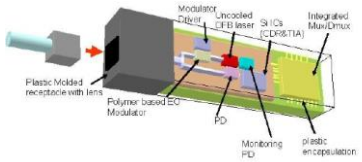
Defense and Space



mmWave & THz



Data Communication



IR Sensing & Detection

µLED Displays

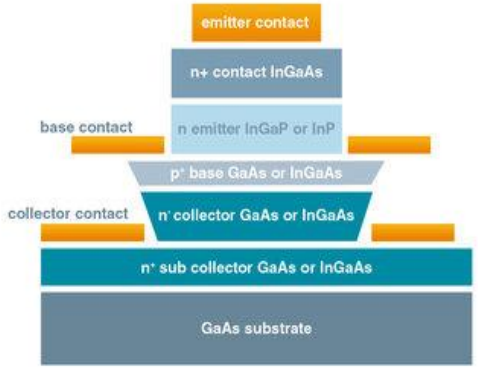
LED

Products of our Customers (GaAs/InP)

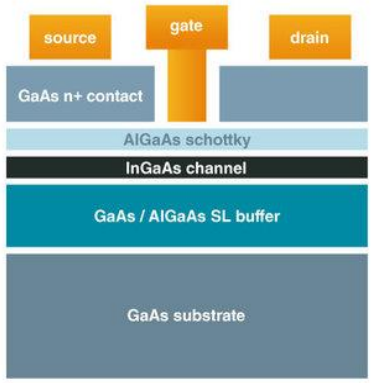
Freiberger Compound Materials

Wireless Devices

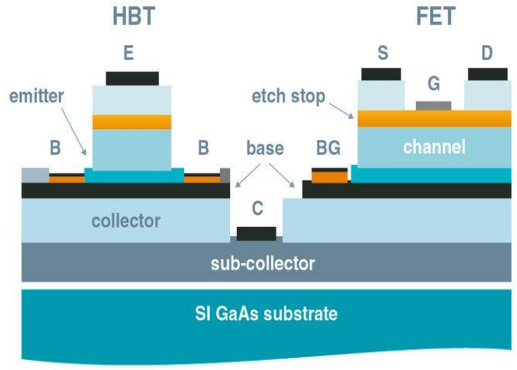
HB-Transistors



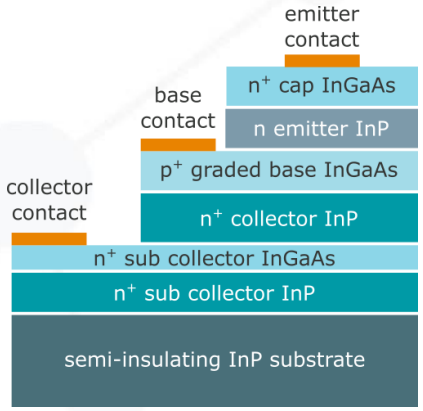
pHEM-Transistors



BIFE-Transistors

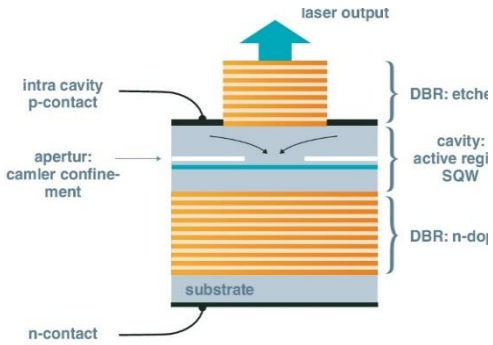


Double HB-Transistor

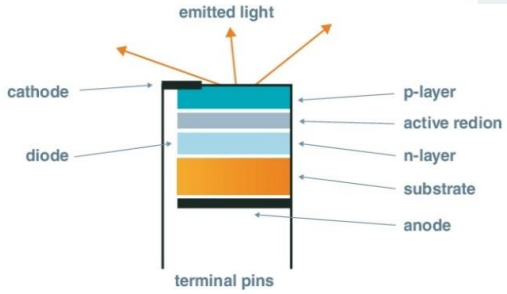


Opto-Electronics

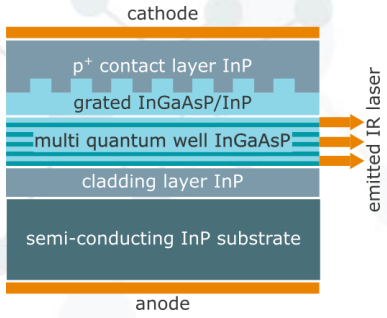
LASER



LED



Edge Emitting Laser



Avalanche Photodiode

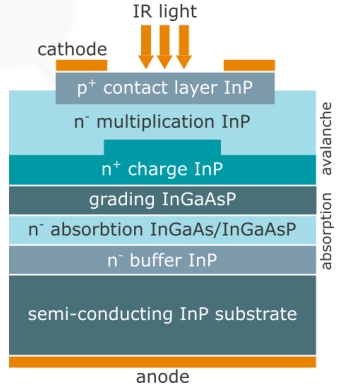
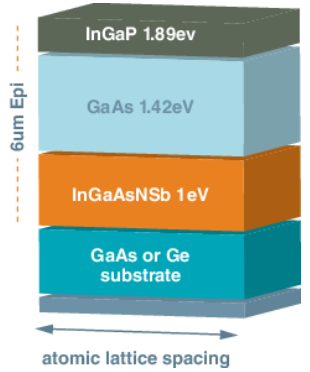


Photo cell



Materials for III-V semiconductor wafer production

Freiberger Compound Materials

Raw materials

Phosphorus (5N)

Arsenic (6N)

Ammonia

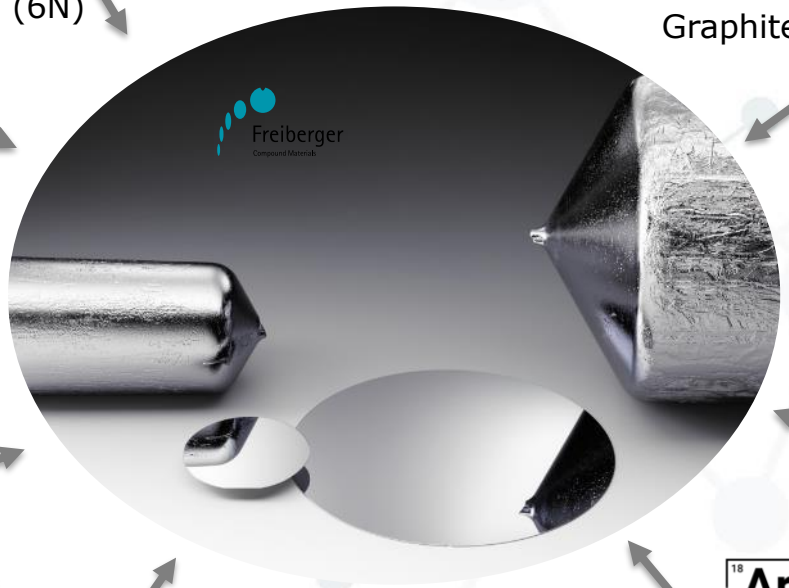
Gallium (6N)

Indium (6N)

Auxiliary materials

Graphite

pBN crucible

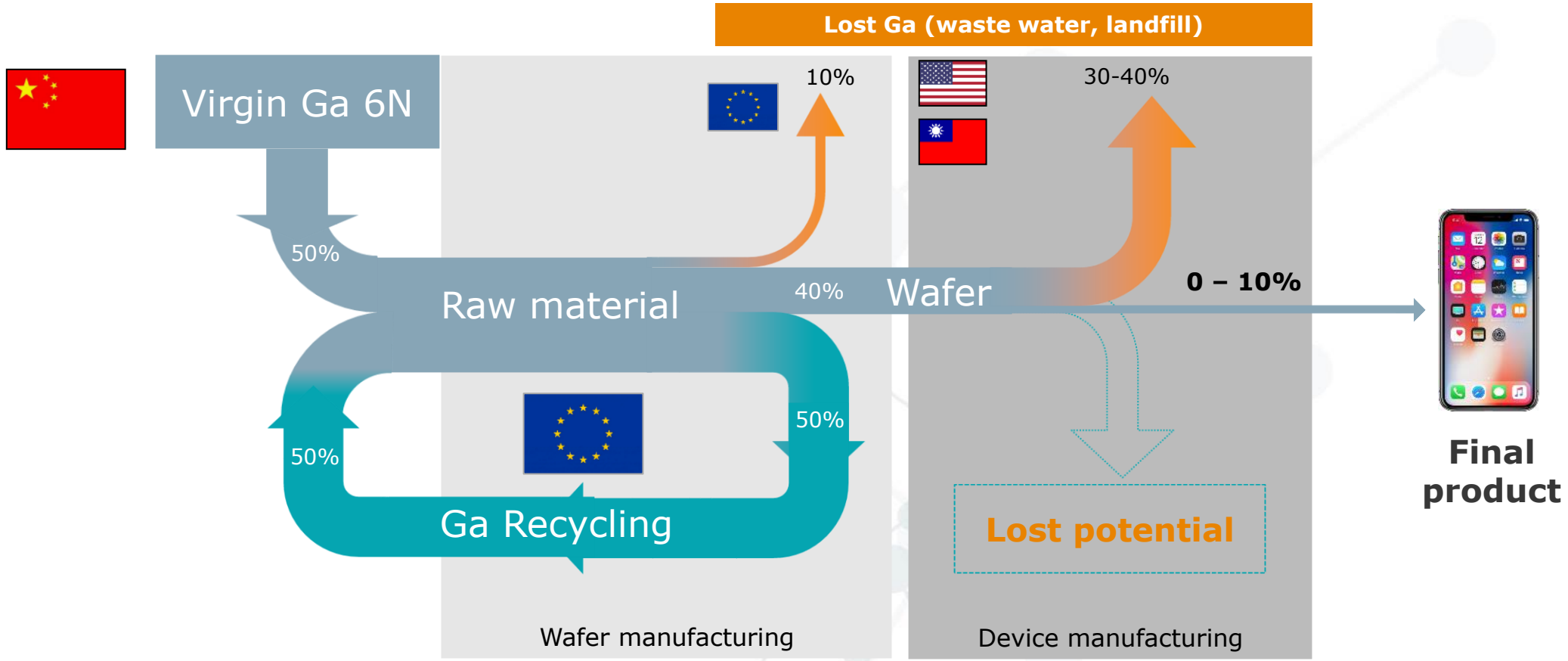


SiC

Boron oxide

Process gases

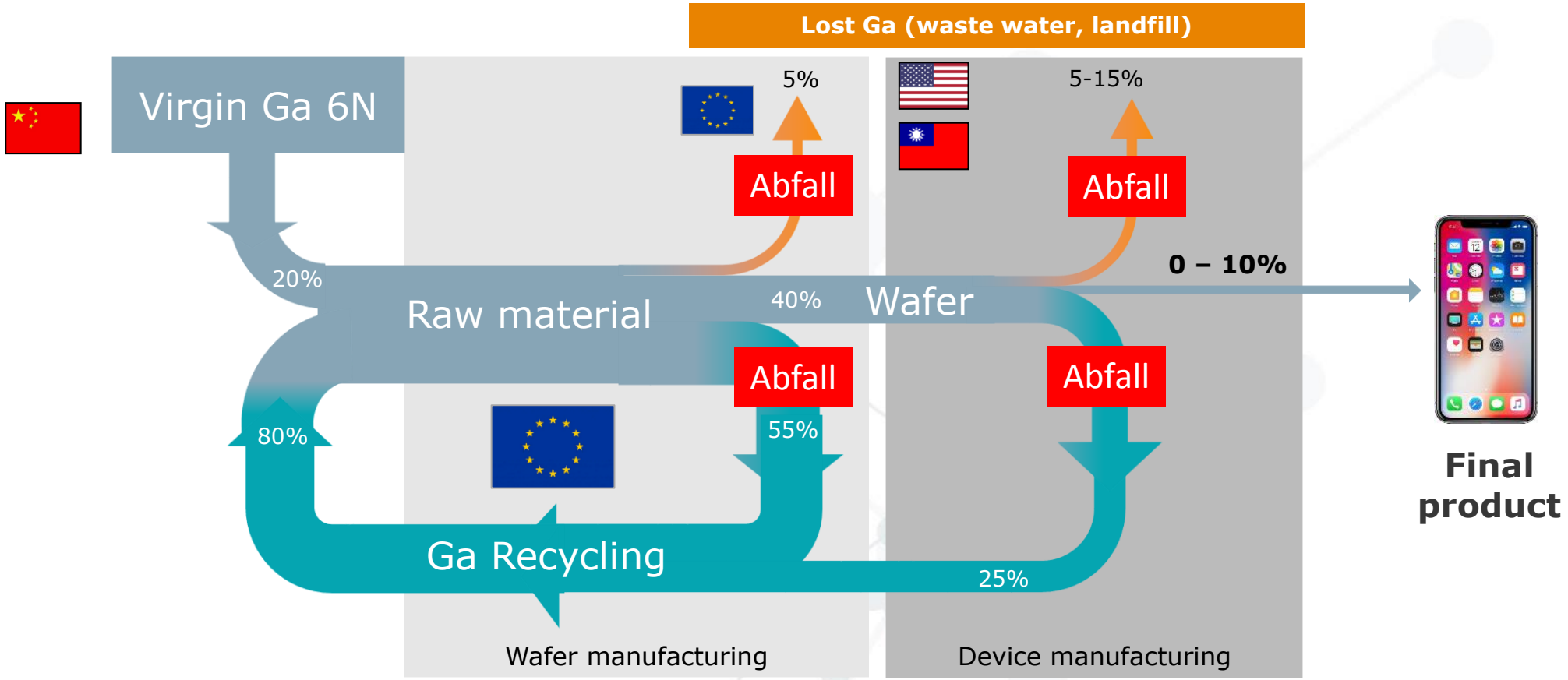
Gallium Recycling – 50% (Status)



Ziele:

- Erhöhung/Stabilisierung der Effizienz – Reduktion der Kosten
- Verringerung der Abhängigkeit von „virgin“ Gallium
- Reduziert ökologischen Footprint (Energieverbrauch, Ressourcenverbrauch, Deponievolumen)

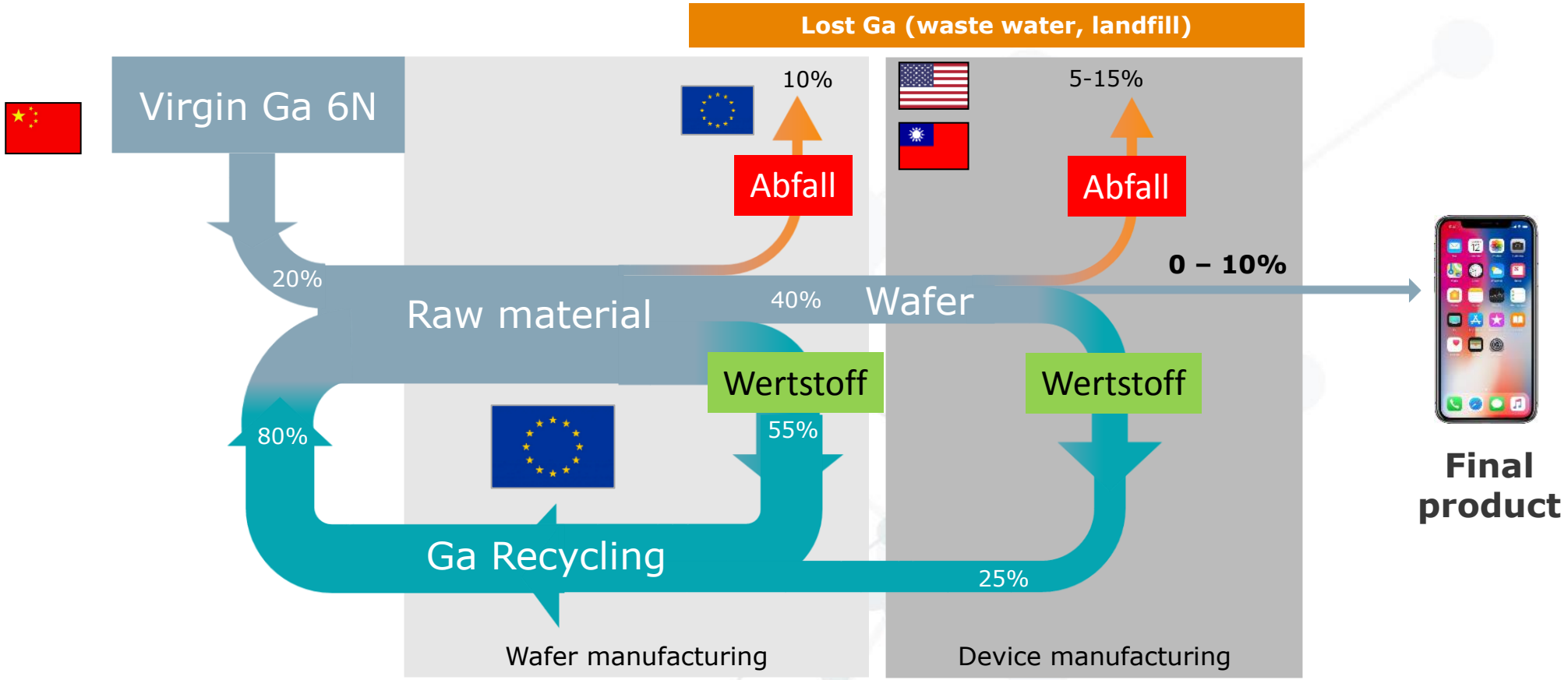
Gallium Recycling – 50 % -> 80%



Abfallrecht/ Transportvorschriften:

- GaAs Schleifschlämme müssen als gefährlicher Abfall deklariert werden
- Transportgenehmigungen bzw. Transportnotifizierungen sind notwendig

Gallium Recycling – 50 % -> 80%



Vereinfachung von Kreislaufwirtschaft durch sinnvolle Kategorisierung der Stoffströme wäre wünschenswert!

Die Definition des Endes der Abfalleigenschaft wäre obsolet.

Thank you!

Freiberger
Compound Materials

Company Confidential