



greenict.connect²⁴





Eine effizientere Zukunft gestalten

Corinna Wolf

Global Head of Sustainability, Infineon Technologies AG

October 17, 2024



Ein nachhaltige Zukunft ermöglichen: Infineons Engagement für Innovation und Verantwortung



Mission



*“Driving decarbonization
and digitalization. Together”*



Wachstumsbereiche



Energie
grün und effizient



Mobilität
sauber und sicher



IoT
smart und sicher

Globaler Marktführer



Energiemanagement (z.B., Unterhaltungselektronik)



Automotive (z.B. Antrieb, Sicherheit, und autonomes Fahren)



IoT (z.B. Konnektivität, Authentifizierung und Verschlüsselung)



Energieeffiziente Technologien (z.B. erneuerbare Energien)

Infineon Weltweit

58,600

Mitarbeiter*innen weltweit¹

69

R&D und

15

Fertigungsstandorte²



Für weitere Informationen: [Infineon Geschäftsbericht](#)

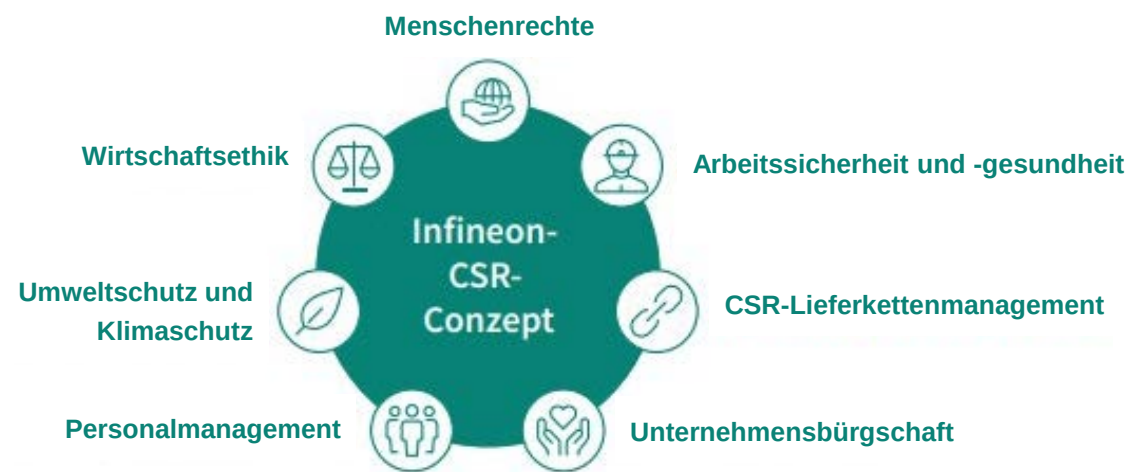
¹ Geschäftsjahr 2023 (zum 30. September 2023) | ² Stand 1. August 2024

Powered by Bing

Externe Anerkennungen bestätigen unser Engagement für eine nachhaltige Gesellschaft



CSR bei Infineon umfasst unser freiwilliges Engagement in den Bereichen:



Aktuelle Nachhaltigkeitsratings	
MSCI 	AA
 DISCLOSURE INSIGHT ACTION	B climate change scoring B water security scoring
 SUSTAINABLE SUPPLY MANAGEMENT	“Platinum” award
MEMBER OF Dow Jones Sustainability Indices In collaboration with 	Listed in Dow Jones Sustainability™ World Index
ISS ESG 	Prime status
 FTSE4Good	Index member

Infineon KPIs



Wasser-entnahme



Wasser-verbrauch



Wasser-aufbereitung



Abfallausstoß



Scope 1



Scope 2

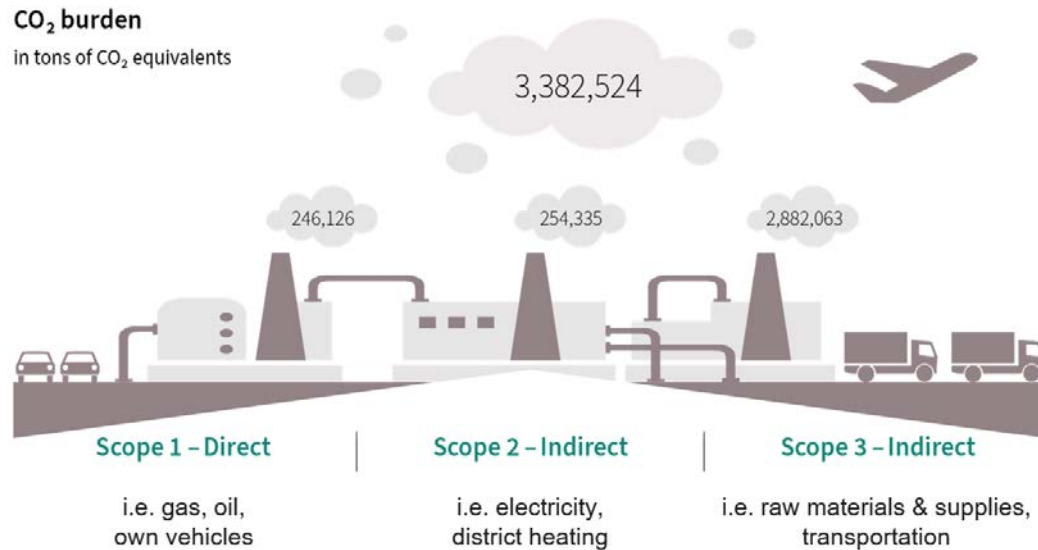


Scope 3

Infineon leistet einen Beitrag zur Dekarbonisierung entlang der Wertschöpfungskette



Direkte Emissionen



Infineon zeigt die Richtung: Seit 2019 haben wir unsere Scope-1 und 2 CO₂-Emissionen seit 2019 **halbiert**, während unser **Umsatz** sich **verdoppelt** hat

Lieferkette

Im Dezember 2023, haben wir uns **verpflichtet**, ein **wissenschaftsbasiertes Ziel** zu setzen, unsere Klimastrategie auf die Lieferkette auszuweiten

Produkte und Lösungen

Grüne Energie



Grüne Elektrifizierung



Energieeffizienz



Infineon gestaltet eine nachhaltige Zukunft durch **innovative** Produkte und Lösungen

Infineon hat eine klare Strategie, wie es sein 2030-Ziel umsetzen will

Schlüsselinitiativen für ein CO₂-neutrales Infineon

Die **Vermeidung** direkter Emissionen (PFC-Reduzierung) und die **Steigerung der Energieeffizienz** haben klare Priorität



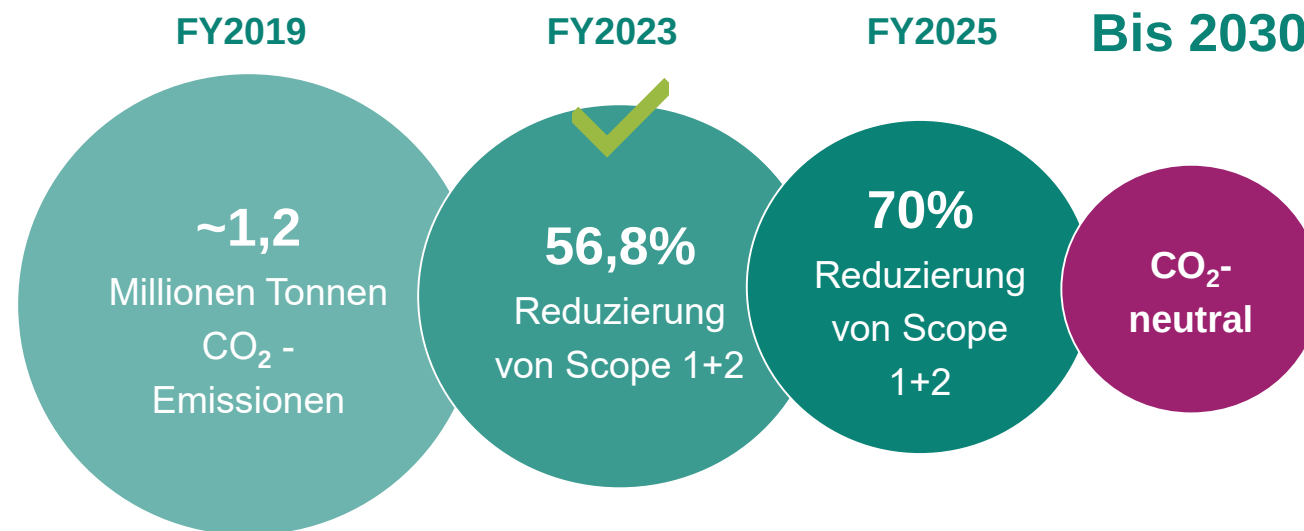
Infineons Standorte in **Europa und Nordamerika** sowie die Fertigungsstandorte in **Malaysia** werden mit **grüner Energie** betrieben



Kompensieren nur für unvermeidbare Emissionen durch den Kauf von CO₂-Zertifikaten, die Entwicklungshilfe und CO₂-Vermeidung kombinieren



CO₂ – Reduzierung auf Kurs



Infineon ist seit 2021 auch Teil der **RE100**: Diese globale Initiative bringt viele der weltweit größten Unternehmen zusammen, **die sich zu 100% erneuerbarer Energie verpflichtet haben.**

Freiwillige Reduzierung von PFC als wichtiger Hebel zur Vermeidung von CO₂-Emissionen

- Durch freiwillige Investitionen in die Abgasreinigung von PFC¹ **vermeidet** Infineon etwa **zwei Drittel seiner potenziellen direkten Scope-1-Emissionen**
- **Einsatz von Alternativgasen** mit höheren Ausnutzungsraten und geringerem Treibhauspotenzial (wo möglich)
- **Modernste PFC-Abgasreinigungssysteme** in allen unseren Frontend-Anlagen installiert

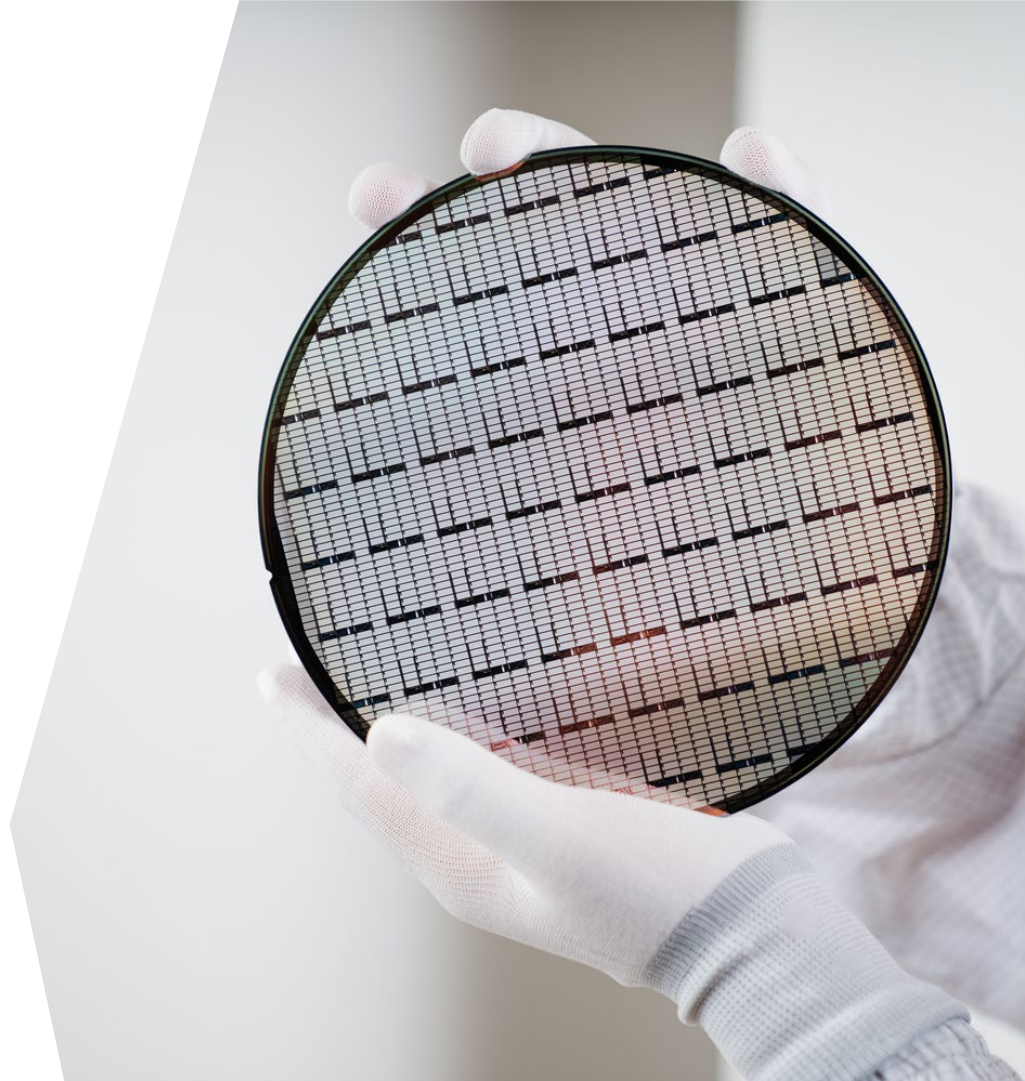


Ziel:

Umsetzung zusätzlicher Maßnahmen, die bis zum Ende des Geschäftsjahres 2024 insgesamt **50,000 Tonnen CO₂ – Äquivalente** einsparen².

¹Perfluorierte und polyfluorierte Verbindungen, Schwefelhexafluorid (SF₆) und Stickstofftrifluorid (NF₃). Die Halbleiterindustrie verwendet PFC für Trockenätzverfahren zur Strukturierung von Wafern und zur Reinigung von Produktionsanlagen

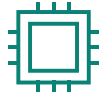
²Kumulativ ab dem Geschäftsjahr 2021



Infineon ergänzt seine CO2-neutralen Ambitionen mit einer globalen Umwelt-Nachhaltigkeitsstrategie (GESS)



Transparenz für den Klimaschutz: Unsere PCF-Metriken für eine nachhaltigere Zukunft



Transparenz von unseren Unternehmensaktivitäten bis hin zum einzelnen Produkt



Kunden ermöglichen, tiefe Einblicke in ihren eigenen CO₂-Fußabdruck entlang ihrer Wertschöpfungskette zu gewinnen



Schaffen von Hebeln für effektivere Strategien zur Reduzierung der eigenen CO₂-Emissionen unserer Kunden

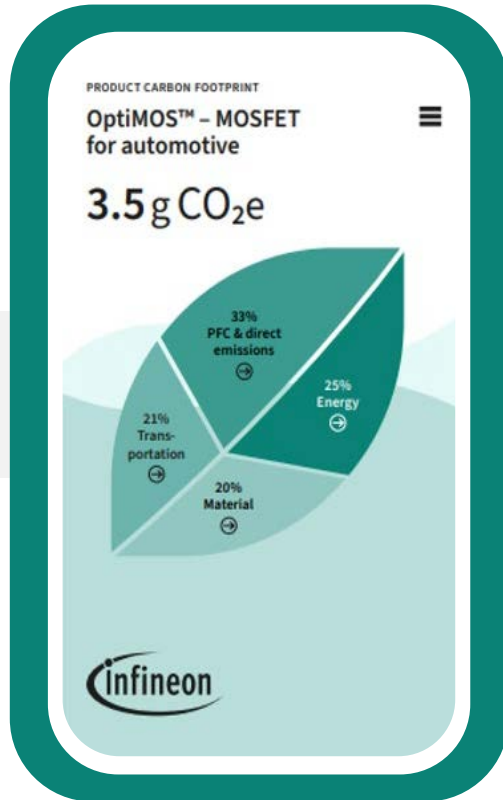


“ Mit unseren umfassenden Daten zum Produkt-Carbon-Footprint fördern wir die Vision einer klimaneutralen Gesellschaft und unterstützen unsere Kunden bei der noch effektiveren Reduzierung ihrer CO₂-Emissionen. ”

Elke Reichart

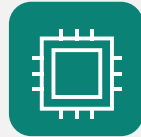
Vorstandsmitglied der Infineon Technologies AG und Chief Digital und Sustainability Officer

Counting Carbon: Infineons Ansatz zur Berechnung des Produkt-Carbon-Fußabdrucks



Materialien

- Chips-und Material-Direkt-Emissionen (BE): Material im Endprodukt
- Indirekte Material-Emissionen während der Produktion (Chemikalien, Wasser, Abfälle, ...)



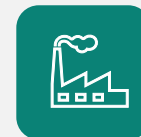
Energie

- Elektrizität und andere Energiequellen, die für die Produktion verwendet werden



Direkte Emissionen

- PFC-Gase aus Produktionsstätten
- Direkte Emissionen, die von unseren Standorten emittiert werden



Transport

- Globaler Transport des Produkts
- Transport zwischen Produktionsstandorten
- Durchschnittlichen Transport zum Kunden



*Based on data from last fiscal year (annual updates)

Von Linearität zur Kreislaufwirtschaft: Erfolgsbeispiele von Infineon zur Erforschung der Kreislaufwirtschaft

Infineon treibt mehrere Initiativen für eine Kreislaufwirtschaft voran:

Kreislaufmodell: Das 6R Konzept



Ressourceneffizienz & Recycling

- Infineons Partnerschaft mit Jiva Materials für **recyclbare Leiterplatten**
- **Leitung** des europäischen Forschungsprojekts „European ECOsystem for green Electronic“ (**EECONE**) für eine Kreislaufwirtschaft in der Elektronikindustrie

Reparatur und Wiederverwendung ermöglichen

- **Sicherheitslösungen** für die Authentifizierung und Verifizierung von Produkten und Ersatzteilen wie z.B. OPTIGA™ ermöglichen eine sichere Kreislaufwirtschaft
- **Authentifizieren** von Produkten und Benutzerdaten für neue Geschäftsmodelle
- Ermöglichen eines **2. Lebens für Automotive-Batterien** in Zusammenarbeit mit STABL Energy

Produkttransparenz

- Infineon fördert die Kreislaufwirtschaft mit Produkttransparenz, einschließlich eines **produktspezifischen CO2e-Fußabdrucks**

Die Kreislaufwirtschaft ist ein Modell, das darauf abzielt, Ressourcen so lange wie möglich im Kreislauf zu halten - entlang der Wertschöpfungskette.

“Erstmals wird ein recycelbares, biologisch abbaubares Leiterplatten-Material in der Entwicklung von Elektronikprodukten für Consumer- und Industrieanwendungen eingesetzt – ein Meilenstein auf dem Weg zu einer grüneren Zukunft.”

Andreas Kopp

Leiter Produktmanagement Diskrete bei Green Industrial Power Division (GIP)

Die Zusammenarbeit mit JIVA Materials ebnet den Weg für eine grünere Zukunft



Infineon kooperiert mit JIVA Materials, um umweltfreundliche Alternativen zur Reduzierung von Elektroschrott zu erkunden



Soluboard®, ein recycelbarer und biologisch abbaubarer Leiterplatten-Substrat (PCB-Substrat)



Hergestellt aus natürlichen Fasern und halogenfreiem Polymer wird es derzeit für erste Demo- und Evaluations-Boards verwendet

Umweltauswirkungen

60 %

Reduzierung von CO₂ Emissionen*

10.5 g

Reduzierung von CO₂-Emissionen kann pro Quadratmeter Leiterplatte eingespart werden*

620 g

Reduzierung von Plastik kann pro Quadratmeter Leiterplatte eingespart werden*

*Compared to traditional FR-4 PCB materials

Verantwortliches Handeln, nachhaltiges profitables Wachstum



Ökologische Nachhaltigkeitsinitiativen



Decarbonisierung
Konkrete CO₂-Ziele



Product Carbon Footprint
Transparenz



Kreislaufwirtschaft
Abfallreduzierung und Förderung
der Wiederverwendung



Nachhaltigkeit als Werttreiber für Investoren



Langfristige Wertsteigerung: Nachhaltigkeitsinitiativen können langfristige Wertsteigerung für Infineon generieren und es zu einer attraktiven Investitionsoption machen



Risikoreduzierung und verbesserte Renditen: Infineon kann Risiken reduzieren und Renditen verbessern, was eine stabilere und attraktivere Investitionsoption bietet



Übereinstimmung mit Investoren: Infineon gewinnt die Unterstützung von Investoren, die seine nachhaltigen Ziele teilen





greenict.connect²⁴





greenict.connect²⁴



Green ICT Space Projekt „NEST“

Neues Screeningtool für eine effiziente Halbleiterfertigung

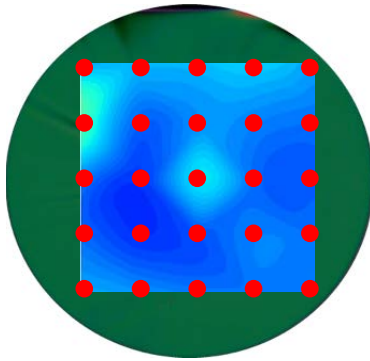
Dr. Philipp Wollmann - DIVE imaging systems GmbH

Martin Landgraf - Fraunhofer IPMS

DIVE – Technology overview

Status quo

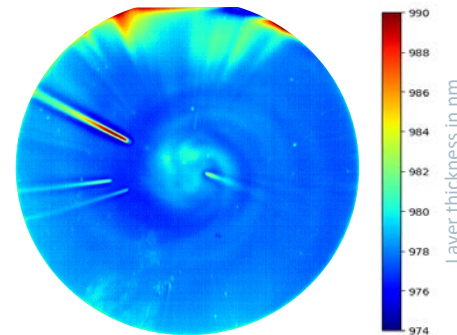
Random sample thickness measurements on a wafer



Until now, **less than 1% of the information of surfaces** can be captured during an inspection.¹
The rest remains a mathematical guess.

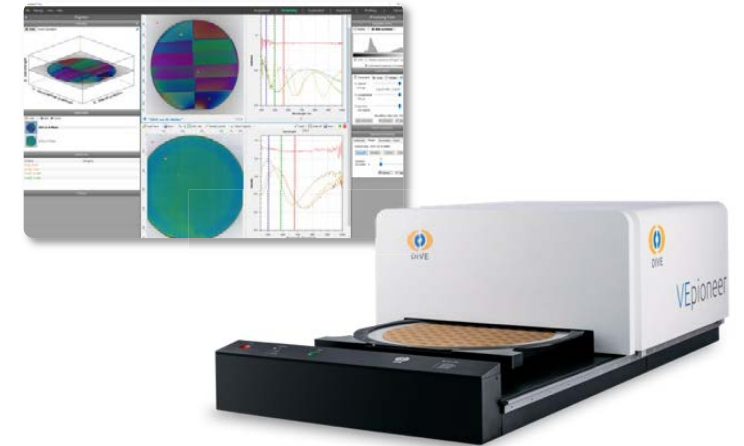
DIVE technology

>10 million thickness measurements per second



DIVE technology inspects **100% of the surface**.
DIVE **ensures quality** and **functionality** of systems that depend on thin layers and surfaces.

Hyperspectral Vision



DIVE's **software-suite** provides you with the **insights**, the **hardware solutions** scales with the production and are available for **at-line** and **in-line** use.

Basic ideas

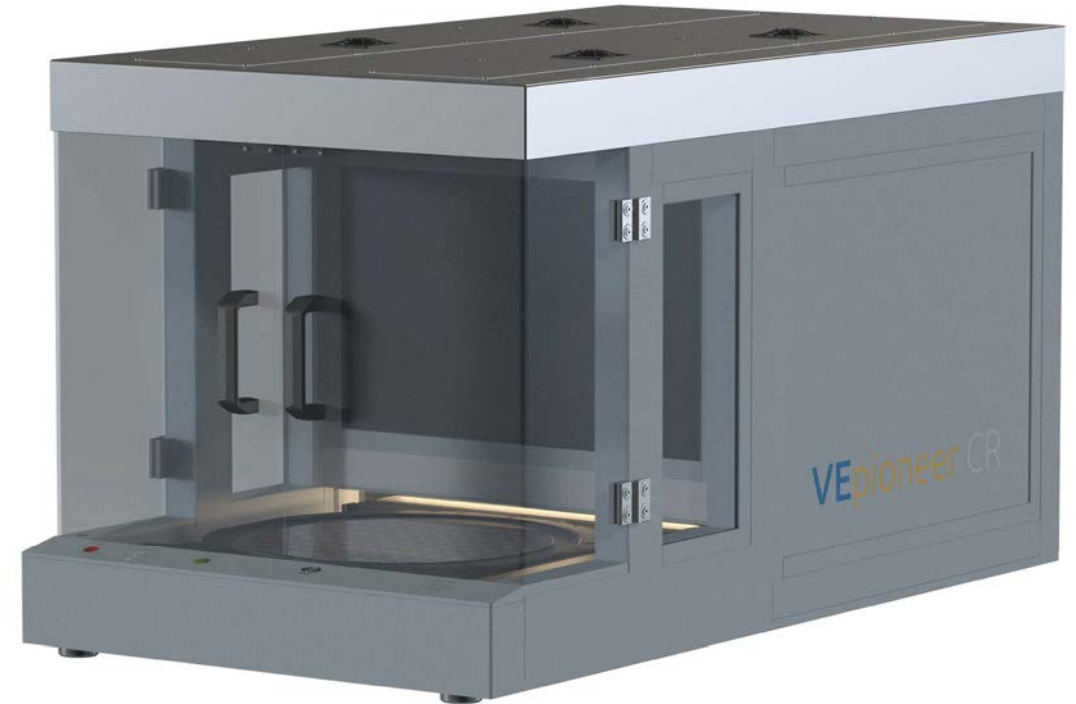
Evaluation of savings potential (energy / CO₂) for semiconductor manufacturing.

1. Environmental assessment

- use case based for a mid-sized fab with 25k wafer starts and 28 nm process

2. Establishing of a cleanroom system

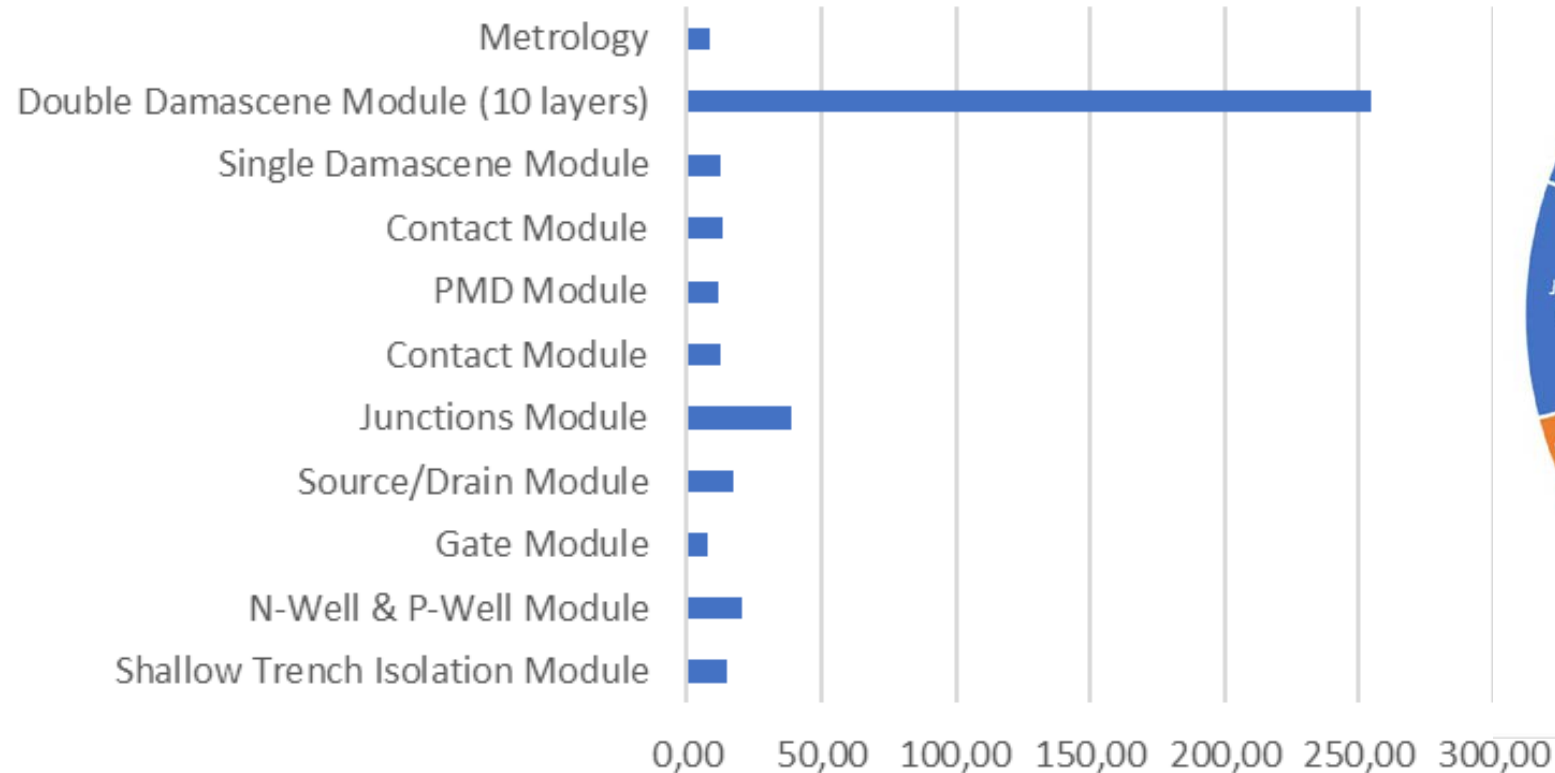
- contamination tests
- evaluation of technology potential with different semicon partners



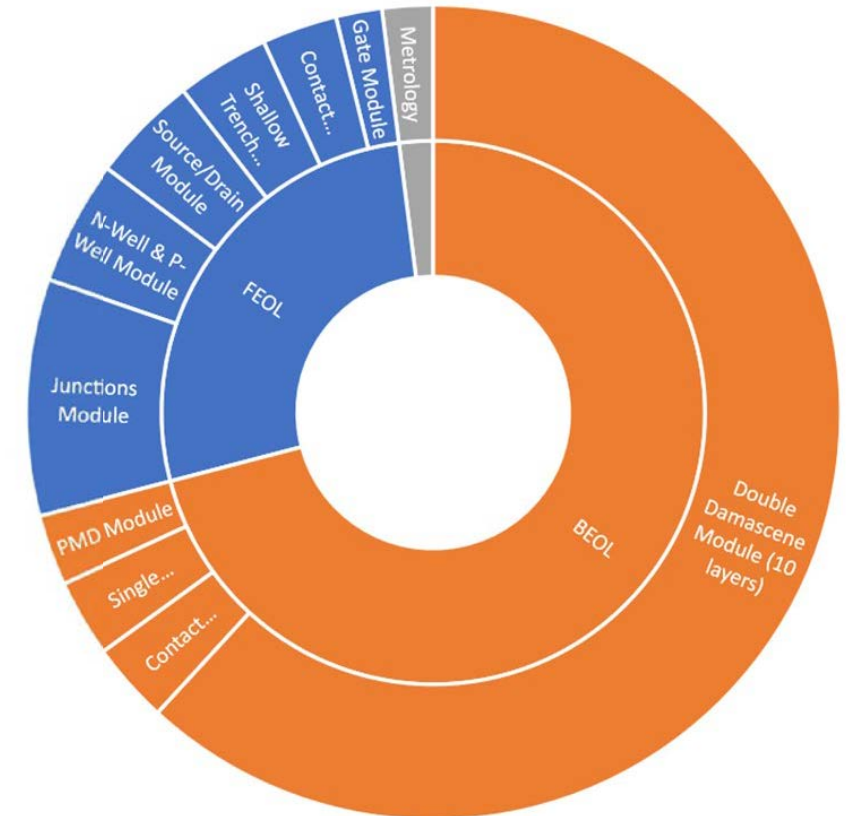
DIVE – 28 nm CMOS energy consumption

Strong support of FMD; Lutz Stobbe (Fraunhofer iZM) in project part Umweltpotentialanalyse

28nm CMOS Logic Process Energy in kWh/wafer



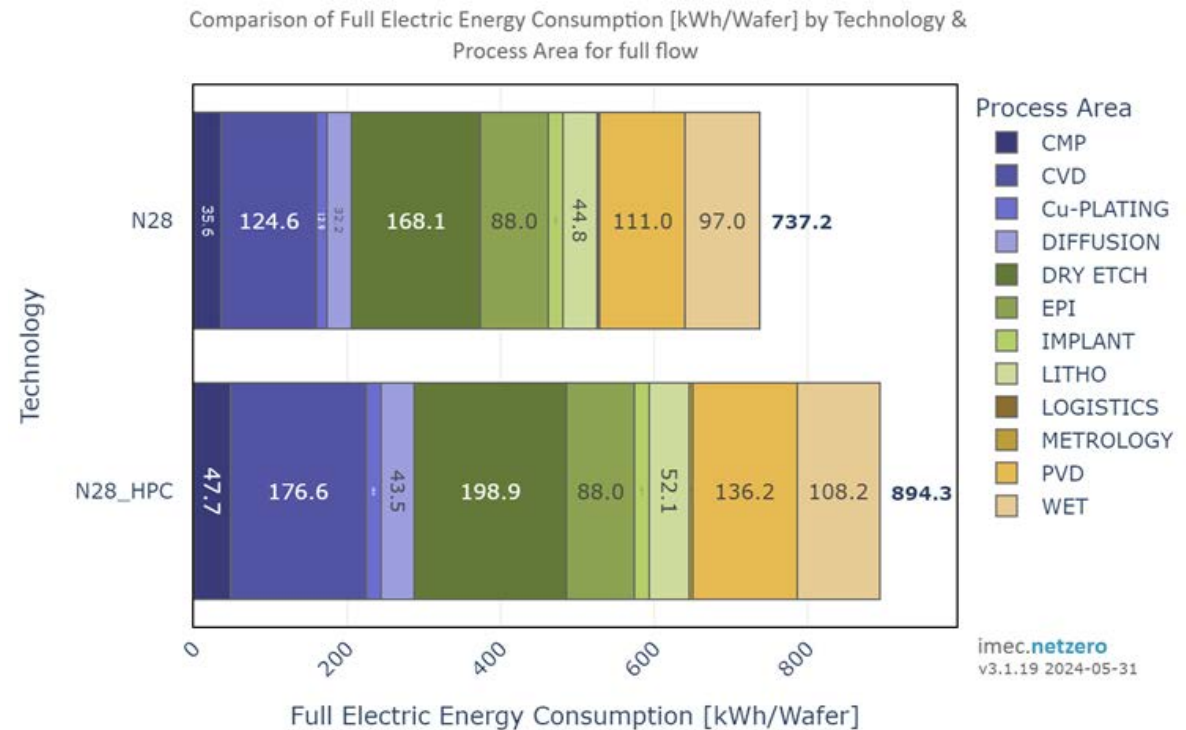
28nm CMOS Logic Process Energy in kWh/wafer



DIVE – Energy per machine categories

Strong support of Fh IZM / Lutz Stobbe

	IZM
Machine Categories	kWh/wafer
Chemical Vapor Deposition (CVD)	127,14
Physical Vapor Deposition (PVD)	109,74
Epitaxy	23,44
Implant	8,09
Copper Plating (Cu-Plating)	12,56
EUV Lithography	0,00
193i Lithography	22,67
Wet Etching	19,26
Dry Etching	35,35
Chemical Mechanical Polishing (CMP)	18,59
Thermal Annealing (incl. RTA & RTP)	31,40
Cleaning	1,35
Diffusion	0,00
Metrology	8,33
Fab Overhead	267,39
Total Energy	685,31



DIVE – Scenario for 25k production wafer / 36k test wafer

Strong support of Fh IZM / Lutz Stobbe

		Model	Production	Production	Testing	Testing	Total pcs
	Process modules	kWh/wafer	P-Wafer	kWh/P-Wafer	T-Wafer	kWh/T-Wafer	P+T Wafer
FEOL	Shallow Trench Isolation Module	15,21	25.000	380.233	1.890	28.746	
FEOL	N-Well & P-Well Module	20,37	25.000	509.302	1.890	38.503	
FEOL	Gate Module	7,52	25.000	188.081	1.890	14.219	
FEOL	Source/Drain Module	17,56	25.000	438.953	1.890	33.185	
FEOL	Junctions Module	38,58	25.000	964.535	1.890	72.919	
FEOL	Contact Module	12,31	25.000	307.849	1.890	23.273	
BEOL	PMD Module	11,58	25.000	289.535	1.890	21.889	
BEOL	Contact Module	13,21	25.000	330.233	1.890	24.966	
BEOL	Single Damascene Module	12,79	25.000	319.767	1.890	24.174	
BEOL	Double Damascene Module (10 layers)	254,96	25.000	6.374.012	1.890	481.875	
	Metrology	8,33	25.000	208.250			
	Test-Wafer Reclaim	0,86			35910	30.883	
Total	Energy in kWh	412,43		10.310.750		794.632	11.105.382
Percentage				92,84		7,16	100,00
		kgCO2e/kWh)		kgCO2e		kgCO2e	kgCO2e
Total	Carbon Footprint (GWP in kgCO2e)	0,6		6.186.450		476.779	6.663.229

Control wafer processing has an energy share of approx. 7% of the process flow under consideration.

DIVE – Scenario for 25k wafer and 25% savings of control wafer

Strong support of Fh IZM / Lutz Stobbe

Savings of 25% control wafer (9k)

	Prozessmodule	Model	Produktion	Produktion	Testen	Testen	Total
		kWh/wafer	P-Wafer	kWh/P-Wafer	T-Wafer	kWh/T-Wafer	P+T Wafer
FEOL	Shallow Trench Isolation Module	15,21	25.000	380.233	1.420	21.597	
FEOL	N-Well & P-Well Module	20,37	25.000	509.302	1.420	28.928	
FEOL	Gate Module	7,52	25.000	188.081	1.420	10.683	
FEOL	Source/Drain Module	17,56	25.000	438.953	1.420	24.933	
FEOL	Junctions Module	38,58	25.000	964.535	1.420	54.786	
FEOL	Contact Module	12,31	25.000	307.849	1.420	17.486	
BEOL	PMD Module	11,58	25.000	289.535	1.420	16.446	
BEOL	Contact Module	13,21	25.000	330.233	1.420	18.757	
BEOL	Single Damascene Module	12,79	25.000	319.767	1.420	18.163	
BEOL	Double Damascene Module (10 layers)	254,96	25.000	6.374.012	1.420	362.044	
	Metrology	8,33	25.000	208.250			
	Test-Wafer Reclaim	0,86			26980	23.203	
Total	Energy/wafer	412,43		10.310.750		597.025	10.907.775
Percentage				94,53		5,47	100,00
		kgCO2e/kWh		kgCO2e		kgCO2e	kgCO2e
Total	Carbon Footprint (GWP in kgCO2e)	0,6		6.186.450		358.215	6.544.665

- calculated 2nd scenario with 27k control wafer
- savings of 118 tons CO₂ / month

Comparatively low savings effect of 2% in this specific scenario.

But further effects, not taken into account

- Significantly higher savings possible if test wafer use could be further reduced
- Use of DIVE technology in process flows with high energy consumption
- Early defect detection; therefore higher yield of production wafers
- Consequential effects, such as savings on chemicals, lower expenses for wastewater treatment / disposal, which have not yet been recognised in the balance sheet

DIVE – Further technology potential

Competitive advantage of using Hyperspectral Vision technology (in front-end coating process steps)

Cost reduction

General data - Wafer manufacturing		
Purchase price per 300 mm wafer ¹	EUR/wafer	150
Internal wafer costs after manufacturing ²	EUR/wafer	2,650
Total no. of process steps ³	#	700
Total no. of coating steps, front-end	#	50
Total no. of wafer starts, production wafers ⁴	#/month	25,000
Total no. of control wafers, layer thickness ⁵	#/month	36,000
DIVE impact wafer manufacturing		
Reduction of control wafers, layer thickness ⁵	%	25
Reduction of control wafers, layer thickness	#/month	9,000
Cost savings through DIVE technology		
Reuse cycles of control wafers ⁵	#	10
Cost savings ...		
Wafer blanks, 300 mm	EUR/month	135,000
Wafer processing costs ⁶	EUR/process step	3,57
Coating steps (control wafers)	EUR/month	32,143
Recycling costs of control wafers ⁷	EUR/wafer	1,19
Recycling steps (control wafers)	EUR/month	10,714
Total cost savings	EUR/year	2,134,286

Revenue increase

Usable (free) process steps for production wafers	#/year	108,000
of which critical process steps (bottle-neck) for wafer production	%	1
Increase in sales	#/year	1,080
Increase in revenue	EUR/year	2,700,000
Added value of DIVE technology, sum cost savings and increase in sales	EUR/Jahr	4,834,286

¹ <https://www.universitywafer.com/silicon-wafer-price.html>

² <https://www.tomshardware.com/news/tsmcs-wafer-prices-revealed-300mm-wafer-at-5nm-is-nearly-dollar17000>

³ <https://www.seattletimes.com/business/technology/three-months-700-steps-why-it-takes-so-long-to-produce-a-computer-chip/>

⁴ <https://www.infineon.com/cms/de/about-infineon/press/market-news/2001/130787.html>

⁵ Expert interviews, average value

⁶ Cost difference from finished wafer to front-end minus raw cost of wafer divided by 700 process steps

⁷ 1/3 of the processing costs

DIVE – Summary and Outlook

Summary

Environmental assessment can help DIVE to identify semiconductor processes with particularly high energy consumption.

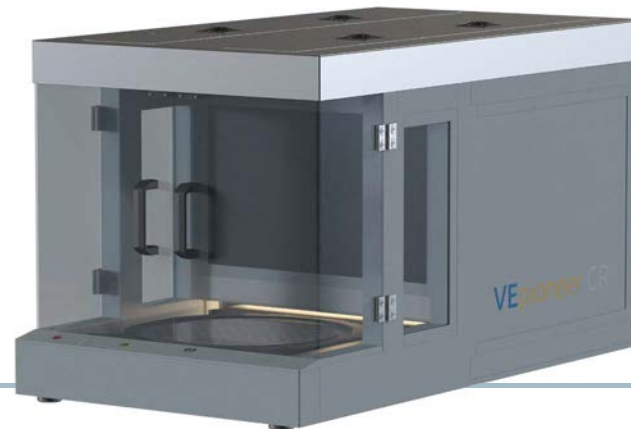
The environmental potential analysis has revealed many methodological challenges:

- highest complexity due to many process dependencies
- the need for close collaboration with an industrial application partner
- access to (real) production data, which, however, is generally handled very restrictively

Next steps

- Placement of at-line tool in Fraunhofer IPMS-CNT cleanroom
- Evaluation of tool including contamination measurements
- Partners presentations

→ Project extension until 06/2025 requested to be able to fully execute all steps



Fraunhofer IPMS-CNT – our role in the NEST project

Fraunhofer IPMS

Dresden



Fraunhofer IPMS Headquarter with 200mm MEMS Clean Room



Fraunhofer IPMS-CNT with 300mm CMOS Clean Room

At a Glance

- ~ 600 employees
- ~ € 60 M annual revenue
- ~ € 30 M industry contracts (thereof)

R&D Focus:

- Photonic microsystems (200mm)
- Micro- and Nanoelectronic technologies (300mm)



- Together with IZM-ASSID we operate only the Clean Room on 300mm wafer standard
- It's also the largest Clean Room in Germany with ~ 100 Equipments on 2.400 m²

Unser Reinraum - ideale Test-Umgebung für Qualifizierung eines DIVE Reinraum - Prototyps

- (1) Unterstützung Erstellung der **Ökobilanzierung / Umweltpotential-Analyse** (Fraunhofer IZM)
- (2) **Evaluierung und technischer Support für Aufbau einer Reinraum – Anlage**
 - o Schulung DIVE Mitarbeiter zu Umgang und Verhalten im Reinraum
 - o Unterstützung bei Materialauswahl, Einbringung, Aufbau und Betrieb der Anlage
 - o Check bzgl. Partikel-Kontamination, Unterstützung mit Testwafer; Containations- Messungen etc.
 - o Unterstützung bei Planung von Automatisierungslösungen & Ergänzung von Handlingsystemen



Fraunhofer IPMS Fab-Partner:



Wie erfolgt Kooperation und Unterstützung

- o Kick-off fand 11. Jan 2024 statt, danach
- o Vor-Ort Schulung des gesamten DIVE Team
- o RR-Unterweisungen von DIVE Mitarbeitern im Handling von Materialien im Reinraum; Aus- und Einschleusen von Materialien etc.
- o Erstellung von technischen Unterlagen / Dokumentation für DIVE
- o regelmäßige TEAMS-Meetings DIVE – Fraunhofer zu
 - o Anlageneinbringung
 - o Ökobilanzierung (mit Fraunhofer IZM)
 - o Projekt-Zusammenarbeit
 - o Bilaterale Beratung auf Techniker- Level
- o enge Abstimmung mit FMD-Geschäftsstelle in Berlin



Nächste Schritte

- o Konkreter Reinraumplatz für Aufbau DIVE-Anlage ist reserviert
- o Alle Medienanschlüsse liegen an - We are Ready for Move-In
- o In 11/2024 Tool-Aufbau vorgesehen
- o Mit der Projektverlängerung bis 06/2025 werden die geplanten Tests und Versuche durchführbar sein trotz Verzögerungen bei Move-In
- o **Wir freuen uns auf die gemeinsame Tool – Eval mit DIVE**





greenict.connect²⁴





greenict.connect²⁴





**Forschungsfabrik
Mikroelektronik**
Deutschland

COCO (CoreCooling)

Warmwasserkühlung von IT-Komponenten für die Abwärmenutzung in Rechenzentren

Dr. Stefan Wagner
Dept. Environmental & Reliability Engineering

ORGANIZATIONAL STRUCTURE

Acting Director: Prof. Dr. M. Schneider-Ramelow, Prof. Dr. U. Ganesh
Deputy Director: R. Aschenbrenner
Advisor to the Institute Management: Dr. M. Hampicke

Administration: C. Wohlgemuth, J. Rahn
Marketing & PR: G. Weigelt
Quality Management: K. Kaletta



Berlin

Wafer Level System Integration (WLSI)
Dr. M. Schiffer, Dr. M. Junghänel

System Integration and Interconnection Technologies (SIIT)
Dr. A. Ostmann, Dr. T. Braun

Environmental and Reliability Engineering (ERE)
Dr. N. F. Nissen

RF & Smart Sensor Systems (R3S)
Prof. Dr. habil. I. Ndip, H. Pötter

High Performance Center for Functional Integration of Micro- and Nanoelectronics
Dr. M. Junghänel

Research Fab Microelectronics Germany (FMD)
R. Aschenbrenner

Dresden

All Silicon System Integration Dresden (ASSID)
Dr. M. Junghänel, Dr. M. Schiffer

Cottbus

High-Frequency Sensors &
High-Speed Systems Cottbus (HF2S)
Prof. Dr. habil. I. Ndip

Berlin Center for Digital Transformation
Dr. M. Hampicke

Start-a-Factory - Halle16IZM.Berlin
A. Rydz

Head of Department:



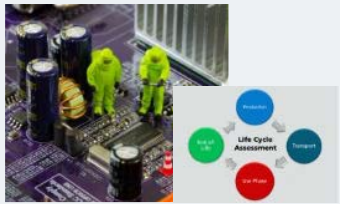
Dr. Nils F. Nissen

Deputy Head of Department:



Dr. Stefan Wagner

Working Groups:



Policy, Ecodesign and Circular Materials (PEC)

→ Karsten Schischke

Sustainable Networks and Computing (SNC)

→ Dr. Lutz Stobbe

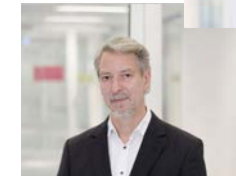
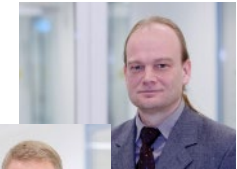
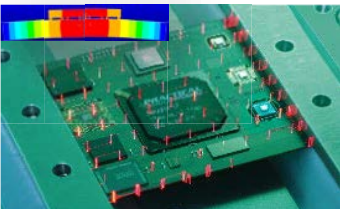
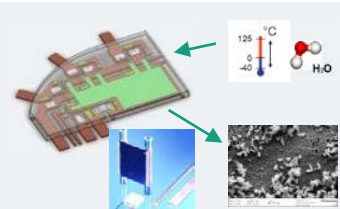
Life Cycle Modeling (LCM)

→ Dr. Marina Proske

System Reliability Assessment (SRA)

→ Dr. Stefan Wagner

→ Dr. Johannes Jaeschke



Core Competencies: Materials, Sustainability and Reliability

Environmental and Reliability Engineering - ERE

Our Mission

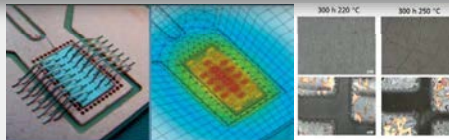


Life Cycle-, Eco-Assessment,
EcoDesign



Resource Efficiency, Circular
Economy, Obsolescence

We support the development of
sustainable and reliable microelectronic systems
using systematic assessments



Failure mechanisms, Lifetime
Modelling, Material
Characterization

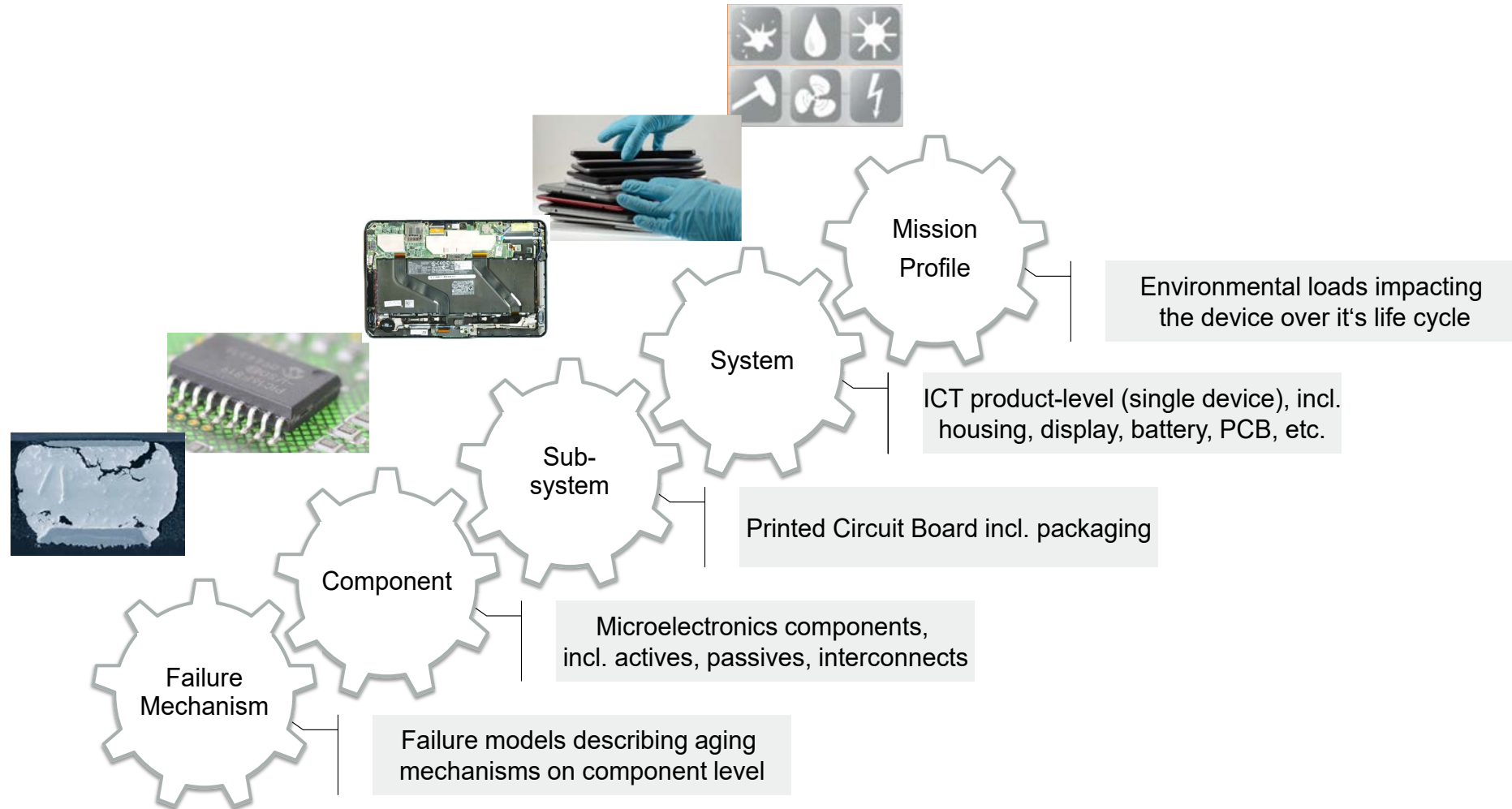


Reliability Requirements,
Accelerated Test Methods

- Ageing phenomena on micro- and nano-scales
- Assessment of warpage issues
- Design for reliability on module/package level
- Combined load lifetime testing
- Accelerated test planning and development
- System reliability and mission profiles
- Recycling, repair, servicing and condition monitoring of electronic systems
- Ecodesign of products
- Circular economy and resource efficiency

Environmental and Reliability Engineering - ERE

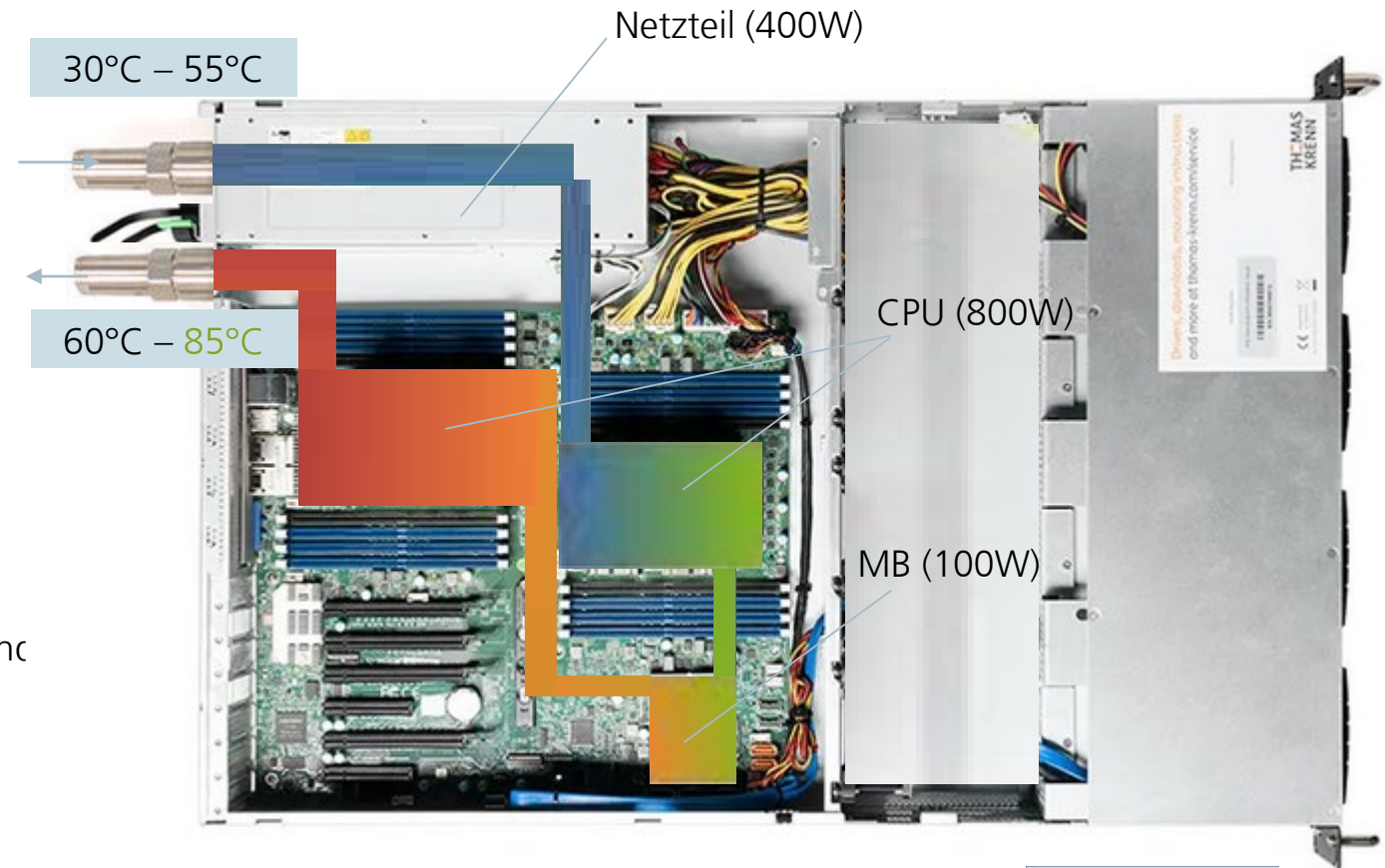
System Reliability - Levels



Green ICT Space – Projekt COCO

CoreCooling - Innovationsansatz

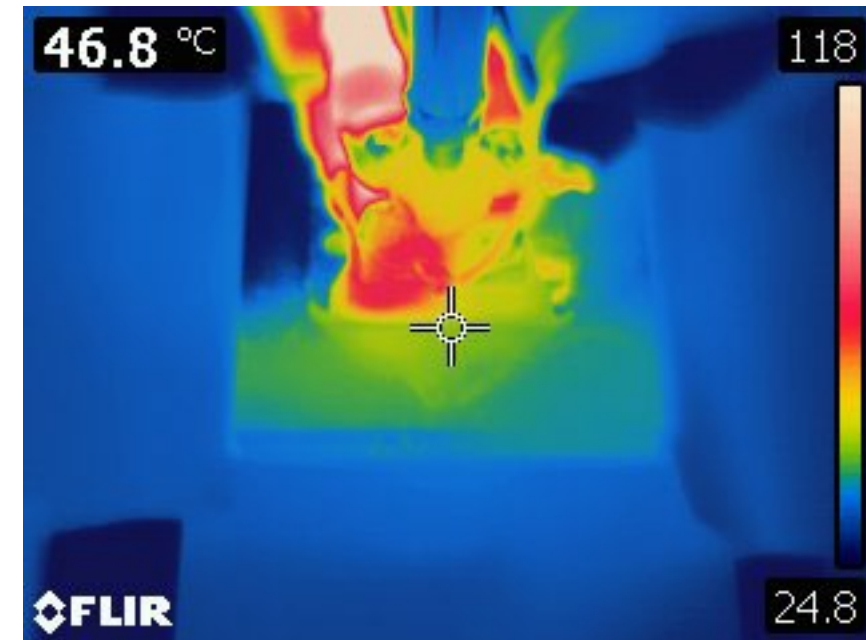
- Warmwasserkühlung von Rechenzentren
 - Erhebliche Reduzierung des Energieverbrauches
 - Nutzung der Wärmeenergie durch
 - Fernwärme
 - Adsorptionskältemaschine
- Je höher die Ausgangstemperatur desto größer das Energienutzungspotential
 - Maximale Betriebstemperaturen der Serverkomponenten sind dabei das Limit.
 - **Verringerung des Temperaturhubs ist der Hebel zur Effizienzmaximierung**



Green ICT Space – Projekt COCO

CoreCooling – Unterstützung durch das Fraunhofer IZM

- Ermittlung und Nachweis von Einsparpotentialen für die verschiedenen Nutzungsmodelle
- Erproben von Transport- und Lagerungseinflüssen – Industriestandard
- Benchmarking – Aufzeigen der Potenziale
 - (thermische) Charakterisierung von realisierten Verbindungsschichten
 - Zuverlässigkeitsbewertung von Prototypen durch Belastungstests und Analysen
- vergleichende Ökobilanz der Verbindungstechnik gemäß der Methodik der ISO 14040 & ISO 14044.
- Potenzialanalyse für ein kreislaforientiertes Geschäftsmodell



GEFÖRDERT VOM

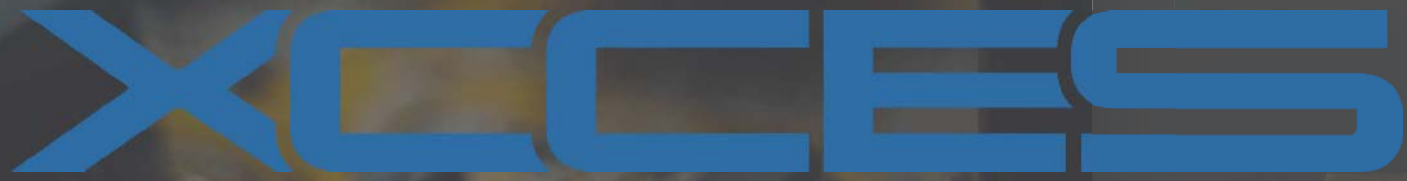


Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

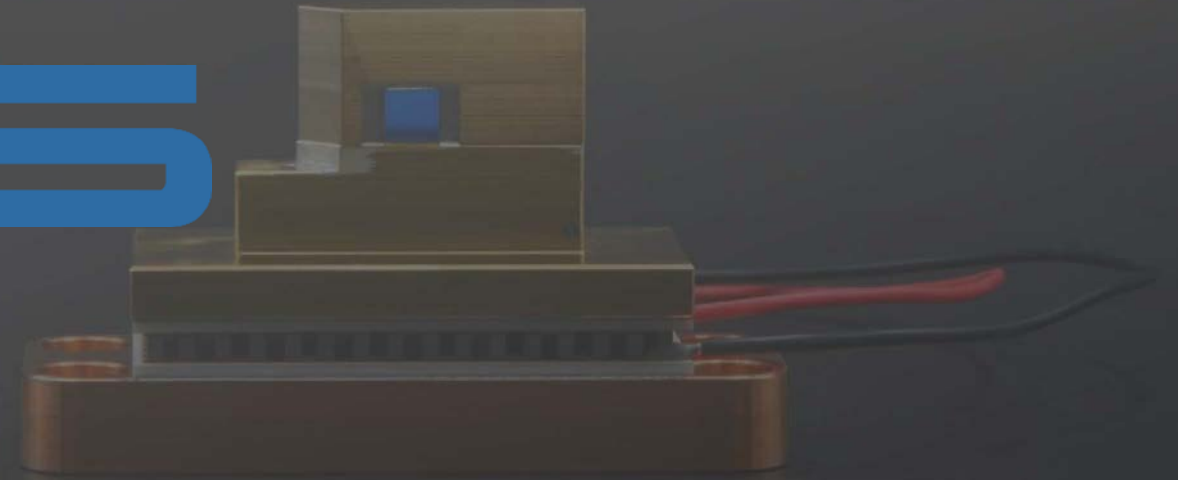


greenict.connect²⁴

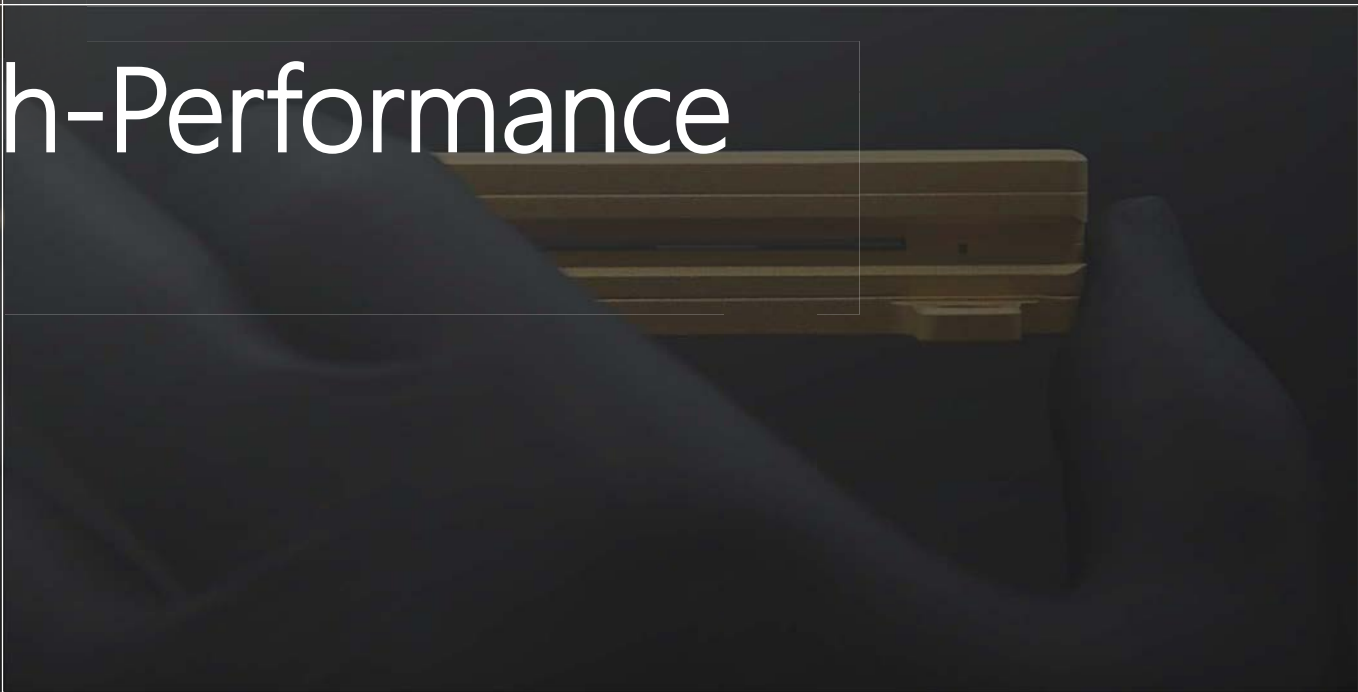




XCCES



Löttechnologie in High-Performance Anwendungen



Dr. Max Funck
XCCES GmbH

Unternehmen



Das Unternehmen ist auf dem Gebiet der Verbindungs- und Montagetechniken und der Herstellung von elektrischen und optischen Hochleistungskomponenten tätig.



Das Kern-Know-how der XCCES GmbH liegt in der Herstellung von homogenen, großflächigen Lötstellen für beliebige Materialien und Materialpaarungen.



gegründet von Dr. Jan Dolkemeyer and Phillip Dittmann im Januar 2023.



Sitz des Unternehmens (Internationales Technologie- und Dienstleistungszentrum) in Baesweiler, Nordrhein-Westfalen, Deutschland



11 Angestellte (Sep2024)

25 Jahre Erfahrung in
Entwicklung und
Produktion von High-
Tech-Produkten



XCCES Entwicklungslabor



XCCES Geschäftssitz im International Technology and Service Center in Baesweiler



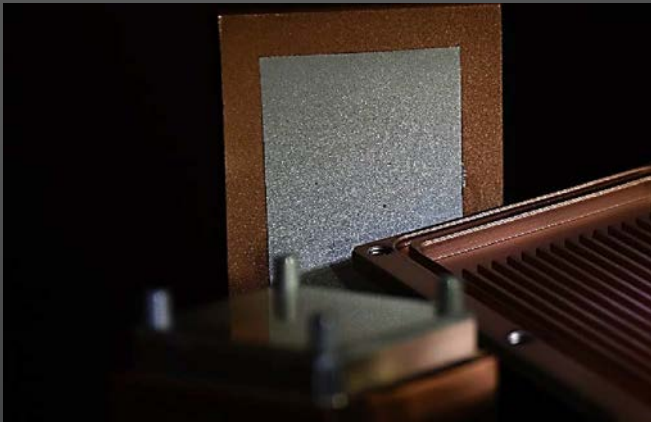
XCCES

Technologie

Unsere Lötqualität ist um Größenordnungen höher als die der gängigen Industriestandardlötungen. Da unser Verfahren absolut flussmittelfrei ist und keine Aktivierungszusätze benötigt, können wir die bestmögliche Fügeverbindung herstellen.



Unser USP: Wir können nahezu alle Materialpaarungen großflächig und homogen verlöten. Darüber hinaus haben wir als Branchenexperten große Marktkennntnis

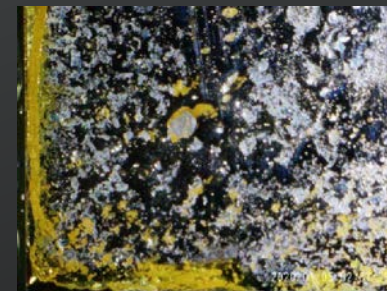


XCCES Lötung



- Großflächige Verlötung
- Völlig flussmittelfrei
- Frei von Defekten

Standard Industrie-Lötung



- Großflächige Verlötung
- Flussmittelbasiert
- Inhomogene Fügeverbindung mit vielen Defekten

Märkte



Laser Technology



Space and
Communication



Aviation and Defense



Datacenter & High
Performance Computing

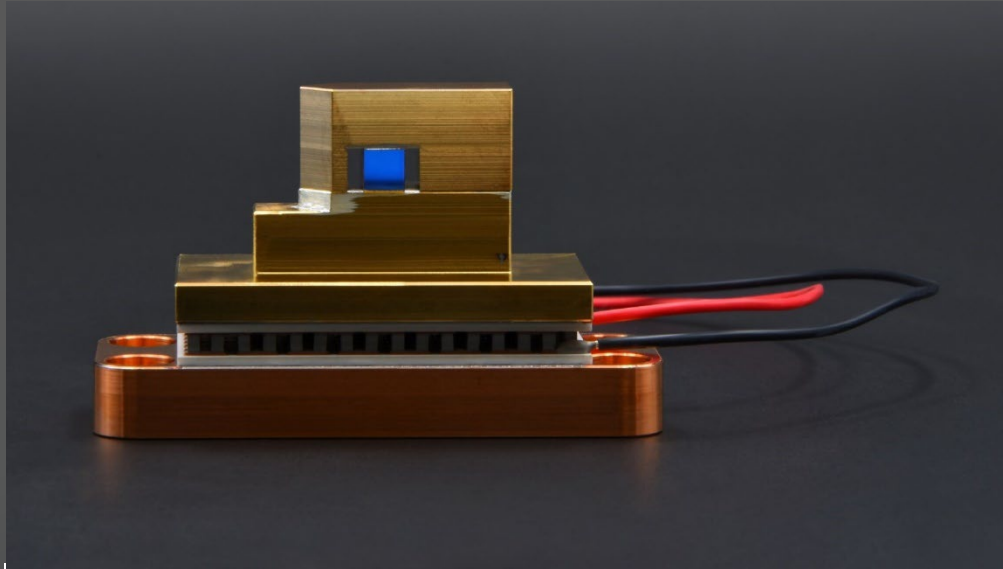


Automotive, Electronics



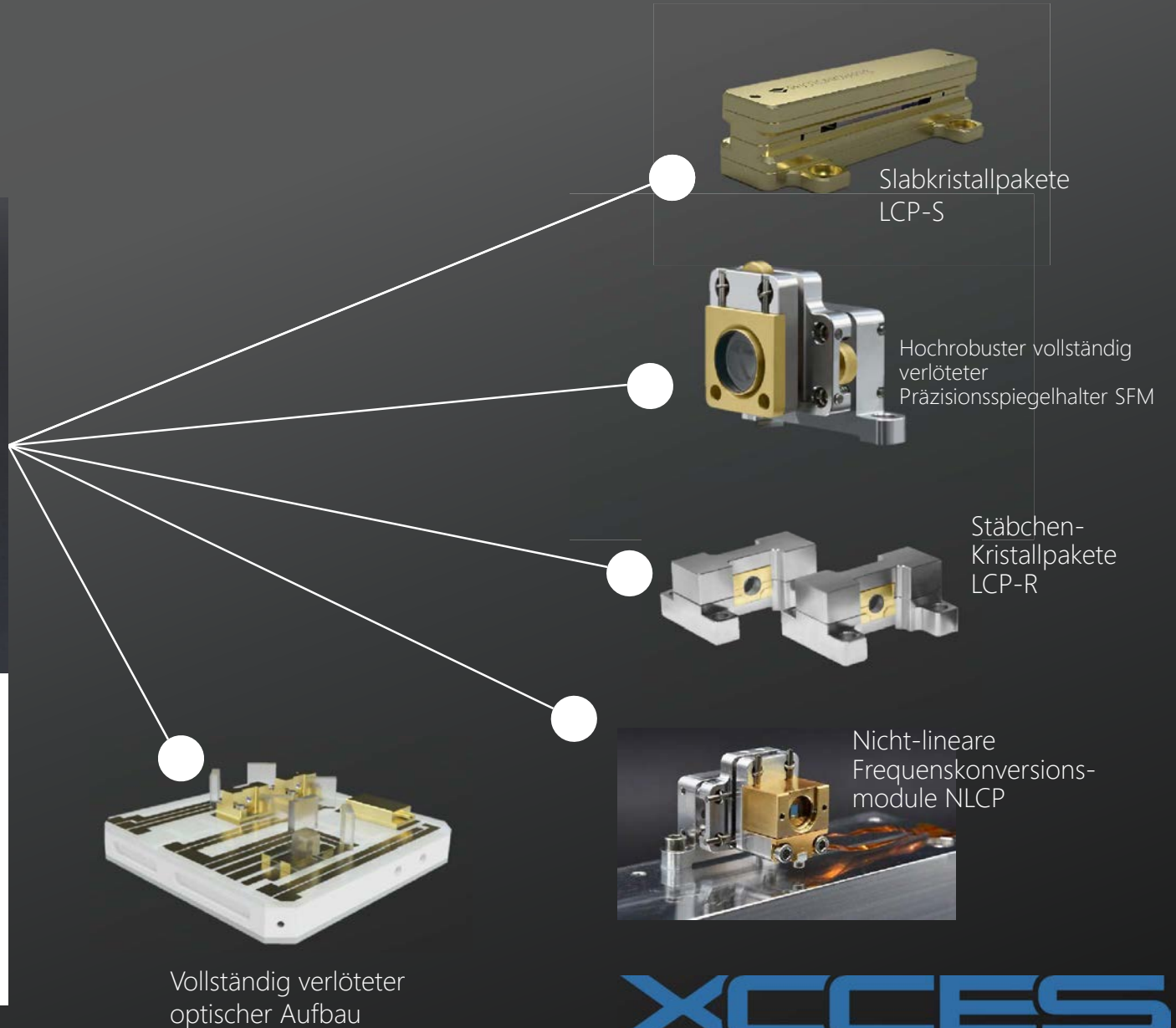
Quantum Technologies

Lasertechnologie



Lasertechnologie

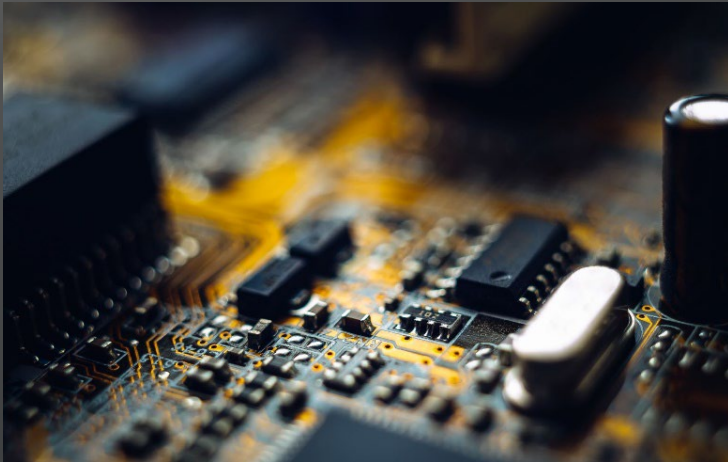
Mit mehr als 25 Jahren Erfahrung in der Entwicklung und Produktion von Hochleistungslasersystemen sind wir in der Lage, nahezu alle Komponenten zu entwickeln und zu produzieren, die in Festkörperlaser-Systemen eingesetzt werden. Entsprechend unserer Technologie haben wir uns auf die Komponenten mit höchsten Anforderungen an Präzision und/oder Wärmemanagement konzentriert.



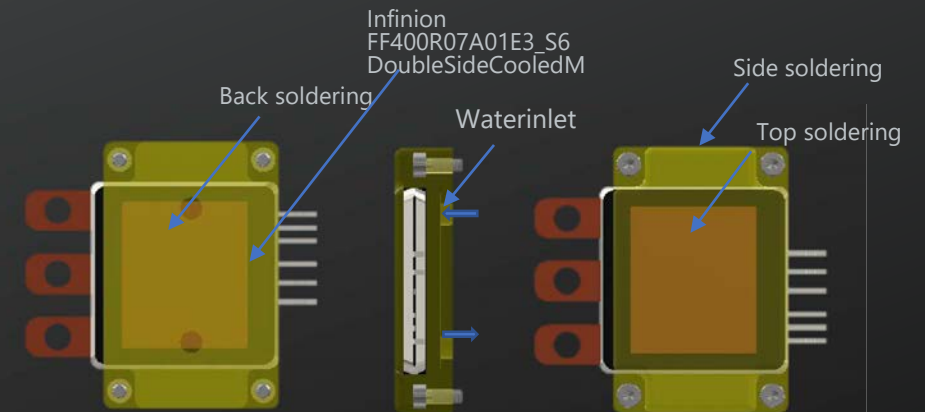
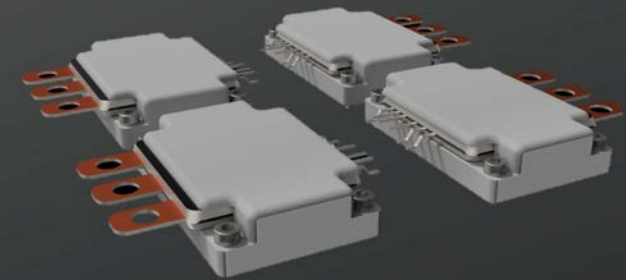
XCCES

Kühlung von High-Performance Elektronik

- Der Leistungsbedarf elektronischer Bauteile steigt und erfordert eine Weiterentwicklung der Montagetechnik. Eine konstante Temperatur ist für die Aufrechterhaltung der Lebensdauer der Bauteile auch bei steigender Leistung unerlässlich. Der verfügbare Bauraum wird immer kleiner, so dass sich Konzepte zur Flüssigkeitskühlung durchsetzen.
 - Die thermische Verlustleistung muss über kleine Flächen abgeführt werden.
 - Häufig ist eine Hochspannungsisolierung (bis zum kV-Bereich) erforderlich.
- XCCES hat sich auf Montagetechniken und Fügeverfahren spezialisiert, um diese Anforderungen zu erfüllen.
- XCCES entwickelt und fertigt voll integrierte Kühlkonzepte für die Hochleistungselektronik



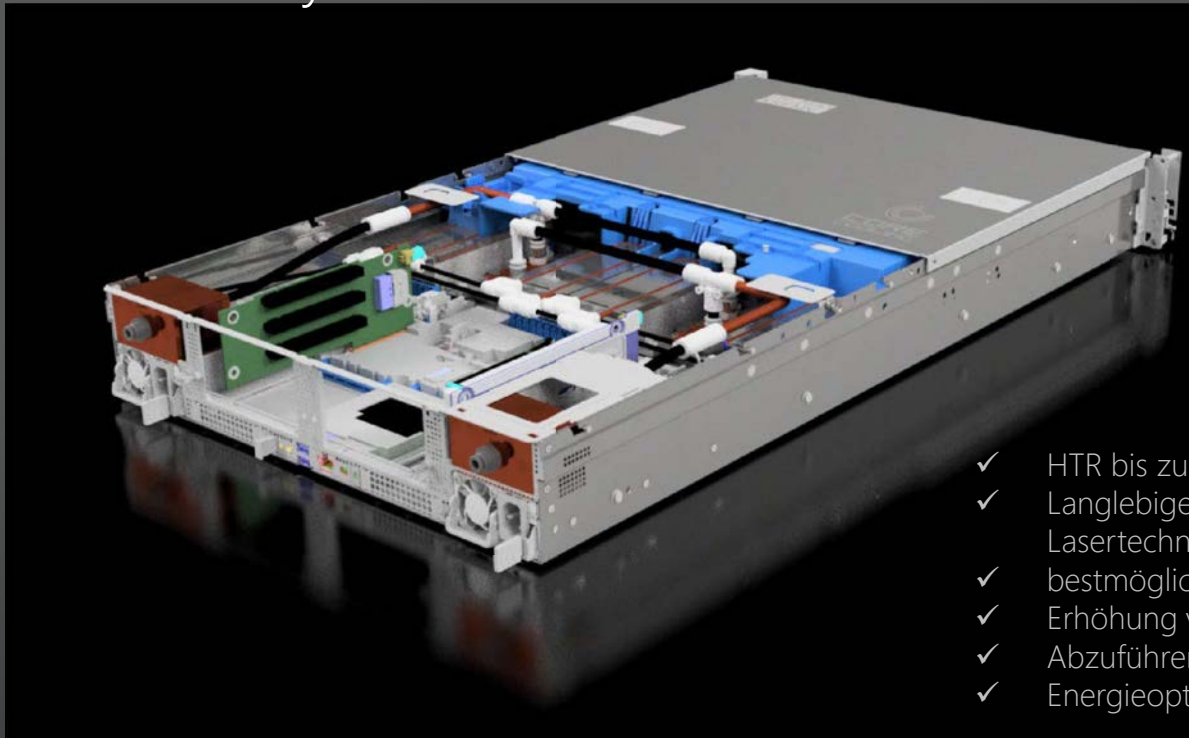
XCCES entwickelt und fertigt voll integrierte Kühlkonzepte für die Hochleistungselektronik



XCCES

Thermisches Management von CPU/GPU-Chips

Sichere und nachhaltige Flüssigkeitskühlösungen
für Serversysteme und IT-Infrastruktur



- ✓ HTR bis zu **95%** möglich
- ✓ Langlebige, robuste Verbindungstechnologie aus der Lasertechnologie
- ✓ bestmöglicher thermischer Übergang **>80W/mK**
- ✓ Erhöhung von Effizienz (**>5%**)
- ✓ Abzuführende Leistung **>1kW/cm²** möglich
- ✓ Energieoptimierung, Nachhaltigkeit

Speziell entwickelter Kupferkühlkörper zur Auflötung einer Hochleistungs-CPU für ein High-End-Serversystem



XCCES

Zusammenarbeit im GreenICT-Projekt

- Das Projekt COCO (CoreCooling) zielt darauf ab, die Anwendung einer innovativen **Warmwasserkühlungslösung** für Rechenzentren zu fördern.
- Unterstützung bei der Entwicklung einer lötbasierten Verbindungstechnologie, die den thermischen Widerstand an Serverkomponenten wie CPUs und GPUs reduziert.
- Diese Technologie ermöglicht **höhere Kühlwassertemperaturen**, senkt den Energiebedarf und verbessert die Abwärmenutzung. Die Lösung trägt langfristig zur Optimierung der Energieeffizienz und **Lebensdauer** von IT-Komponenten bei, was die ökologische Bilanz von Rechenzentren verbessert.
- Kühlwassertemperatursteigerung um bis zu 6,5°C ohne IT-Leistungsbeeinträchtigung möglich





greenict.connect²⁴





greenict.connect²⁴



SLURRY RECYCLING SYSTEMS

Green ICT Connect 2024

Presented by
Dr. Matthias Schreyer



OVERVIEW RECYCLING PROCESS



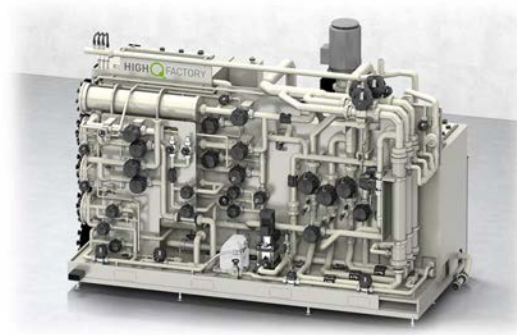
RECYCLING SYSTEM – EXEMPLARY PROCESS (3 UF SYSTEM)





Wastewater Buffer Tank

- Interface between continuous CMP process and semi-continuous recycling process
- Retention of coarse fragments (e.g. wafer breakage)
- Integrated pump to transfer wastewater to recycling module
- Automated, controlled by central recycling module.



**Recycling Module 3UF
- Small Industrial System**

- Provides recycled slurry and permeate for reuse
- Pre- and fine-filtration integrated
- Recirculation Tank integrated
- UF Modules integrated
- Permeate Tank integrated
- Fully automated operation
- Remote/onsite support on demand



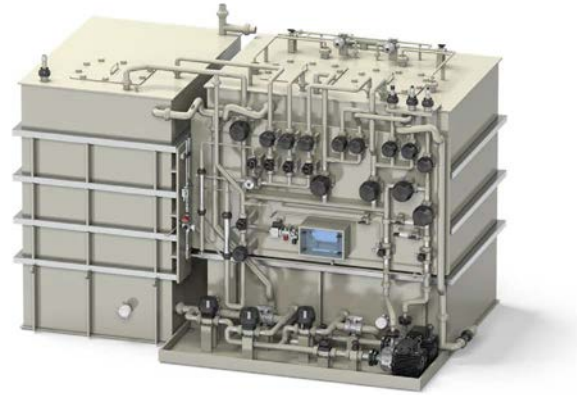
**Chemical Supply
Module**

- Provides original additive/stabilizer to recycling module
- Two bays for containers and redundant pumps ensure uninterrupted supply
- Automated, controlled by central recycling module



Original Slurry Supply System

- Feeds original slurry to Mix & Transfer Module
- Two slots for containers and redundant pumps for continuous supply
- Automated, controlled by central recycling module



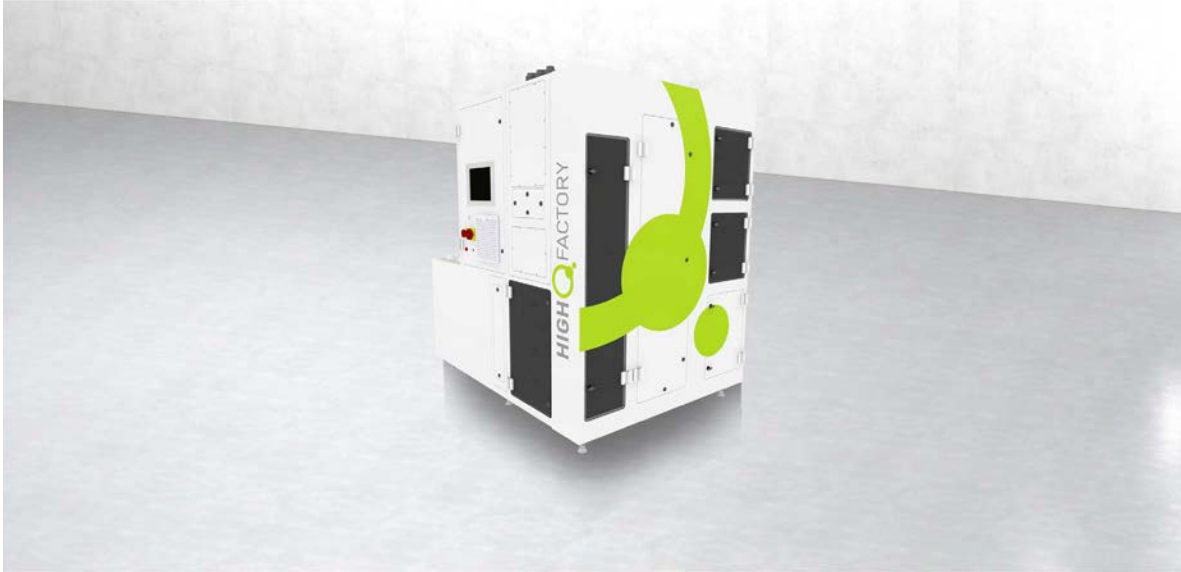
Mix & Transfer Module

- Blending of recycled and original slurry based on recycling ratio to point of use specification
- Redundant set of mixing tanks
- Transfer tank with interface to loop, existing SDS (slurry distribution system) or day tank
- Automated, slurry parameter monitoring, centrally controlled



Analysis Module

- Individually designed upon customer request
- Monitoring of point of use slurry
- Sampling point for external solid content measurements with moisture analyzer to reconfirm point of use parameters
- pH monitoring



Technical Data

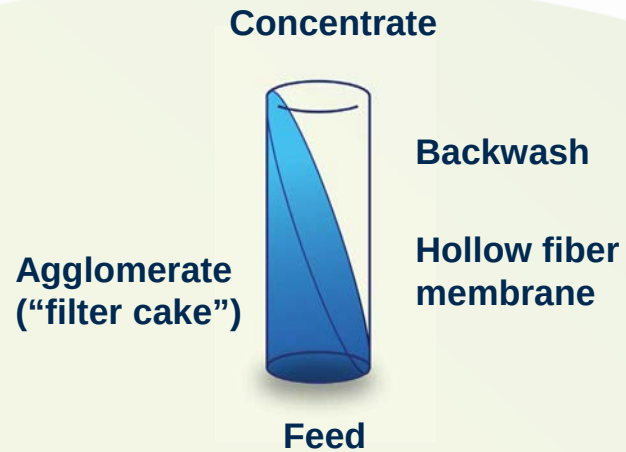
Dimensions	2.0 m x 1.5 m x 2.2 m
Footprint	~ 16 m ²
Capacity	~ 1 m ³ /h (1 UF)

Compact Module for Longterm Testing - Piloting

- Recycling profitable > ~1.0 m³/h CMP wastewater
- Smallest recycling system for long-term piloting
- Rent or purchase of the system after piloting possible
- Fully automated operation
- Provides recycled slurry or point of use slurry and permeate for reuse

Integrated Functionality:

- Pre- and finefiltration
- Stabilizer dosing
- Recirculation tank
- Ultrafiltration
- Permeate tank
- Blending of recycled an original slurry



Patented pulsating backwash



Customer Challenge

- Standard backwashing procedures of hollow fiber UF modules are ineffective
- UF modules tend to block on short notice – for slurry applications typically within just a few days

Solution: Patented Backwashing Procedure

- Pulsed backwashing based on water-nitrogen-mixture
- Effect of backwashing focusses on areas with highest accumulation of deposits

chemical properties ↓	Slurry Type	Properties	Examples	↑ mechanical properties
	Oxide	Fumed silica SiO_2 , Colloidal silica SiO_2	Fujimi PL4217 (fumed) Cabot Semi-Sperse 25 E (fumed) Klebosol II 1630/26 (colloidal)	
	Ceria	CeO_2	DaNano STI2100 DaNano STI2503 AGCEM CES-333F	
	Metal	Tungsten Copper Alumina ...	Not our current focus – under investigation – specific discussion required	

Important: Slurry recycling is only possible for wastewater containing one single type of slurry!
The system cannot separate slurry mixtures!



CMP Process Safety

- The same **high slurry quality standards** are maintained
- Lower dependence on slurry suppliers and delivery times



Sustainability

- **Emission reduction** for slurry production, storage and transportation
- **Water savings** due to permeate collection of the Ultrafiltration



Cost Savings up to 75%

- **Slurry procurement costs**
- **Storage and transportation**
- **Ultrapure water treatment** by reuse of permeate
- **Wastewater disposal**



Health and Environmental Protection

- **Improved wastewater quality** by retention of **nanoparticles**.
- Important **resources are saved** by reducing the consumption of valuable and non-renewable raw materials.

INSTALLATIONS IN EUROPE



GERMANY

Location	Installed	Type of System	Media	Spec. -Slurry	Base/Stabilizer	Wafer Ø	Tech Node	Capacity
Freising	2011	Slurry-Recycling	Oxide (fumed)	Fujimi PL4217	KOH	8"	130nm	5.1m³/h
Freising	2014	Slurry-Recycling	Tungsten	Cabot SS W2000	H3PO4	-	-	2.4m³/h
Munich	2014	Water-Recycling (Dicing)	LiTaO ₃	-	-	-	-	20m³/h
Munich	2012	Neutralization	Wastewater	-	NaOH, HCl	-	-	2 x 10m³/h
Munich	2020	Slurry Mix & Supply	Oxide (colloidal)	Baikowski SLT50	KOH	-	-	2 x 1m³
Heilbronn	2020	Water-Recycling (DC & BG)	GaAs	-	-	-	-	10m³/h

AUSTRIA

Location	Installed	Type of System	Media	Spec. -Slurry	Base/Stabilizer	Wafer Ø	Tech Node	Capacity
Deutschlandsberg	2016	Water-Recycling (Dicing)	LiTaO ₃	-	-	-	-	20m³/h



USA

Location	Installed	Type of System	Media	Spec.-Slurry	Base/Stabilizer	Wafer Ø	Tech Node	Capacity
Dallas	2014/2017	Slurry-Recycling	Oxide (fumed)	Fujimi PL4217Y2	KOH	12"	130/90/65/45nm	2 x 5.1m³/h
Dallas	2010	Slurry-Recycling	Oxide (fumed)	Fujimi PL4217	KOH	8"	180/130nm	4.0m³/h
Portland	2012	Slurry-Recycling	Oxide (fumed)	Fujimi PL4217	KOH	8"	130nm	3.4m³/h
Austin	2013	Slurry-Recycling	Ceria	DA Nano STI2503	CO2	8"	130/110/90nm	1.7m³/h

INSTALLATIONS IN ASIA



JAPAN

Location	Installed	Type of System	Media	Spec.-Slurry	Base/Stabilizer	Wafer Ø	Tech Node	Capacity
Miho-mura	2012	Slurry-Recycling	Oxide (colloidal)	Klebosol 1508-50	KOH	8"	130nm	3.4m³/h
Miho-mura	2016	Slurry-Recycling	Tungsten	Cabot SS W2000	H3PO4	-	-	4.8m³/h
Aizu-Wakamatsu	2014	Slurry-Recycling	Oxide (fumed)	Fujimi PL4217, Cabot SS 25 E	KOH	8"	130/90nm	5.1m³/h

MALAYSIA

Location	Installed	Type of System	Media	Spec.-Slurry	Base/Stabilizer	Wafer Ø	Tech Node	Capacity
Kulim	2012	Slurry-Recycling	Oxide (fumed)	Cabot SS 25 E	KOH	8"	180/130/90nm	1.7m³/h
Kulim	2011	Slurry-Recycling (Pilot)	Oxide (fumed)	Cabot SS 25 E	KOH	8"	180/130/90nm	1.7m³/h

CHINA

Location	Installed	Type of System	Media	Spec.-Slurry	Base/Stabilizer	Wafer Ø	Tech Node	Capacity
Chengdu	2015	Slurry-Recycling	Oxide (fumed)	iDIEL Cabot D3586	KOH	8"	180/130nm	3.4m³/h

TAIWAN

Location	Installed	Type of System	Media	Spec.-Slurry	Base/Stabilizer	Wafer Ø	Tech Node	Capacity
Hsinchu	2021	Slurry-Recycling	Oxide (colloidal)	Klebosol 1730	KOH	8"	250/350nm	10,2m³/h

SOUTH KOREA

Location	Installed	Type of System	Media	Spec.-Slurry	Base/Stabilizer	Wafer Ø	Tech Node	Capacity
Cheongju	2014	Slurry-Recycling	Oxide (colloidal)	ACESOL-1280	KOH	8"	130/90nm	5.1m³/h

CONTACT

Thank you for your attention!

For further information please contact:

Dr. Matthias Schreyer
Project Engineer

E-Mail: m.schreyer@faeth.com
Mobile: +49 173 376 22 99
Office: +49 89 1434 516-15
Homepage: www.faeth.com





greenict.connect²⁴





greenict.connect²⁴

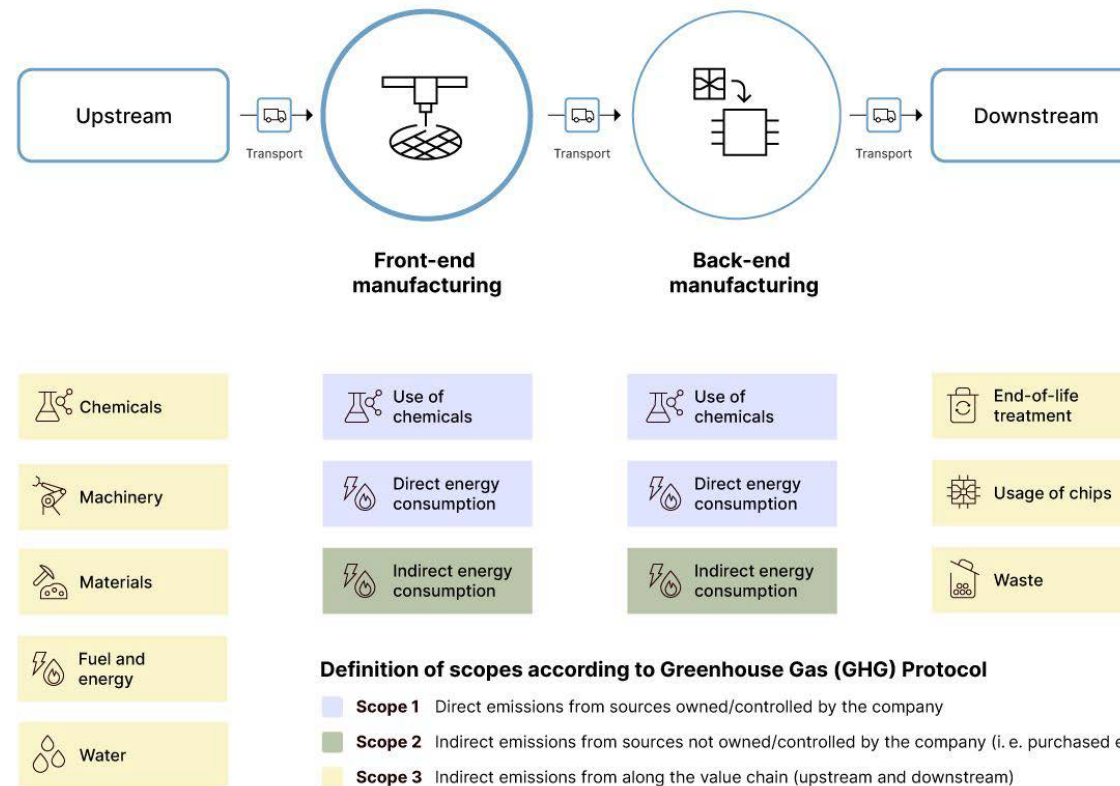


Ökologischer Fußabdruck der Halbleiterproduktion – Status Quo & Ausblick

17.10.2024 Ressourceneinsparende Mikroelektronikproduktion, Green ICT Connect 2024, Julia Hess

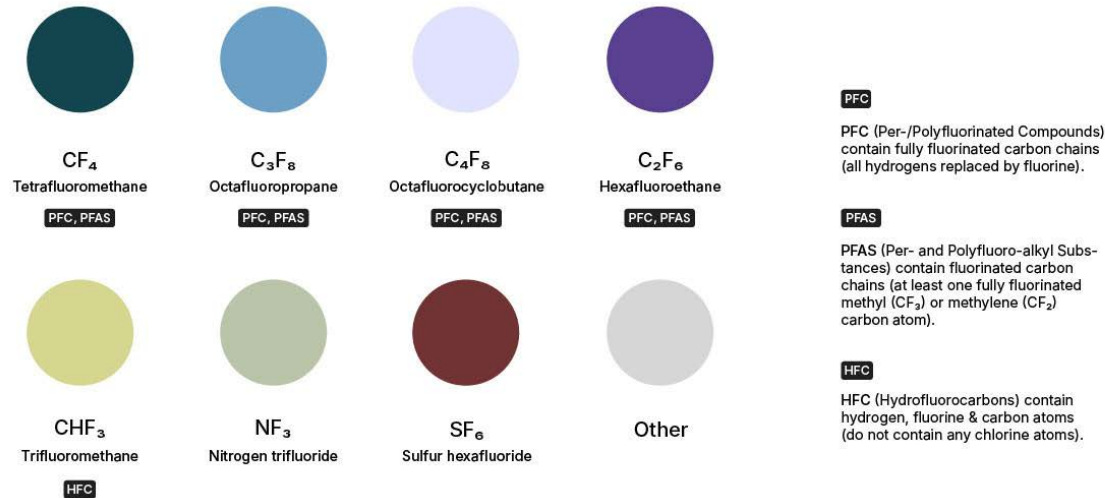
Überblick: der ökologische Fußabdruck der Halbleiterfertigung.

2 The ecological footprint of front-end manufacturing



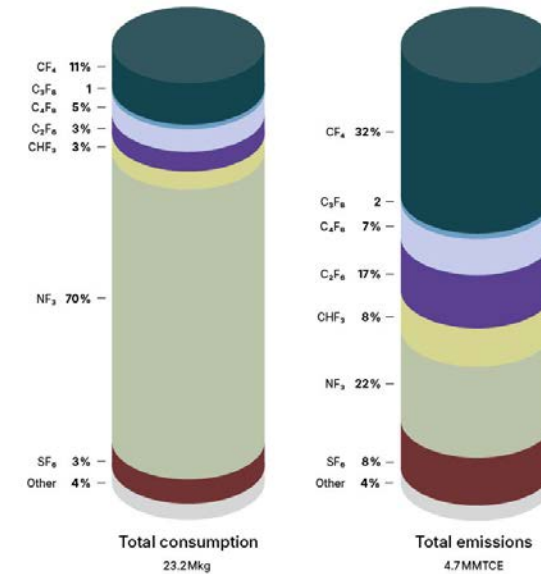
Deep Dive: 7 verschiedene Prozess-Gase machen 96% der Nachfrage fluorierter Gase aus.

4 7 fluorinated gases account for 96% of demand in chip production



- 96% of the demand for fluorinated gases is attributable to these seven process gases. The addition of new gases, e.g., CH_2F_2 , C_4F_6 , C_5F_8 and $\text{C}_4\text{F}_8\text{O}$ represent the remaining 4% of total consumption in the "other" category.

6 Key fluorinated gases used in semiconductor manufacturing in 2020



- Due to their varying global warming potential (GWP), the most used fluorinated gases are not automatically responsible for the highest emissions. NF_3 , for example, accounts for 70% of the total consumption, but only emits 22% of the total emissions from fluorinated gases.

Fehlende Datentransparenz hindert umfängliche, globale Bewertung und Vergleich zwischen Regionen.

3 Scope 3 emissions reporting across categories: largest 20 chip manufacturers

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Purchased goods and services	6	6	8	8	9	10	12
Capital goods/assets	3	3	4	4	4	4	8
Fuel- and energy related activities	5	5	7	6	7	8	11
Upstream transportation and distribution	8	8	9	8	9	9	13
Waste generated in operations	6	8	9	8	9	10	13
Business travel	7	9	10	10	11	13	14
Employee commuting	5	6	8	7	8	9	12
Upstream leased assets	0	0	0	1	1	1	2
Downstream transportation	5	6	5	4	5	5	6
Processing of sold products	1	1	1	1	1	1	2
Use of sold products	2	2	2	2	3	4	4
End-of-life treatment of sold products	1	1	1	1	1	1	2
Downstream leased assets	2	2	2	2	2	2	2
Franchise	0	0	0	0	0	0	0
Investments	2	1	1	1	1	1	1

i Reporting in scope 3 varies significantly between the individual categories. There is a clear trend that companies are increasingly reporting their upstream emissions (C1-C7).

Ausblick

Es braucht

- mehr Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Interessengruppen (Politik, Industrie, Wissenschaft, Zivilgesellschaft).
- mehr private & öffentliche Investitionen in F&E für nachhaltigere Produktionsverfahren.
- eine stärkere Verschränkung von Industriepolitik mit Umwelt- und Klimapolitik (ganzheitlich, zirkulär).
- gezielte private & öffentliche internationale Partnerschaften, um global Lösungen zu finden.
- mehr Transparenz über ökologischen Fußabdruck durch (internationale) Harmonisierung von Berichterstattungsvorschriften und effektive Umsetzung der ESPR und DPP.



greenict.connect²⁴





greenict.connect²⁴



Reduzierung des NF_3 -Verbrauchs bei der Reinigung einer PECVD-Kammer

Anne Hesse

Marco Lisker



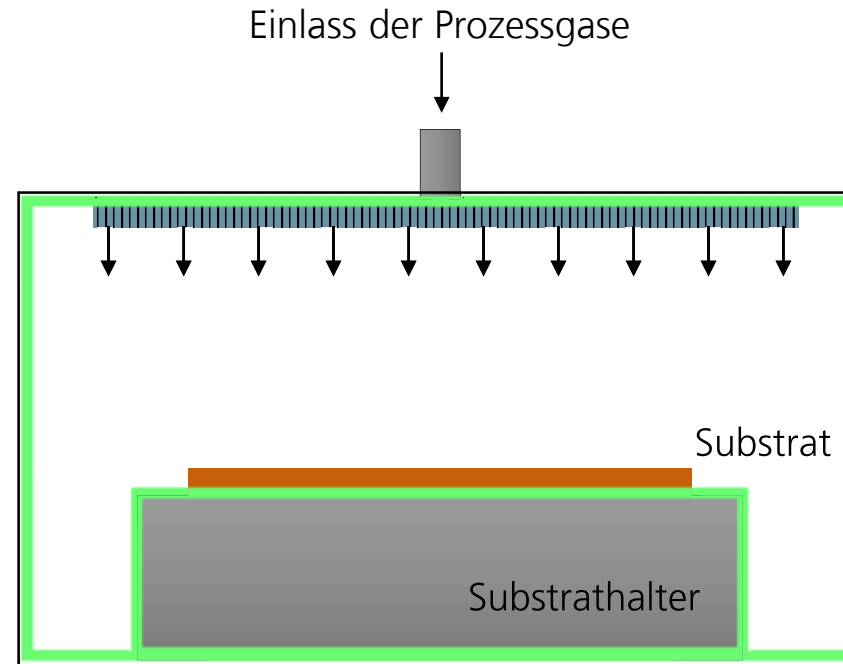
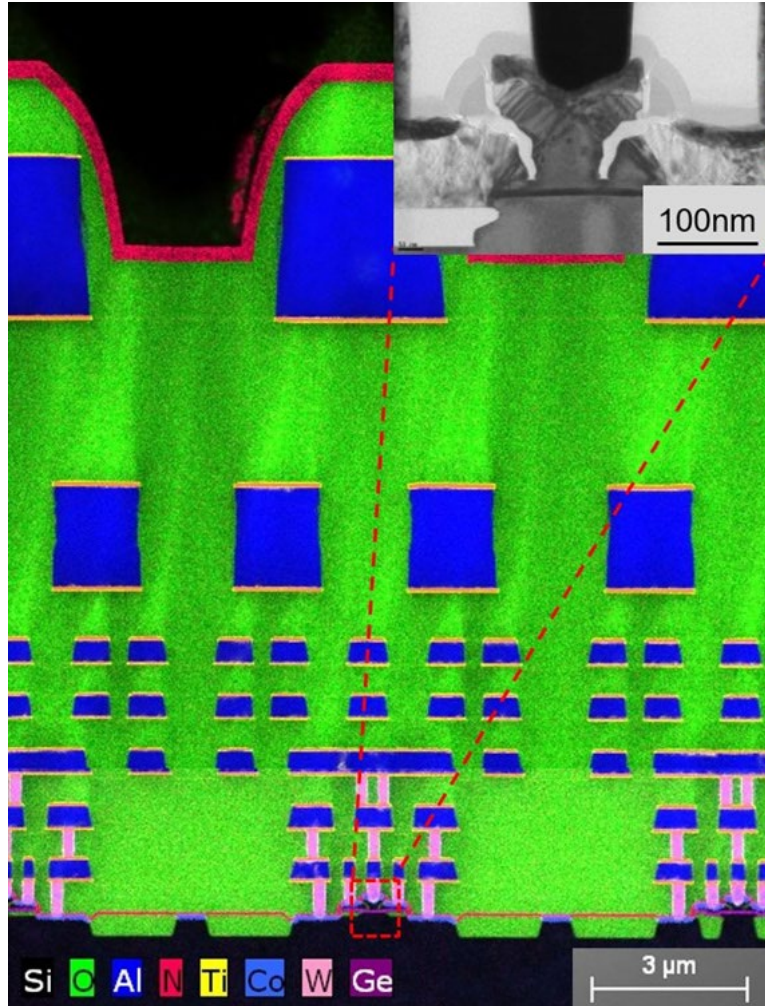
IHP SiGe BiCMOS Pilotline

Reinraumfläche: 1500m²

Technologie: RF SiGe BiCMOS

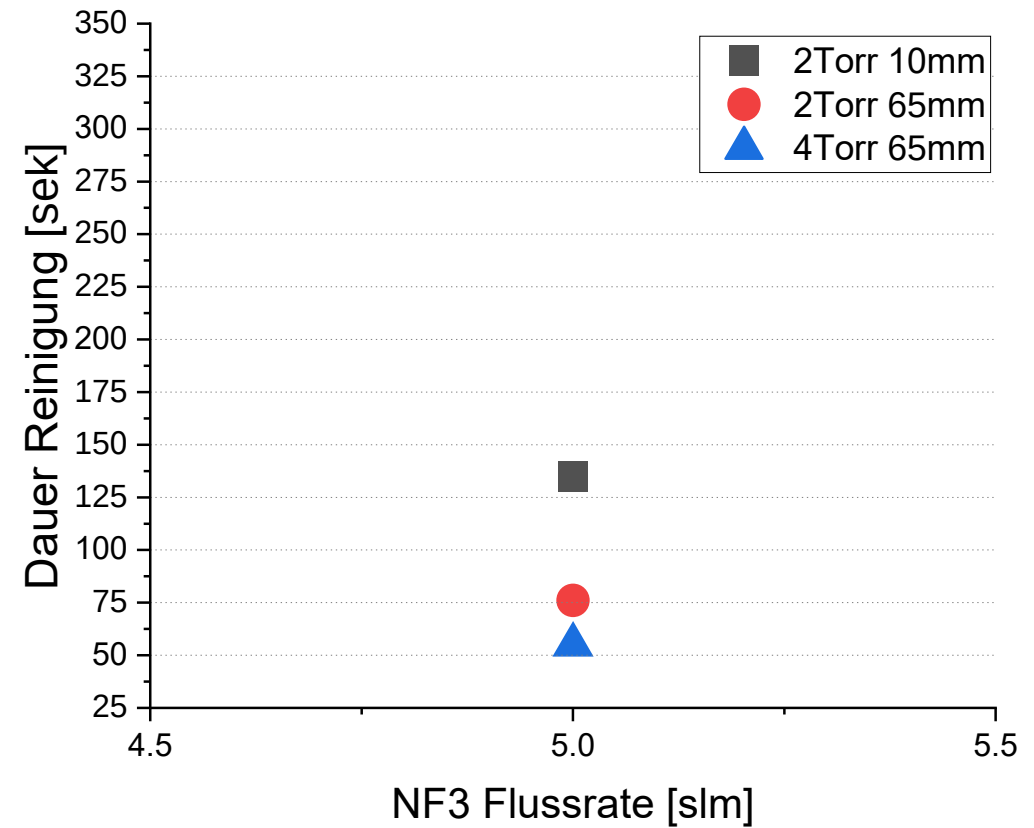
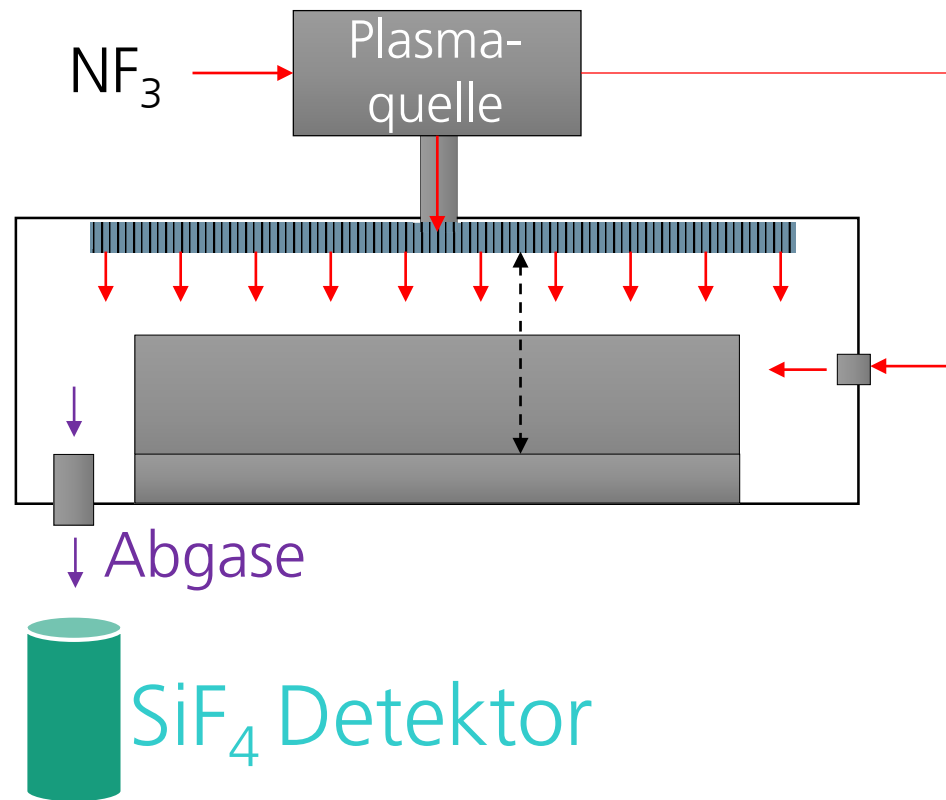
Technologielevel: 8" 0.25 μm and 0.13 μm



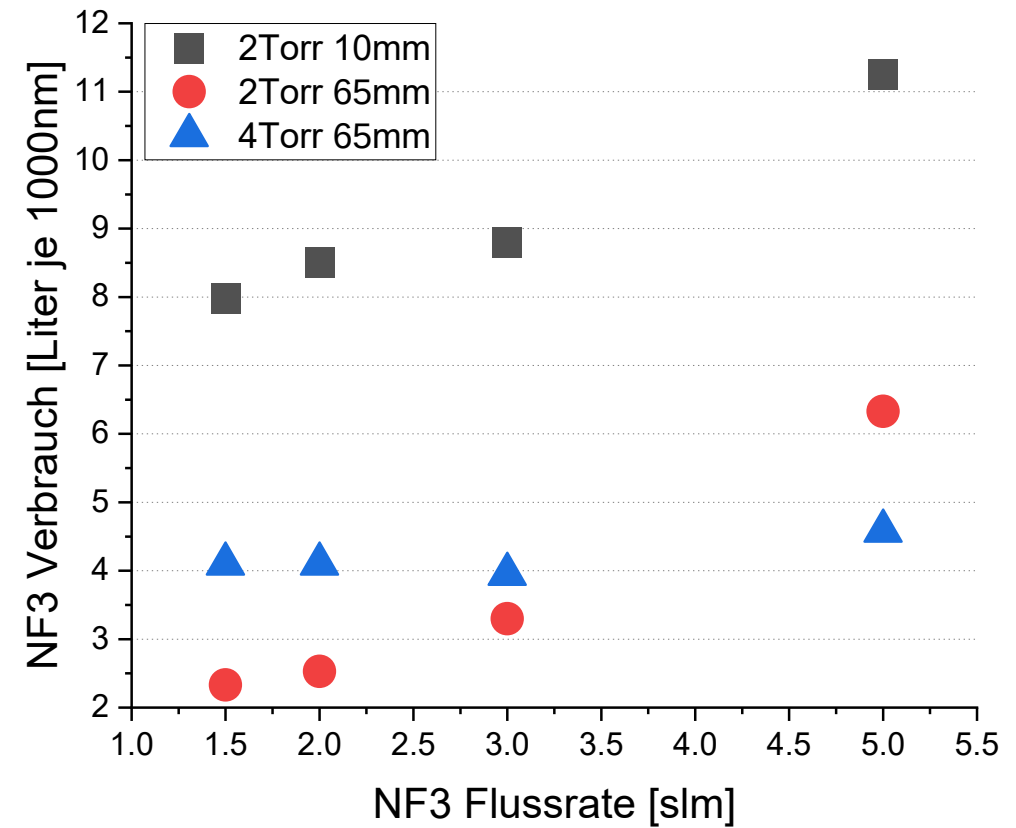
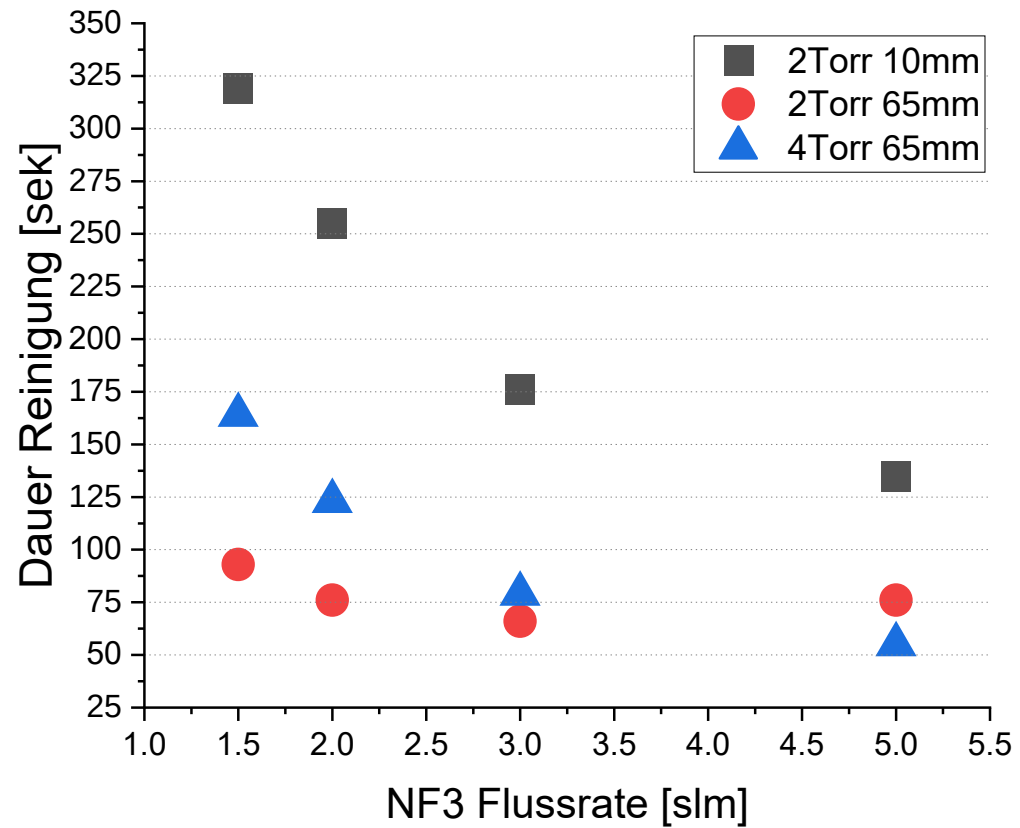


$\approx 30 \text{ l NF}_3 \rightarrow 2 \text{ l je } 1000 \text{ nm SiO}_2$

Kammerreinigung mit NF_3



NF₃ Verbrauch



„If it's not okay, it's not the end.*“

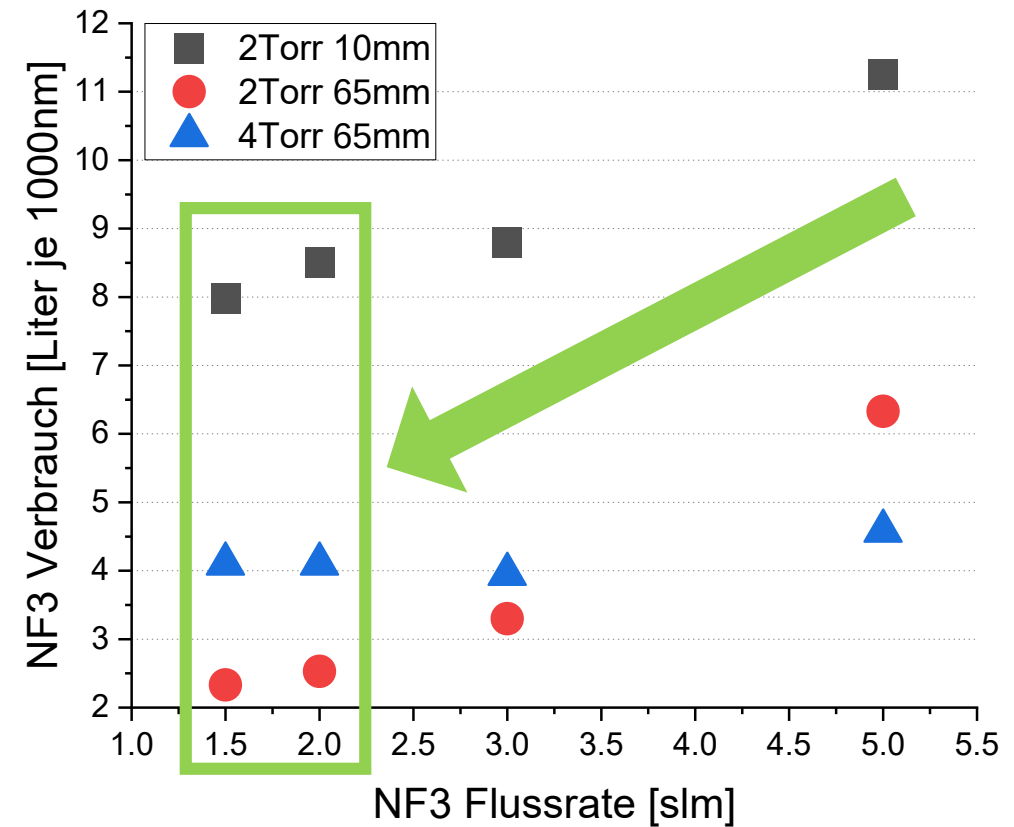
*“Everything will be okay in the end. If it's not okay, it's not the end.” **John Lennon**

NF₃ Fluss von 1.5 – 2 l

Druck 2 Torr

Reinigung in zwei Schritten:

1. Substrathalterposition 10 mm
2. Substrathalterposition 65 mm





The background image shows a cleanroom with large industrial machines, including one labeled 'TORAY'. Workers in protective suits are visible, some operating equipment. The scene is brightly lit with overhead fluorescent lights.

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!



greenict.connect²⁴





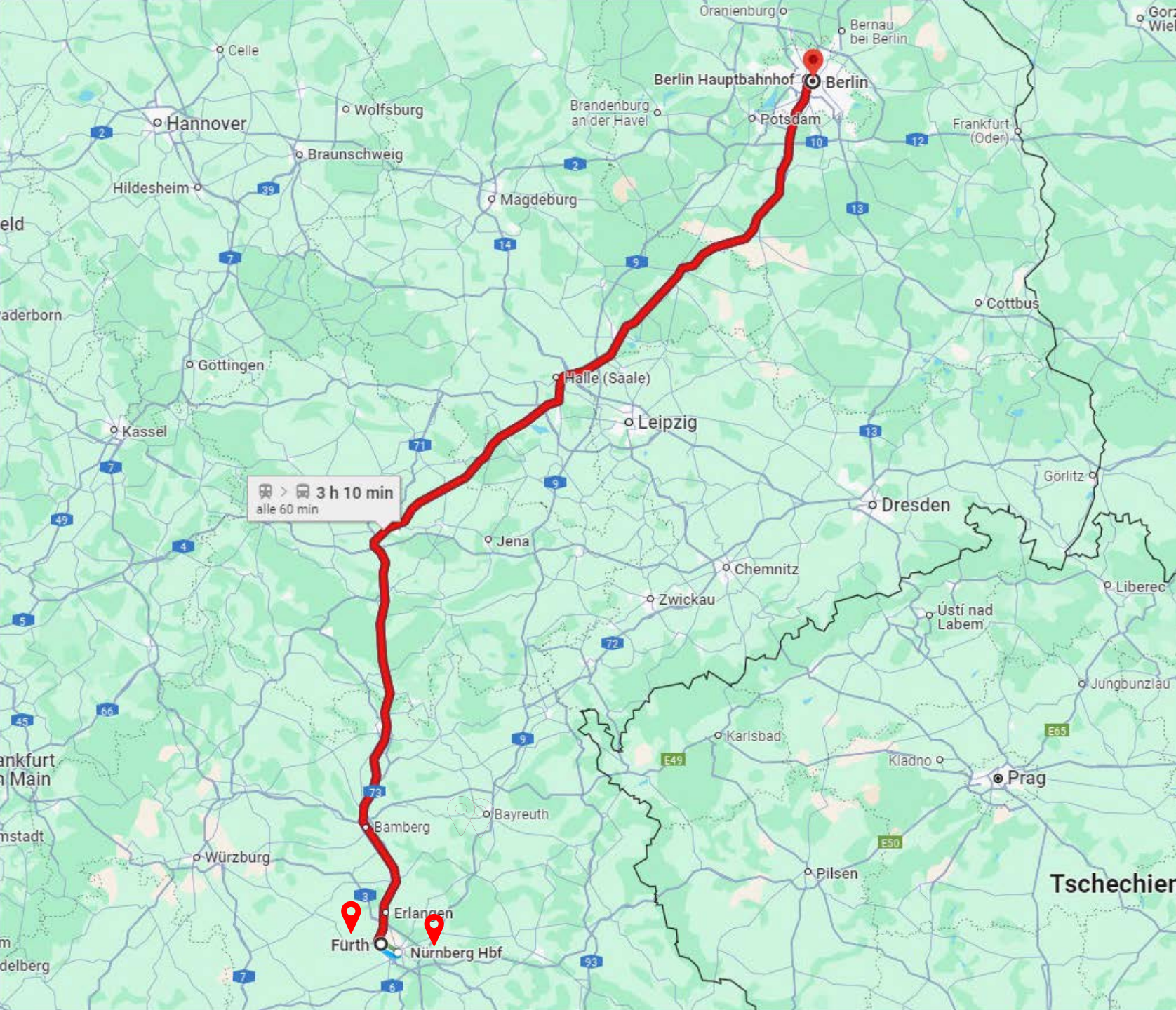
greenict.connect²⁴



Wie Siemens mit Digitalisierungs-Technologie die Nachhaltigkeit verbessert

Johannes Röck

Siemens Digital Industries, Vertical Electronic



Johannes Röck
Vertical Electronics
SIEMENS AG
Gleiwitzer Str. 555
90475 Nürnberg



SIEMENS

Siemens Organisation

Businesses

Digital
Industries



Smart
Infrastructure



Mobility



Siemens
Advanta



Portfolio
Companies



Siemens
Healthineers¹



- Countries

- Service & Governance

¹ Publicly listed subsidiary of Siemens; Siemens Healthineers with its own setup for Countries and Service & Governance

Digitalisierung und Digitaler Zwilling – Was ist das eigentlich?

Definition von Digitaler Zwilling lt. Fraunhofer IPT



1. Der Digitale Zwilling repräsentiert ein oder mehrere physische Objekte oder Systeme der realen Welt in der digitalen Welt.
2. Die Daten dafür werden mittels Sensorik und durch Berechnungen erhoben und im Digitalen Zwilling zusammengeführt.



Digitale Zwillinge erzeugen Nachhaltigkeit im Siemens Elektronikwerk in Amberg

SIEMENS

Mit dem ID-Link zum digitalen Typenschild



Mit dem ID-Link zum digitalen Typenschild

Mit MobileApp scannen

Identifikation
des Produkts

Online im
Browser

HOW?



Inventarisierung/
Warenannahme



Technische Daten

Zertifikate

Bedienungsanleitungen

Siemens Mall

... frei erweiterbar

SIEMENS

Ressourceneinsparung durch ID Link

SIMATIC S7-1515-2 allein
spart jedes Jahr* etwa

2.5 Millionen A4 Blätter...



... das entspricht pro Jahr einer CO2
Gesamtemission von

27 Autos.**



Dadurch werden
2.8 Liter Wasser***
pro SIMATIC
Baugruppe eingespart.

*Estimation based on the production of the module in 2023.

**Sources: papiernetz.de/informationen/nachhaltigkeitsrechner/ - calculation based on recycled paper.

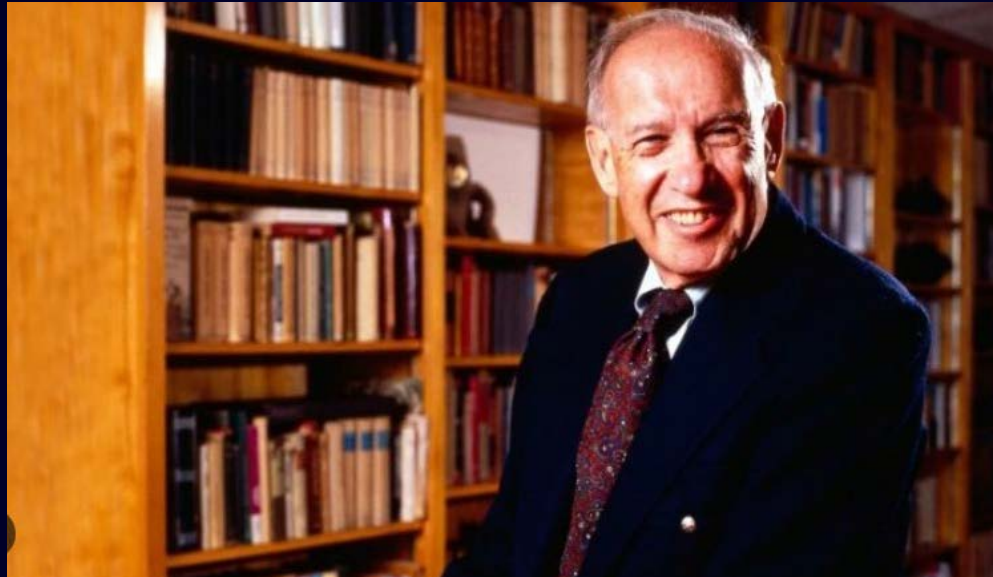
co2online.de/klima-schuetzen/mobilitaet/auto-co2-ausstoss/ - annual CO₂ emissions in kg for average commuting distance for petrol/diesel.

***Savings calculation based on 50 sheets of recycled paper.



Was man nicht messen kann,
kann man auch nicht lenken!

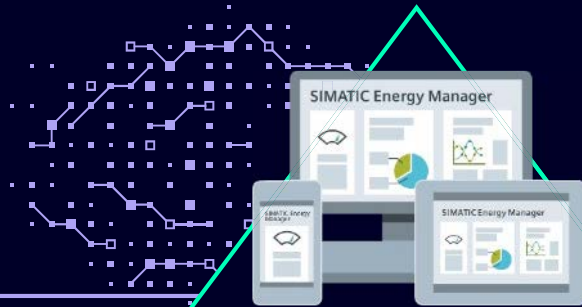
Peter F. Drucker, US Ökonom



Nachhaltigkeit und Energieeffizienz von der Maschine bis zum Unternehmen

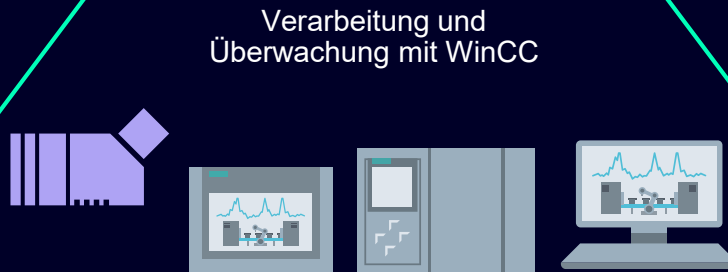
SIMATIC Energy Management

Energy Manager
für Insights Hub



Management level

Energy Manager
für Industrial Edge



Verarbeitung und
Überwachung mit WinCC

Produktion level



Acquisition

Feld level, e.g. Antriebsmotor

SiGREEN

- Produkt Carbon Footprint



SIMATIC Energy Manager

- Werks- und unternehmensweite Energieanalysen

SIMATIC Energy Suite

- **Lastmanagement**
PLC-basiertes Spitzen- und Grundlastmanagement für Verbraucher, Erzeuger und Speicher
- **Energieeffizienz-Monitor**
Standardisierte Effizienzbewertung von Maschinen
- **Akquisition**
Erfassung von Energiedaten

Integrierte Energiemessung

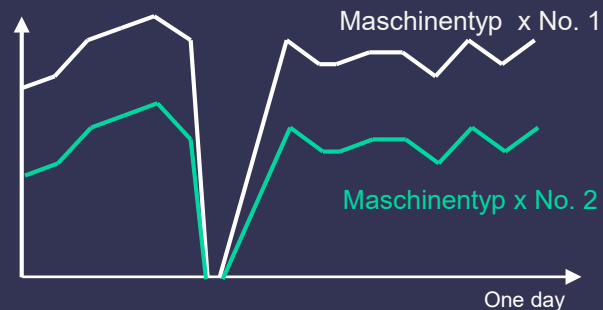
- Direkt im Feld: Zum Beispiel mit SIMATIC Energy Meter (ET 200SP)

Transparenz startet in der Ebene des Feldes

Analyse der Daten und Planung von Maßnahmen

Maschinenoptimierung

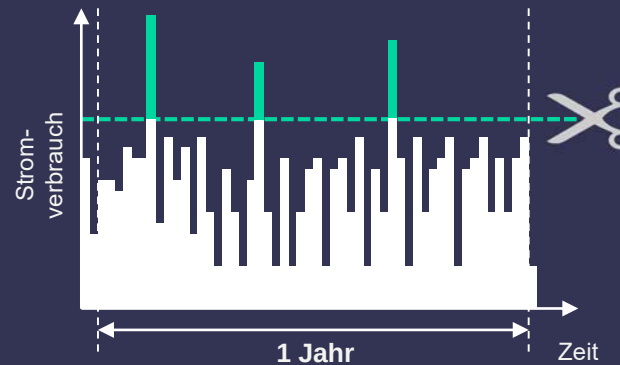
- Eine Maschine desselben Typs benötigt mehr Energie für dieselben Aufgaben



Optimierungspotential oder vorbeugende Wartung

Lastspitze einmal im Jahr

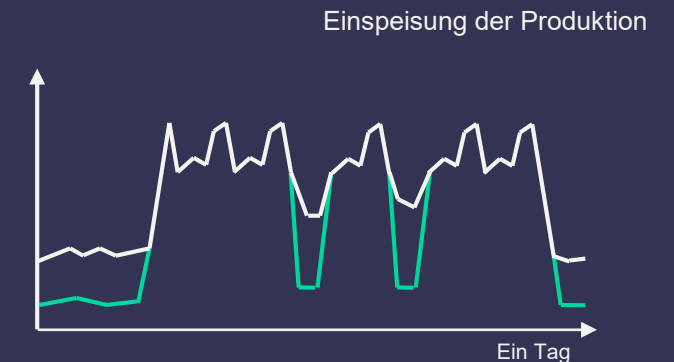
- Hoher Strompreis aufgrund nur einer Lastspitze im ganzen Jahr



Installation eines Spitzenlastmanagements zur Senkung des Kapazitätsentgelts

Unproduktive Zeiten

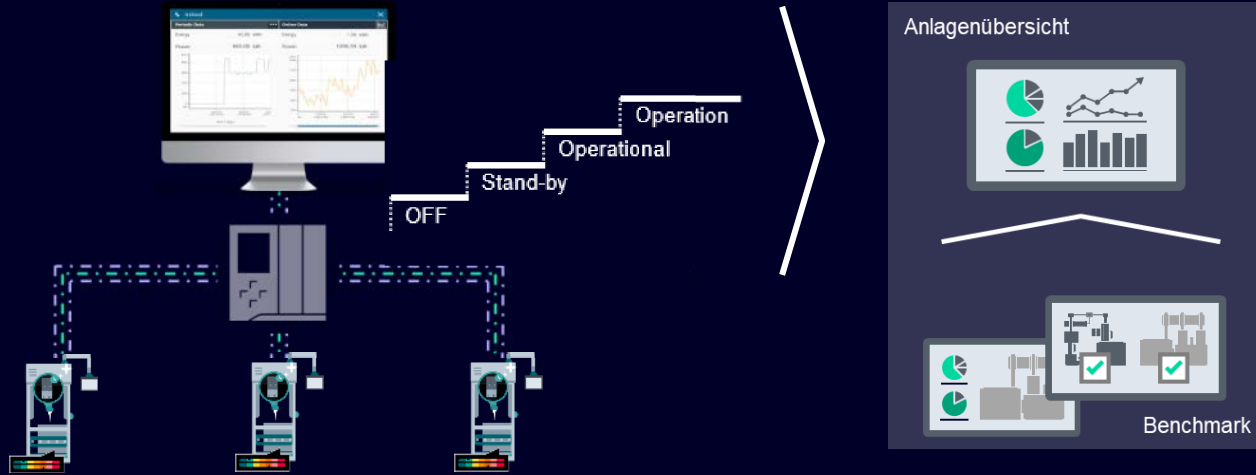
- Hoher Energieverbrauch auch in produktionsfreien Zeiten



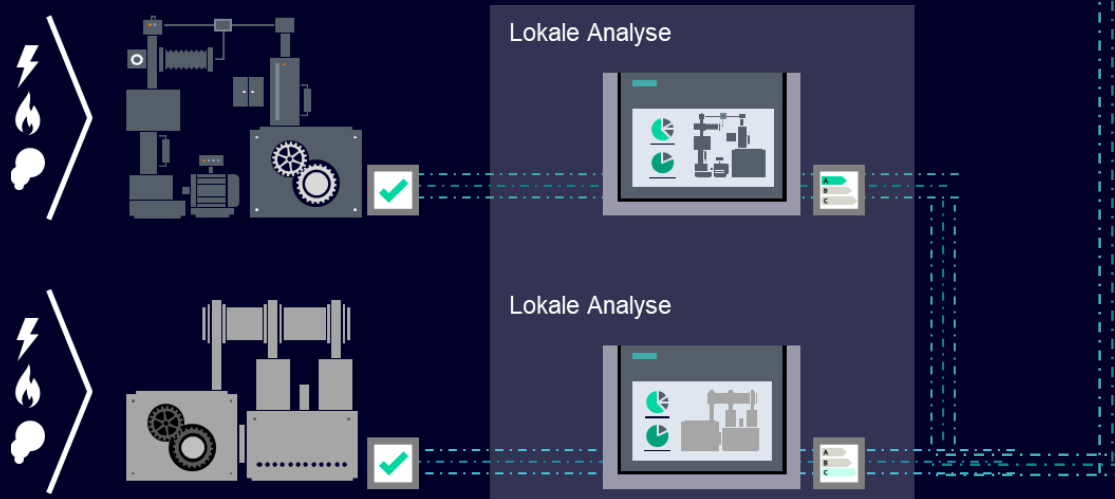
Abschalten nicht benötigter Maschinenteile zur Senkung des Verbrauchs

Ressourcentransparenz als Hauptfaktor für Nachhaltigkeit

Betreiber



Maschinenbauer



Maschineneffizienz

Situation

- Wie lässt sich die Energieeffizienz von Maschinen bestimmen und vergleichen?

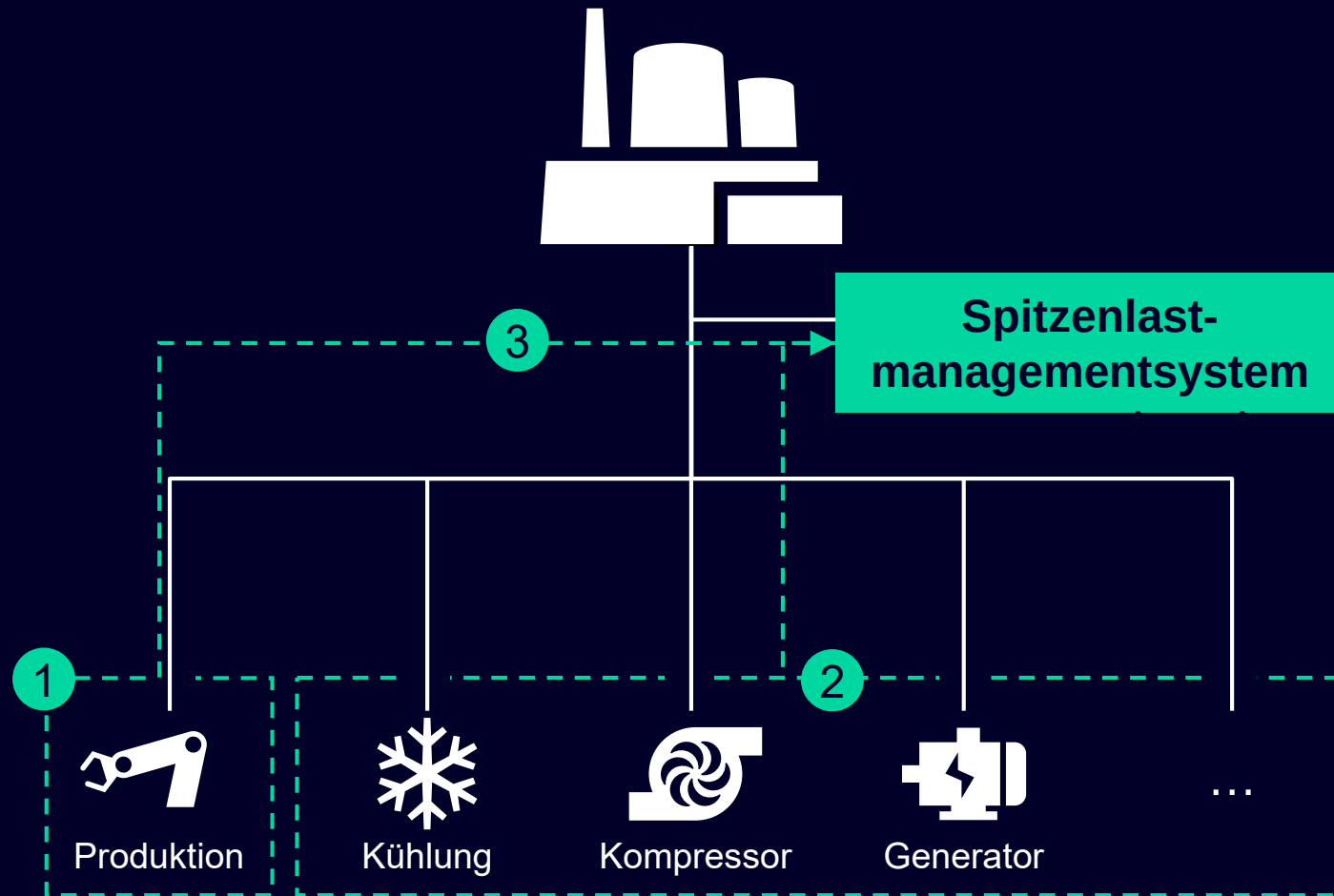
Anforderungen

- Herstellerneutrale Maschinenanalyse nach VDMA 34179
- Einfacher Energieabnahmeprozess durch einheitliches Abnahmeformular für Benchmarks und standardisierte Auswertung

Vorteile

- Identifikation von Sparpotentialen durch statusbezogene Analyse
- S7-1500 Funktionsbausteine für Benchmark des Energiebedarfs

Spitzenlastmanagement Funktionsweise



Lastoptimierung

Anforderungen

- Vermeidung von Lastspitzen durch Grenzwertregelung
- Einbindung vorhandener Messstellen
- Hohe Verfügbarkeit des Systems
- Skalierbarkeit des Systems, z.B. Integration zukünftiger E-Auto-Ladestationen
- Produktionsprozess soll durch das System nicht beeinflusst werden

Vorteile

1. Vermeidung von Lastspitzen ohne Beeinflussung des Produktionsprozesses
2. Automatische Regelung der Anlage durch Schalten definierter Aktoren
3. Rückmeldung der Stellantriebe an die Anlage



SIEMENS

**Reduktion des
Standby-
Energie-
verbrauchs
um 64%**



**Einfaches
Engineering
mit wenigen
Klicks**

Siemens AG

Bewertung der Energieeffizienz leicht gemacht

Kundenherausforderung

- Identifizierung von nicht-wertschöpfender Energie von Maschinen
- Einfache und übersichtliche Dashboards für Energiedaten
- Skalierbares und flexibles System für das Energiemanagement nach ISO 50001

Lösung

- Energy Efficiency Monitor
- SIMATIC Energy Manager
- SIMATIC ET 200SP

Kundennutzen

- Reduktion des Standby-Energieverbrauchs um 64% an einer Maschine
- Einfaches Engineering von neuen Daten mit wenigen Klicks
- Weitere Vereinfachung und Automatisierung der Integration von bestehenden Maschinen

SIEMENS



Herzliche Einladung **The Impulse & The Impact** Digitalisierungs-Center und Siemens **Elektronik Fertigung**





Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit

Digital Industries/Vertical Electronic



greenict.connect²⁴





greenict.connect²⁴





Allokationsmethoden für den CO₂e Fußabdruck (PCF) von Sensoren und ICs am Beispiel einer Halbleiter-Fertigung

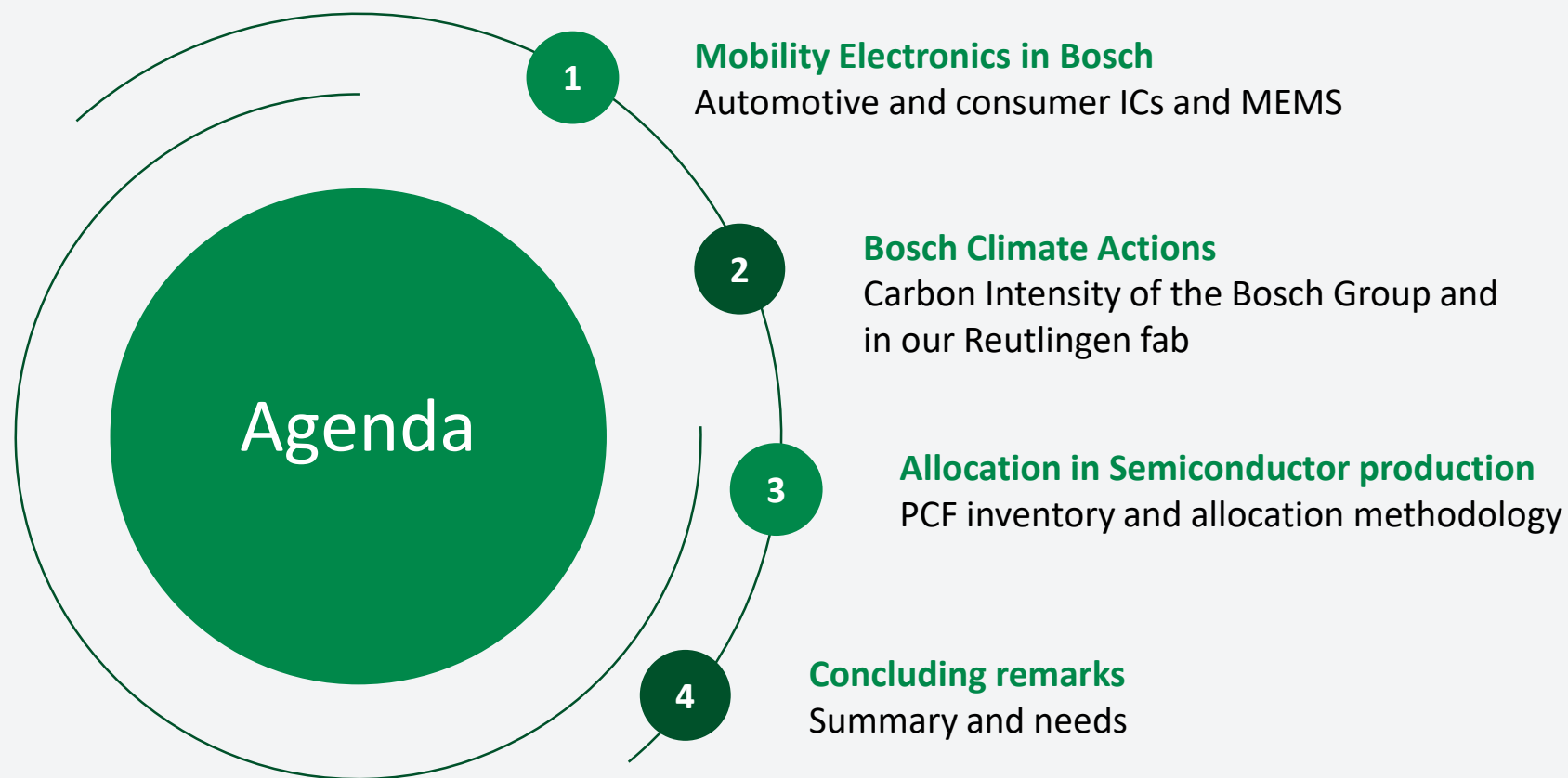
Green ICT Connect Seminar 17.10.2024

Dr. Wolfgang Nüchter

ME/OSU – Sustainability Strategy in ME (Mobility Electronics Division)

Green ICT 17.10.2024

Allocation methods for the CO₂e footprint (PCF) of sensors and ICs using the example of semiconductor manufacturing



Who we are

Bosch business sectors



Mobility Solutions



Industrial Technology



**Energy and Building
Technology**



Consumer Goods

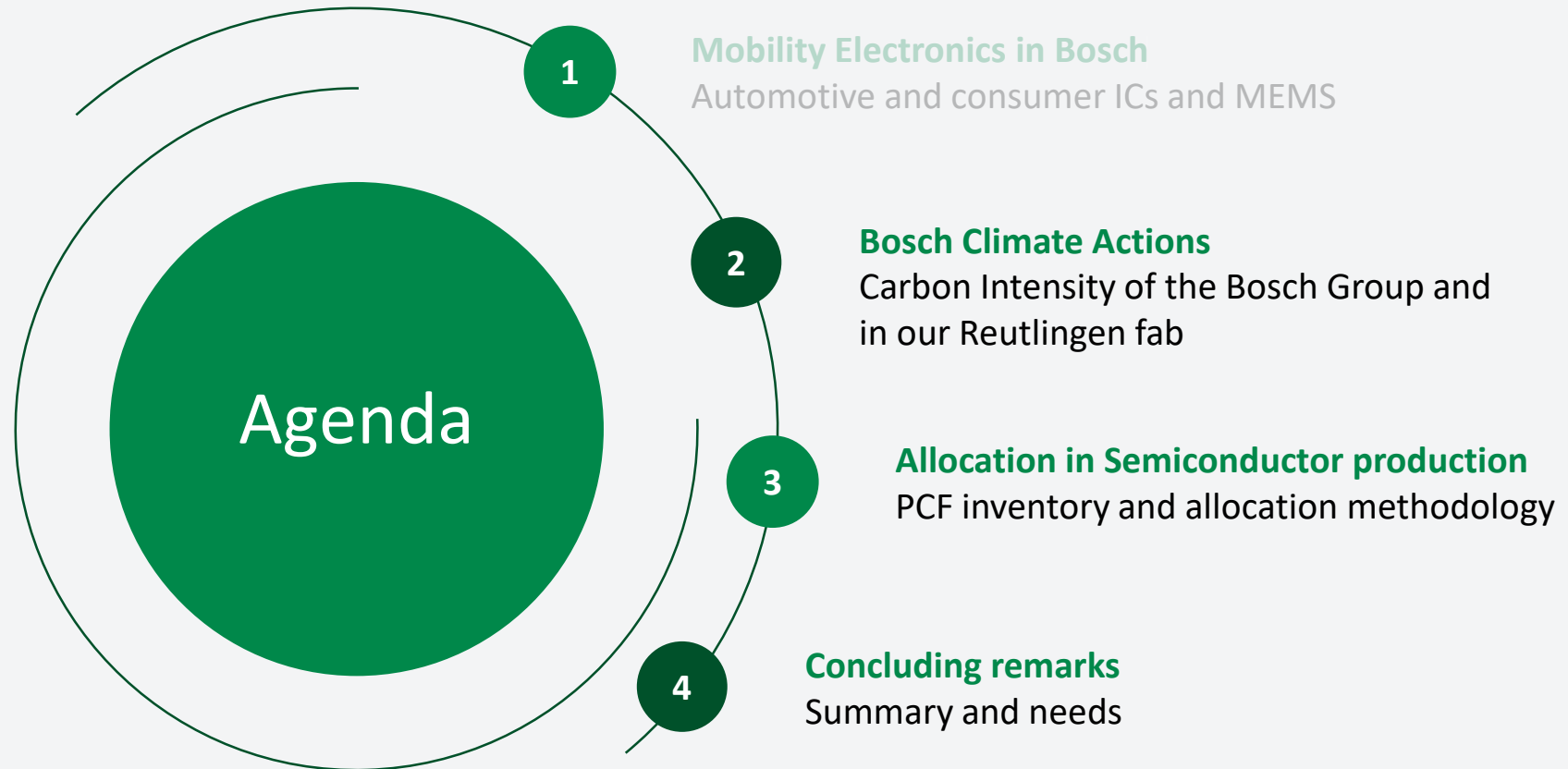
PRODUCTS & TECHNOLOGIES

AUTOMOTIVE &
CONSUMER ELECTRONICS



Green ICT 17.10.2024

Allocation methods for the CO₂e footprint (PCF) of sensors and ICs using the example of semiconductor manufacturing



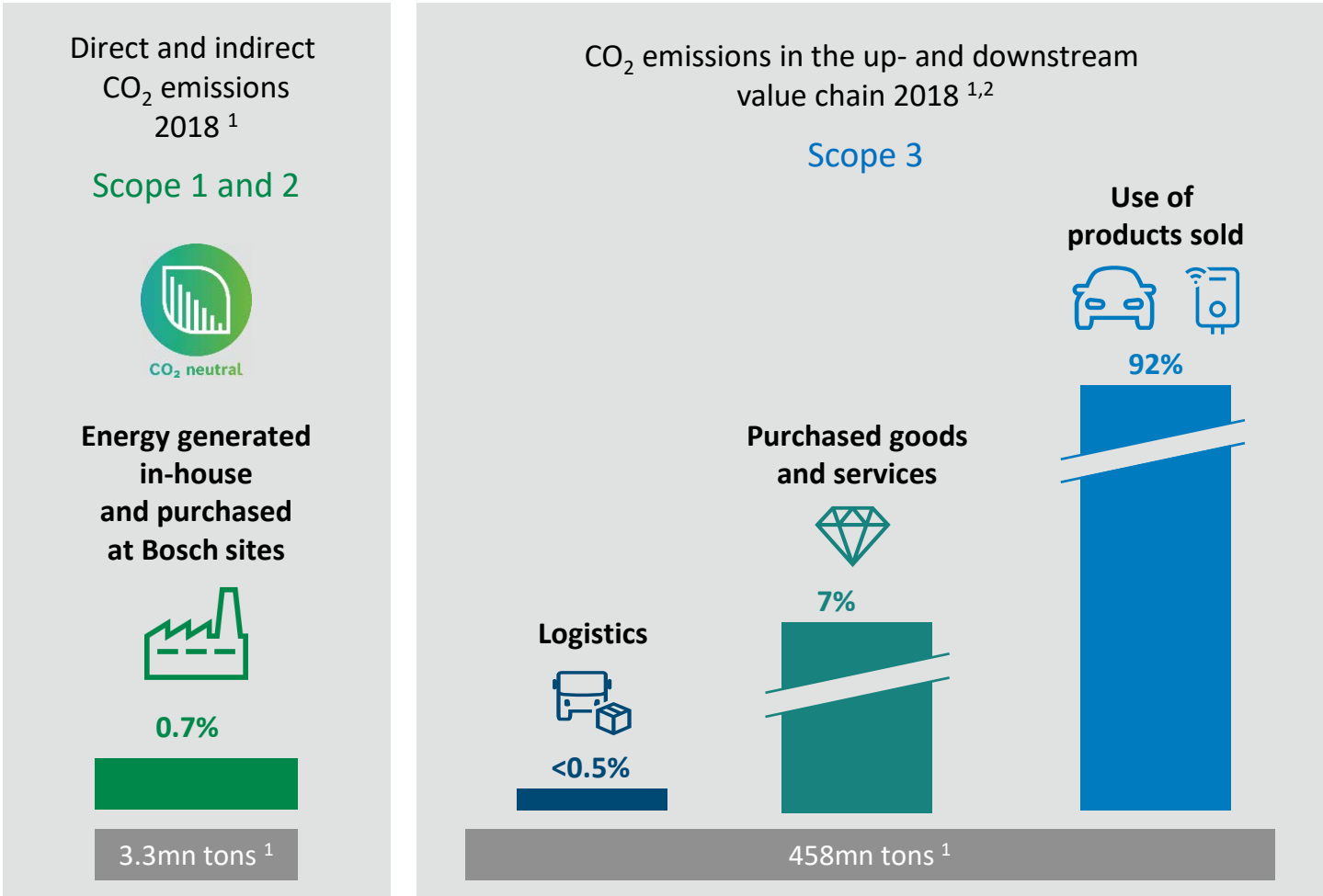
Sustainability @ Bosch

Recognized commitment



Sustainability @ Bosch

Bosch Climate Action Targets & CO₂e target of OEMs



The Climate action targets of the Bosch Group are confirmed by the Science Based Targets initiative (SBTi) to support limiting global warming to 1.5°C.³

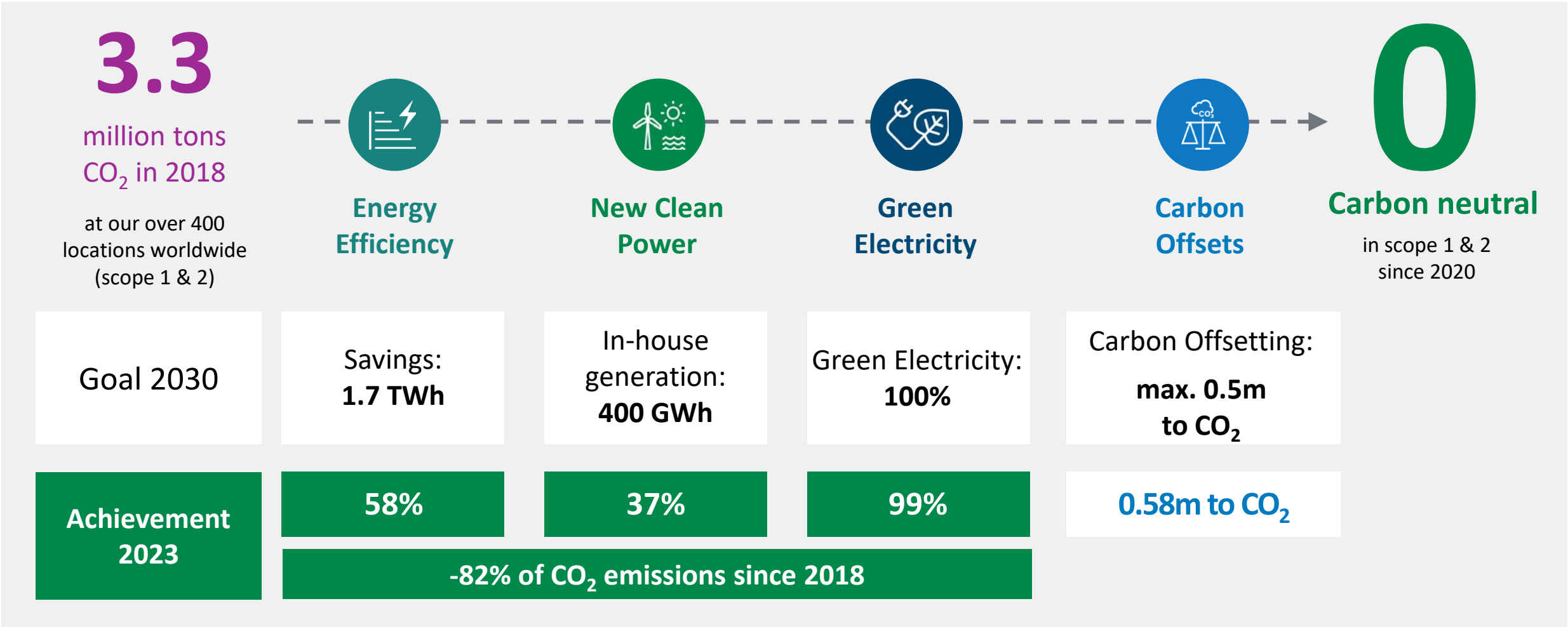
Bosch was the first automotive supplier to join the SBTi with a “targets set” status.



¹ Baseline year 2018 ² To improve data quality further, the calculation of scope 3 emissions was revised in 2023. ³ Robert Bosch GmbH's entry in the [SBTi's target dashboard](#)

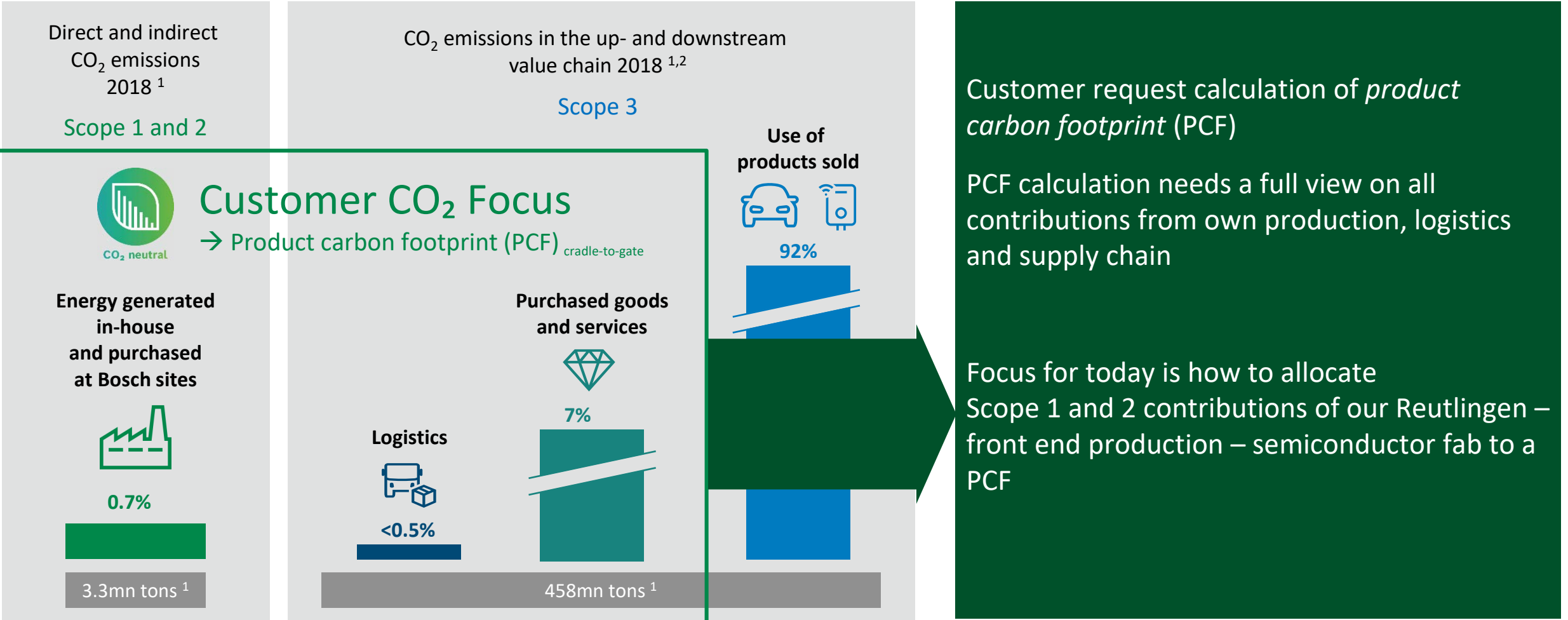
Sustainability @ Bosch

Carbon neutral in scope 1 & 2 since 2020, Achievements until 2023



Sustainability @ Bosch

PCF focus of our customers



¹ Baseline year 2018 ² To improve data quality further, the calculation of scope 3 emissions was revised in 2023. ³ Robert Bosch GmbH's entry in the [SBTi's target dashboard](#)

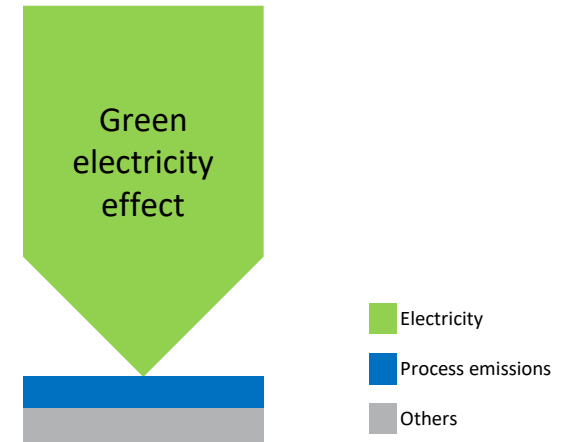
Sustainability @ Bosch Semiconductor Manufacturing

CO₂e Emissions Scope 1+2 Bosch Reutlingen (incl. Wafer Fab)

Bosch Reutlingen Situation:

- ▶ Scope 1&2 of Bosch location Reutlingen (including wafer fab) dropped significantly by purchasing almost **100% green electricity**¹
- ▶ In the past, **fugitive or process based emissions** have been only a minor contribution, now they are a **significant portion**, even though of **abatement processes** with **very high efficiency**. **Further reduction measures** are under investigation
- ▶ Remaining CO₂e emissions are compensated to achieve CO₂-neutrality in Scope 1&2

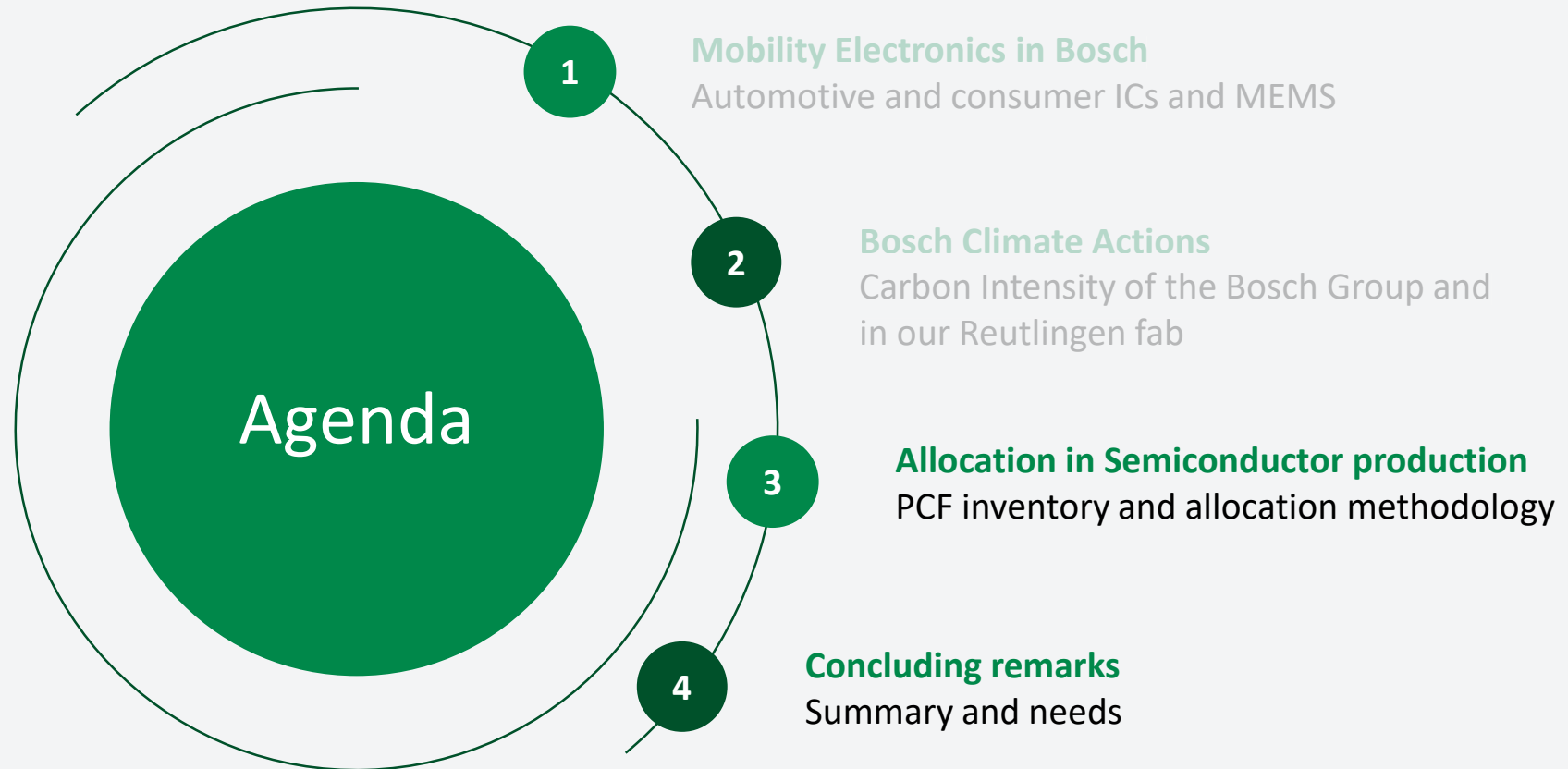
CO₂e emission in Reutlingen



Allocation of process related CO₂e emissions and other inputs needed to calculate a full PCF value

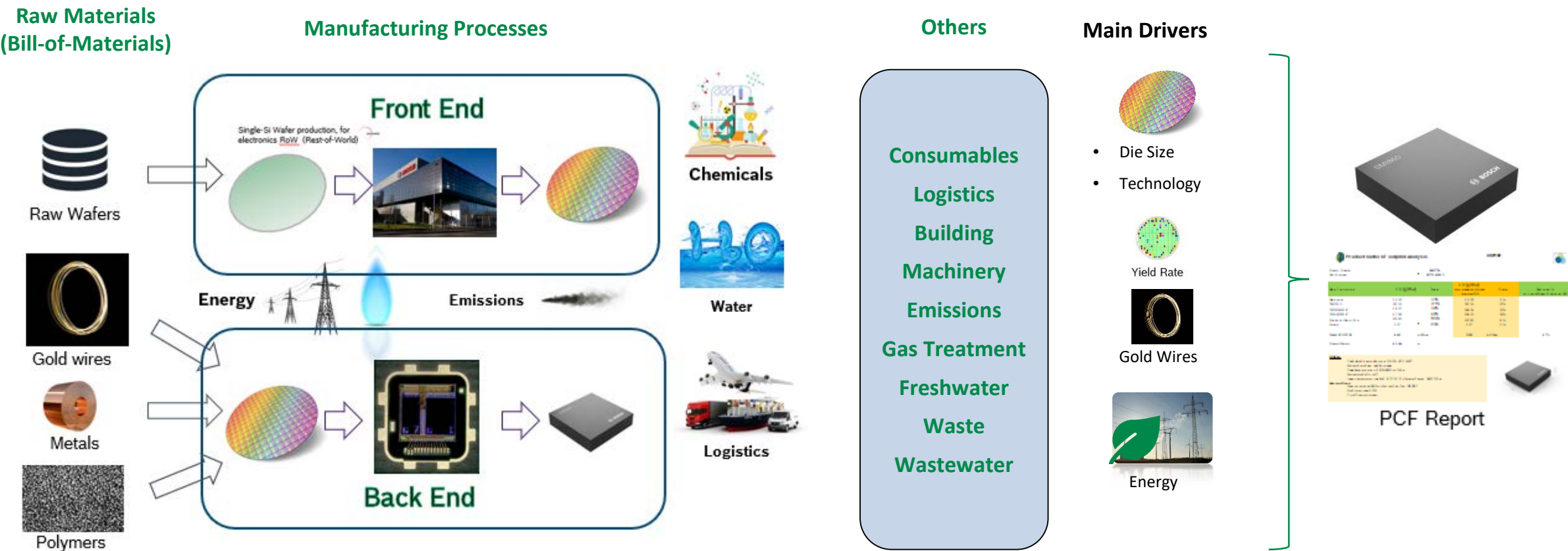
Green ICT 17.10.2024

Allocation methods for the CO₂e footprint (PCF) of sensors and ICs using the example of semiconductor manufacturing



Product Carbon Footprint Calculation Methodolgy

Semiconductor PCF Calculation Process Flow



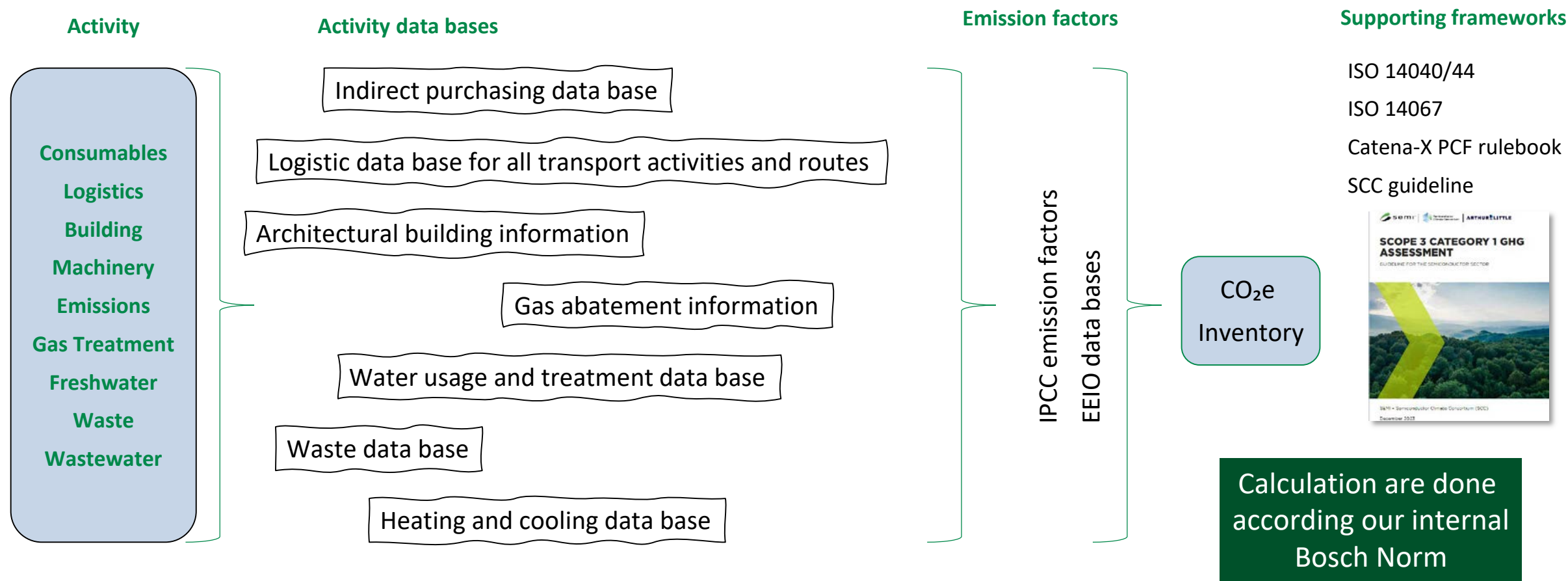
PCF calculations start with “Bill of Material” → fully account for direct material

Other contributions are more difficult to include → relevance of contribution and define allocation method

Product Carbon Footprint Calculation Methodolgy

Inventory setup

- How to derive the CO₂e inventory for the other (not bill-of-material related) contributions?



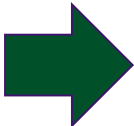
Sustainability @ Bosch Semiconductor Manufacturing

Inventory – Reutlingen fab

Other contribution than direct material – inventory overview in % of total CO₂e:

Inputs:

100% green Electricity	0%
Consumables ¹	14%
Logistics	6%
Heat	2%
Freshwater	0.2%



Outputs:

CO ₂ e Emissions	5%
Gas treatment	2%
Logistics	0.6%
Wastewater	0.2%
Waste	0%



Conclusion:

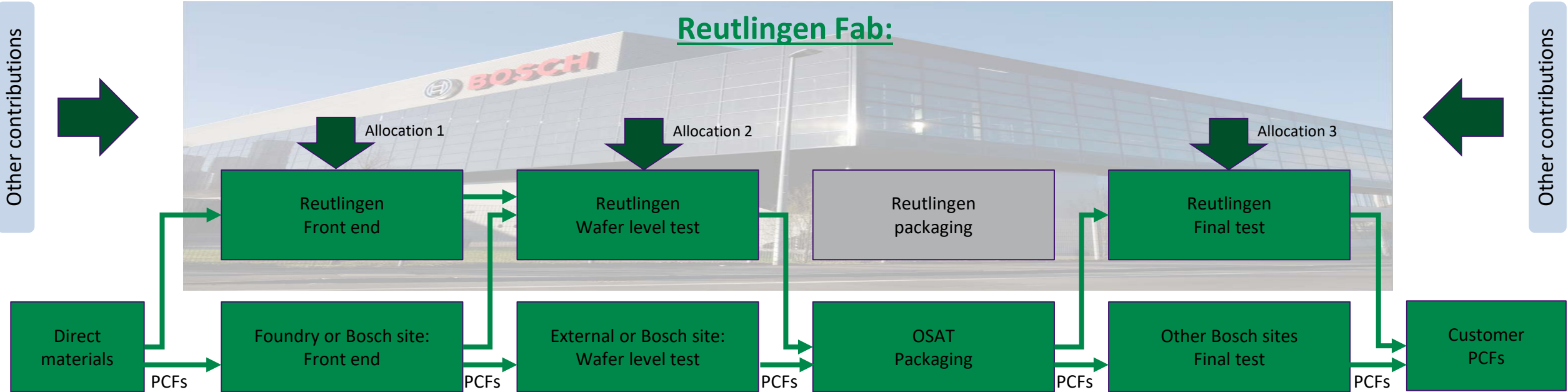
Impact ratio – Direct material & yield / other contributions: ~ 70% / 30%

Several CO₂e sources, where data is only available on plant level, must be allocated to product level (cut-off <3%)

Sustainability @ Bosch Semiconductor Manufacturing

Inventory – Reutlingen Fab

Allocation methodology in view of production sequence and worldwide network:



Complex manufacturing network requires multi-step allocation approach and bookkeeping of intermediary PCF values

On each allocation step different base values are present (on wafer, on chip, on package)

Allocation models may be selected differently by allocation step and at different companies (per part, per area, per cost, ...)

Green ICT 17.10.2024

Allocation methods – Conclusion

- Catena-X has set up a PCF calculation rulebook to address the allocation issue:

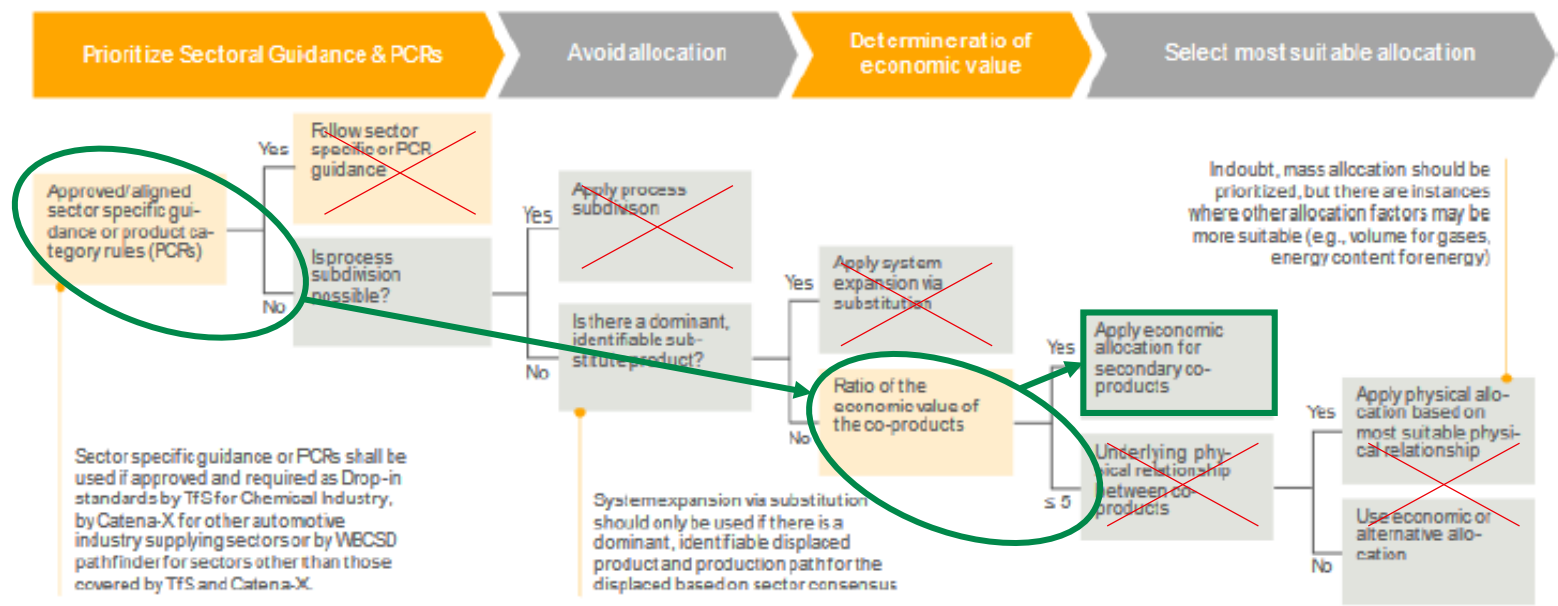


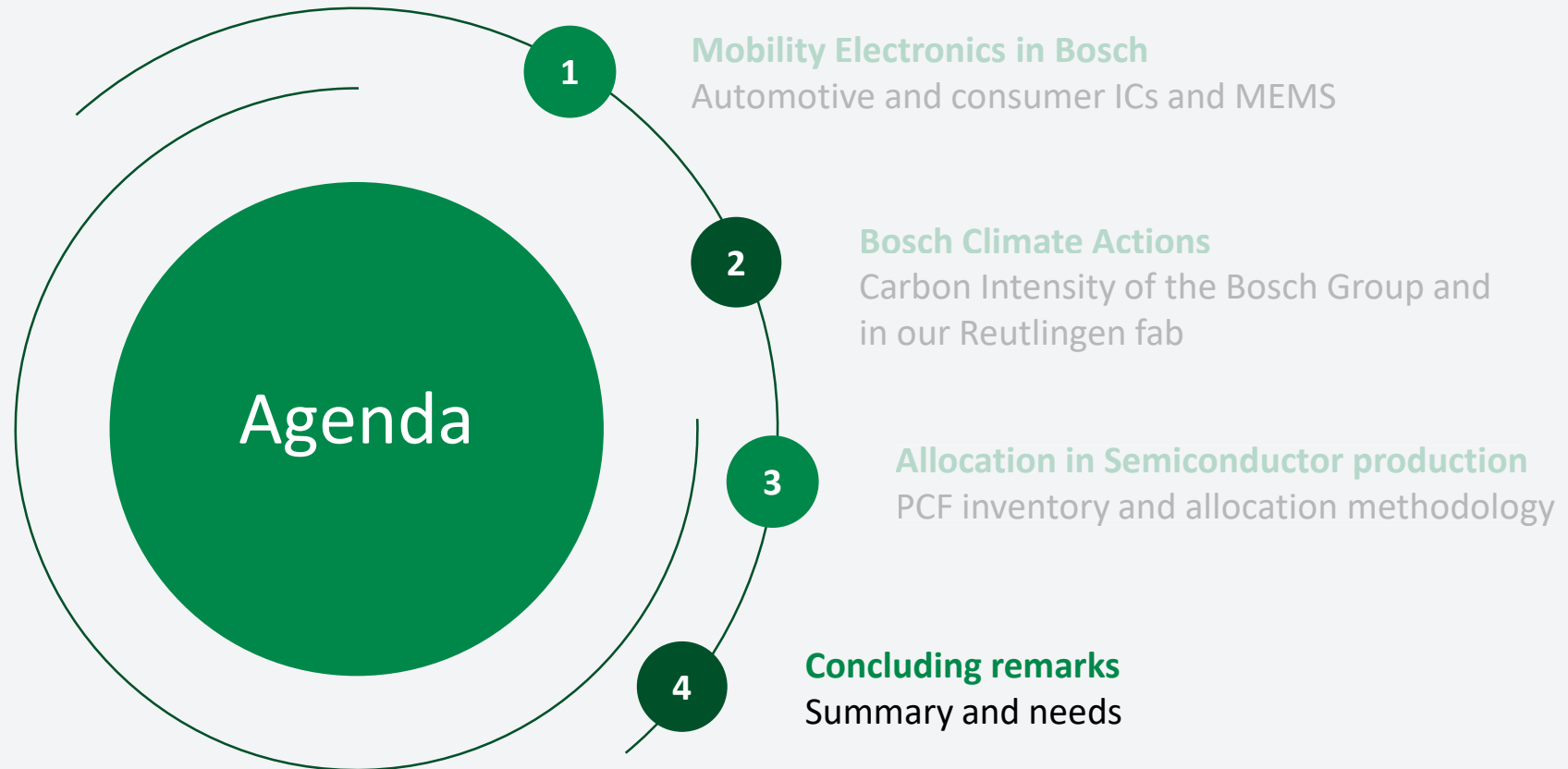
Fig. 4.2 Decision procedure for allocation[51]

Currently, for Automotive, compliance with Catena-X requires economic allocation

Sector specific guidance or product category rule is needed for Semiconductor Industry to have comparable approaches and comparable PCFs

Green ICT 17.10.2024

Allocation methods for the CO₂e footprint (PCF) of sensors and ICs using the example of semiconductor manufacturing



Green ICT 17.10.2024

Conclusion

CO₂e footprint of semiconductor MEMS and ICs have to include several indirect materials, esp. consumables, who must be allocated

PCF allocation within a semiconductor network is a complex task

Currently, for Automotive, compliance with Catena-X requires economic allocation

Sector specific guidance or product category rule is needed for Semiconductor Industry to have comparable approaches and be able to compare PCFs

Bosch is joining working groups to push towards a *sector specific guidance*



greenict.connect²⁴





greenict.connect²⁴





greenict.connect²⁴



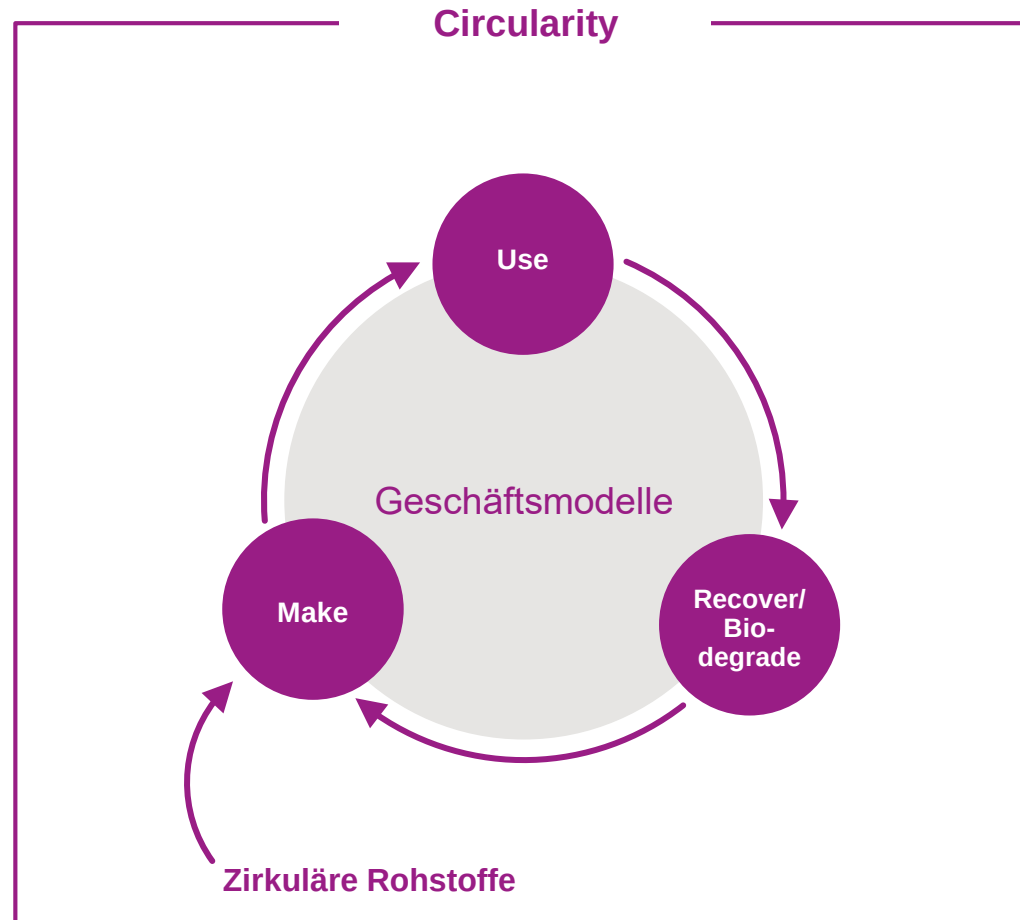
Zirkularität als Hebel für Wettbewerbsfähigkeit und Klimaschutz

Nina Fechler
Evonik Operations GmbH

Green ICT Connect
Berlin | 17. Oktober 2024

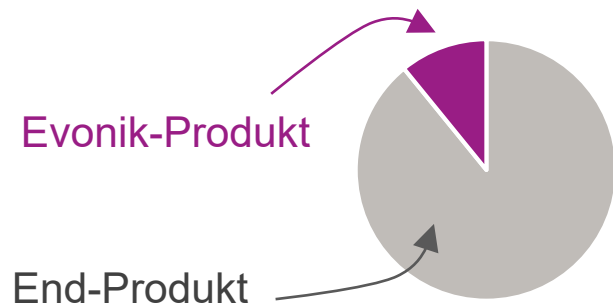


Circular Economy als holistisches Framework für nachhaltiges Wirtschaften



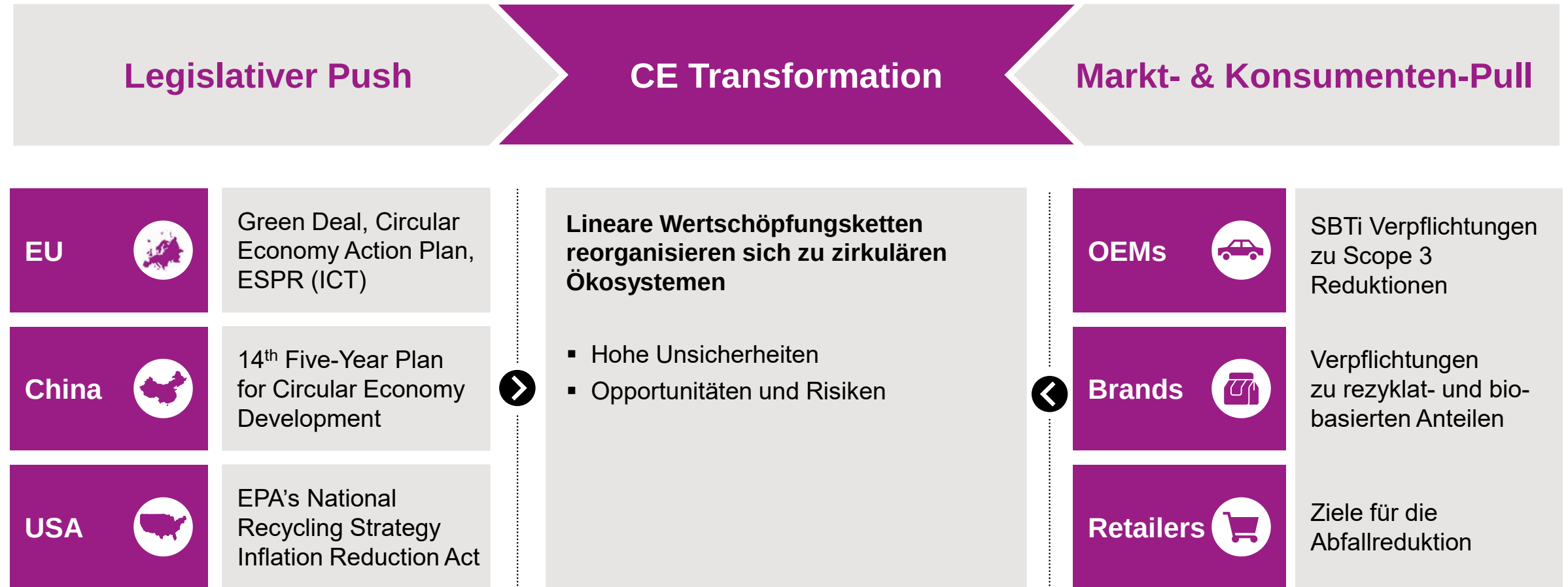
- Entkopplung des wirtschaftlichen Wachstums von der Verwendung fossiler und anderer endlicher Ressourcen, um die Umweltauswirkungen und Abfall zu reduzieren.
- Die Kreislaufwirtschaft berücksichtigt den gesamten Lebenszyklus von Rohstoffen bis zum Ende des Produktlebens.

Zirkularität und Spezialchemie - was ist die Verbindung?



- Unsere Produkte geben Endprodukten ihre Eigenschaften
- Eine enge Verbindung mit Wertschöpfungsketten ist Kern unseres Geschäfts
- Technisches Know-how entlang von Wertschöpfungsketten

Globale Legislativen und Marktanforderungen als Haupttreiber der Circular Economy schaffen Opportunitäten und Risiken für Wertschöpfungsketten



Ökodesignverordnung (Ecodesign for Sustainable Products Regulation)

Ökodesign-
verordnung
In Kraft getreten

- Ziel ist es, nachhaltige Produkte auf dem europäischen Markt zur Norm zu machen, indem das Design berücksichtigt wird.
- Potenziell sind **ALLE Produkte** auf dem europäischen Markt betroffen.
- Verordnung setzt den **Rahmen**, Ausgestaltung über Sekundärrechtsakte, die Vorgaben für einzelne Produkte und Produktgruppen machen.
- Die Mehrzahl der Anforderungen adressieren **Circular Economy**, insbesondere Recyclingfähigkeit, Rezyklatanteil, Müllaufkommen, Langlebigkeit, Wiederverwendung usw.

Aktuell priorisiert: Eisen, Stahl, Aluminium, Textilien (insb. Kleidung, Schuhe), Möbel (inkl. Matratzen) Reifen, Reinigungsmittel, Farben, Schmiermittel, Chemikalien, **Informationstechnologie**, Elektronik

Legislative Anforderungen für Zirkularität adressieren zumeist die Inverkehrbringer – Diese setzen sich ambitionierte Ziele

Dell Technologies

„By 2030, for every metric ton of our product a customer buys, one metric ton will be reused or recycled.“

„By 2030, more than half of our product content will be made from recycled, renewable or reduced carbon emission material.“

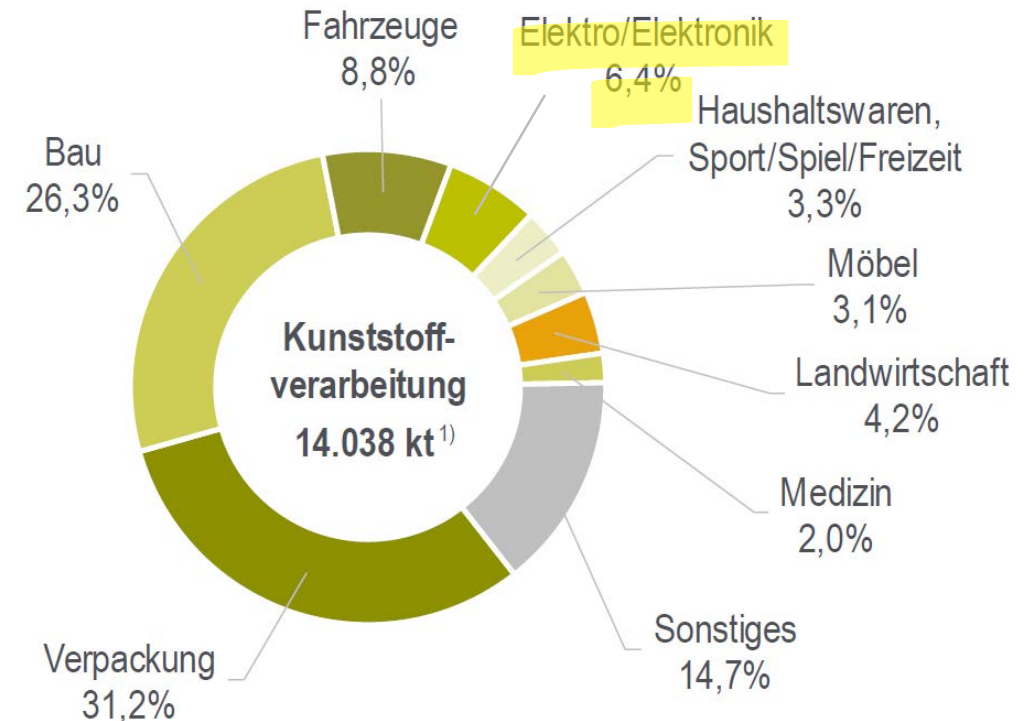
Samsung

„Aim to apply recycled plastic to 50% (2030) and 100% (2050) of plastic parts in DX products“

Deutsche Telekom

„By 2030 fully circular around technology and devices“

Anteile der Branchen an der Verarbeitungsmenge 2021 (Deutschland)



Conversio Studie 2021, ¹ Inkludiert Kunststoffe auf Basis fossiler (zu geringen Anteilen auch biobasierter) Rohstoffe, Rezyklat und Wiederverwendung von Nebenprodukten

Circularity ist insbesondere in Märkte mit schnelllebigen Gütern und Produkten mit effizienten Nutzphasen bedeutend

Bei schnelllebigen Gütern hat die Produktionsphase einen hohen Anteil am Scope 3 der value chain

Verpackungen



Automobilindustrie

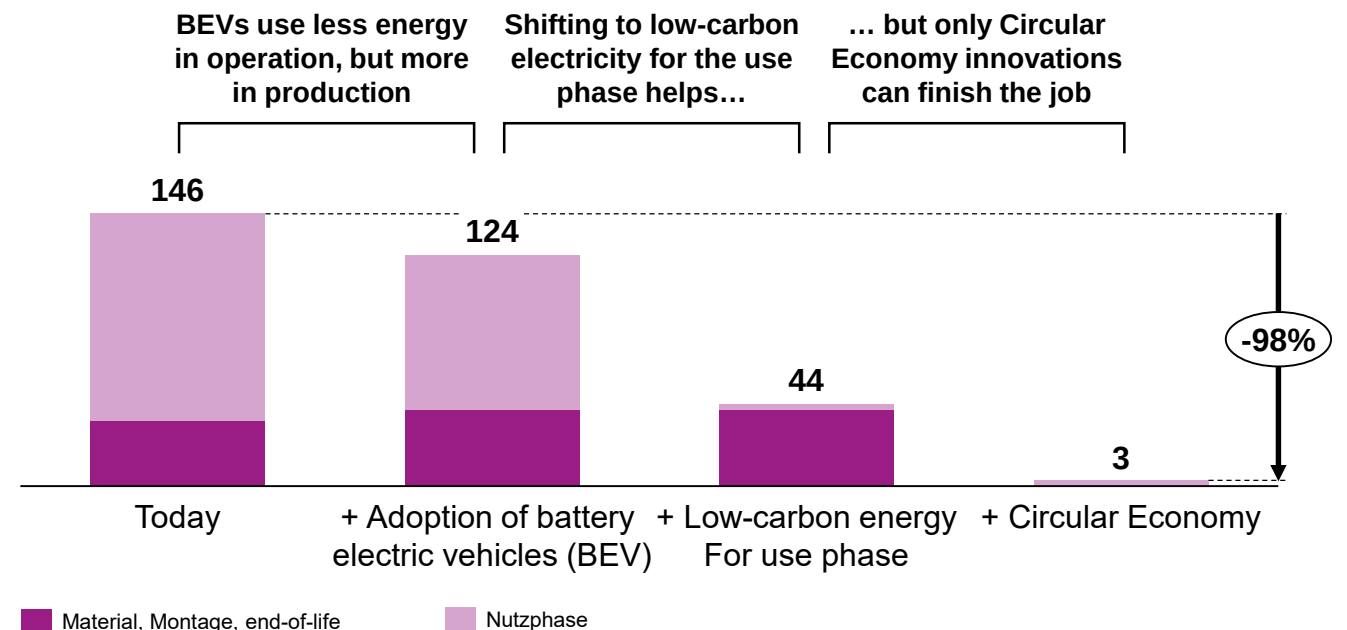


Bauindustrie



Produktionsphase Nutzphase

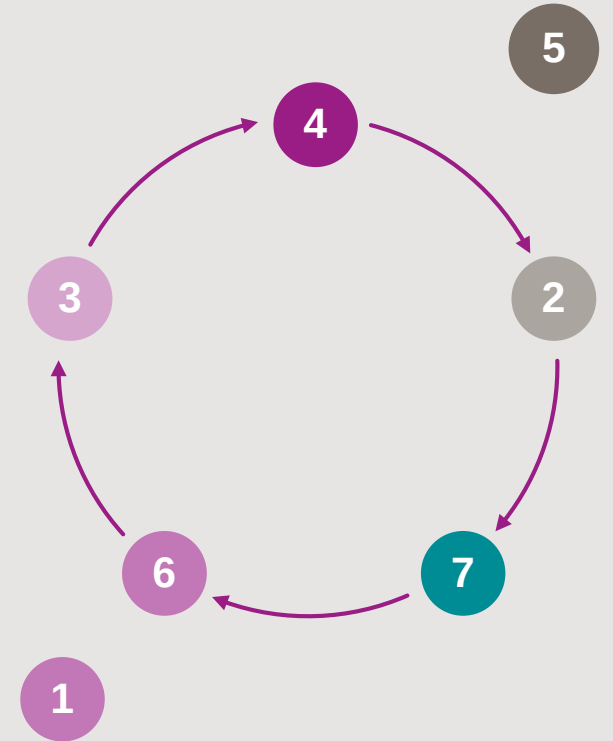
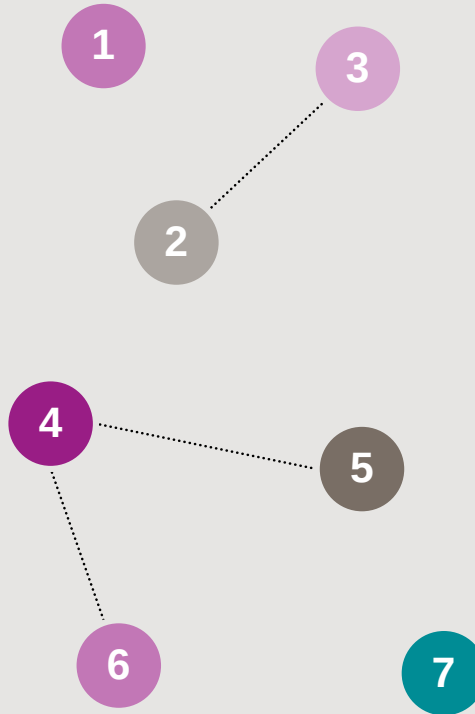
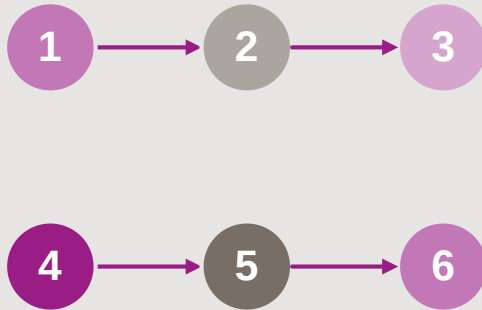
Je effizienter die Nutzphase ist, desto höher wird der Anteil der Produktionsphase am Scope 3 der value chain



¹ WEF, Forging Ahead, 2020

Unternehmen finden sich zunehmend in Ökosystemen zusammen

Transformation

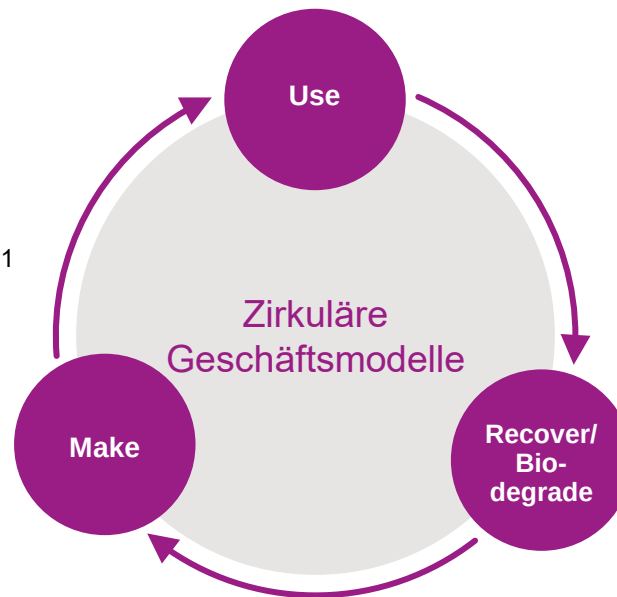


Evonik unterstützt Kunden und Partner bei der Erfüllung von Unternehmenszielen und der erweiterten Herstellerverantwortung

Designed for Circularity

Evonik-Produkte enthalten zirkuläre Rohstoffe¹ und sind „designed with the end of life in mind“, z. B. ermöglichen sie

- Monomaterial-Lösungen
- Recyclingfähigkeit
- Haltbarkeit
- Verringerung des Umwelteinflusses



Verlängerung der Nutzungsdauer

- Evonik-Produkte helfen, Ressourcen in der Nutzungsphase zu halten, z. B. Schutz von Gebäuden, Beton oder Metallen

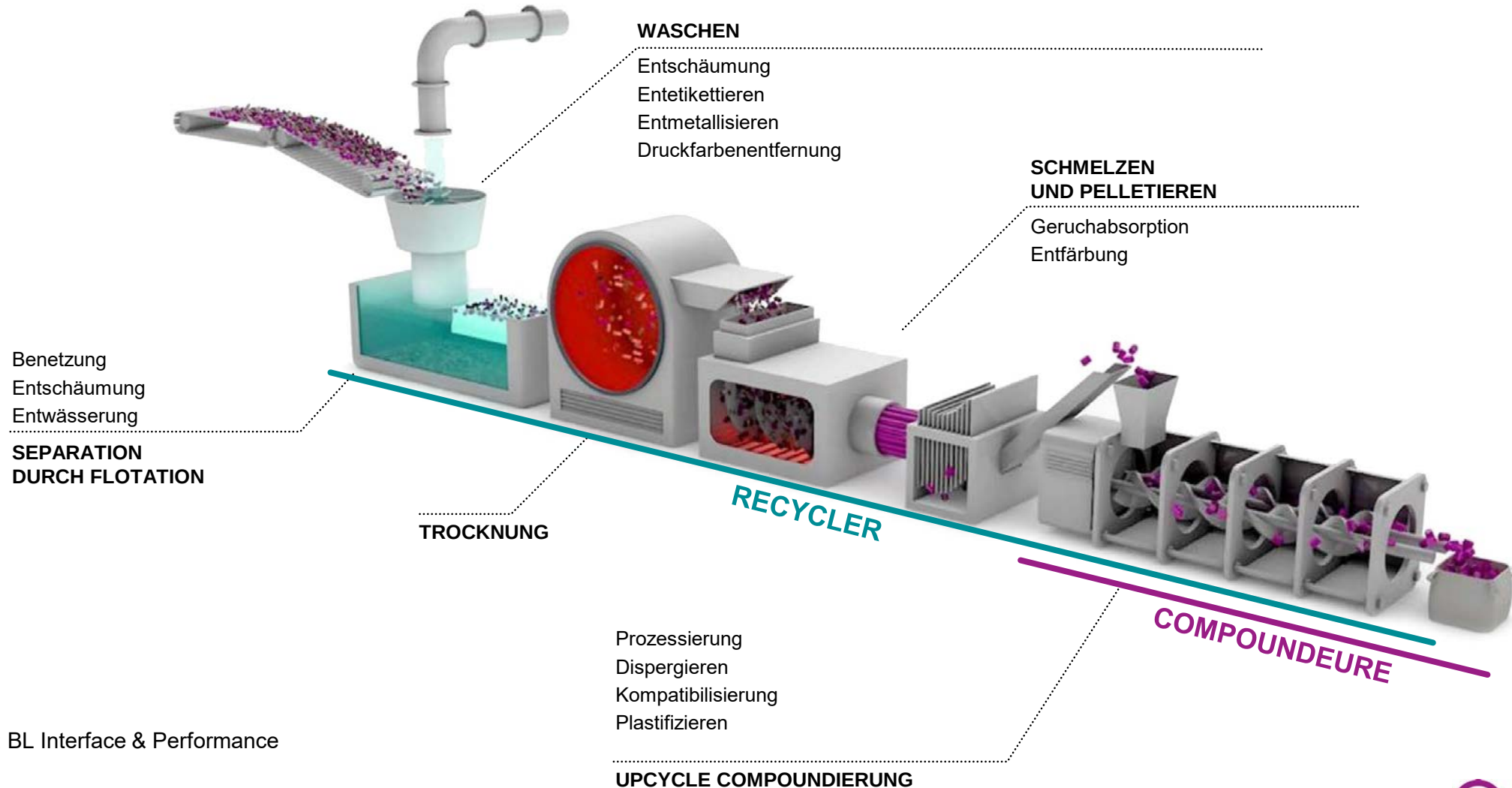
End-of-life Lösungen

Evonik bietet Produkte, um:

- die Effizienz von Recyclingverfahren zu steigern
- die Qualität von Rezyklaten zu verbessern
- den Umwelteinfluss zu minimieren

¹ – rezykliert, biobasiert, CO₂ basiert

Unsere Additive erhöhen die Effizienz der Recycling Prozesse und die Qualität der Rezyklate



Source: BL Interface & Performance

Chemisches Recycling über Pyrolyse von gemischten Kunststoffabfällen

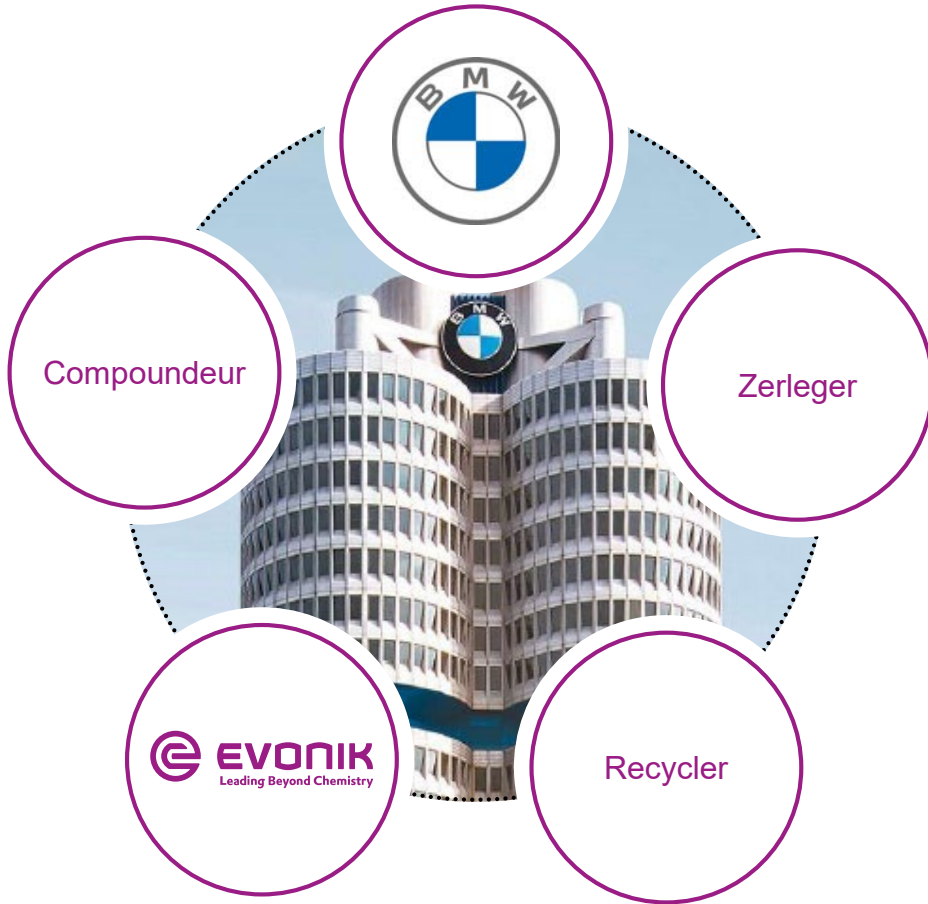
Umwandlung von kunststoffbasiertem PyOil in Ersatz für fossiles NAPHTHA



- Entfernung von Verunreinigungen, Farbe und Geruch mit Hydroprocessing-Katalysatoren und Adsorbentien
- Verringerung der Viskosität und der Kristallisationsneigung mit Spezialadditiven
- Stabilisierung und Antifouling mit Spezialadditiven

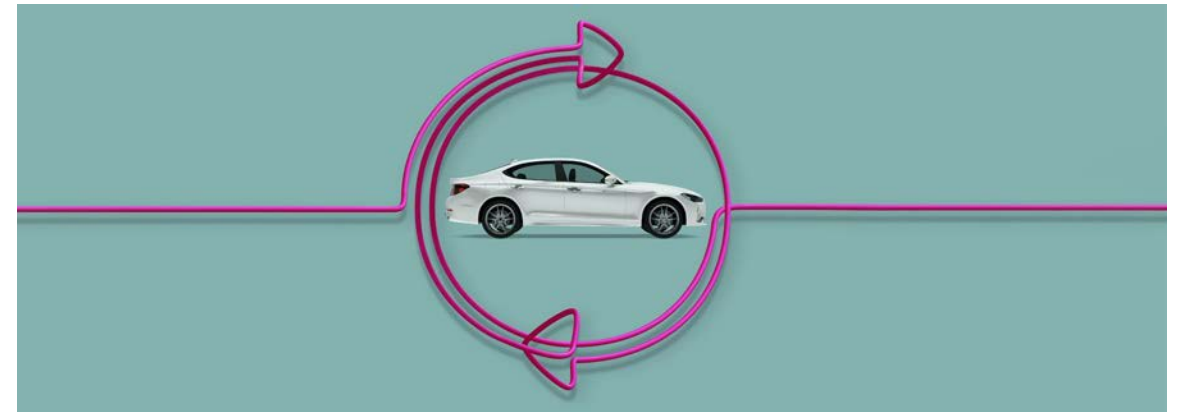
¹ Nicht geeignet für mechanisches Recycling

Wertschöpfungsketten-Partnerschaft mit BMW 'Future Sustainable Car Materials'



Projektunterstützung durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

- Erreichung zukünftiger Rezyklateinsatzquoten im Automobil
- Unsere Rolle als Ermöglicher:
 - Aufbau des Konsortiums
 - Gemeinsame Entwicklung von Recycling- und Compoundierungslösungen
- Projektstart 02/2023

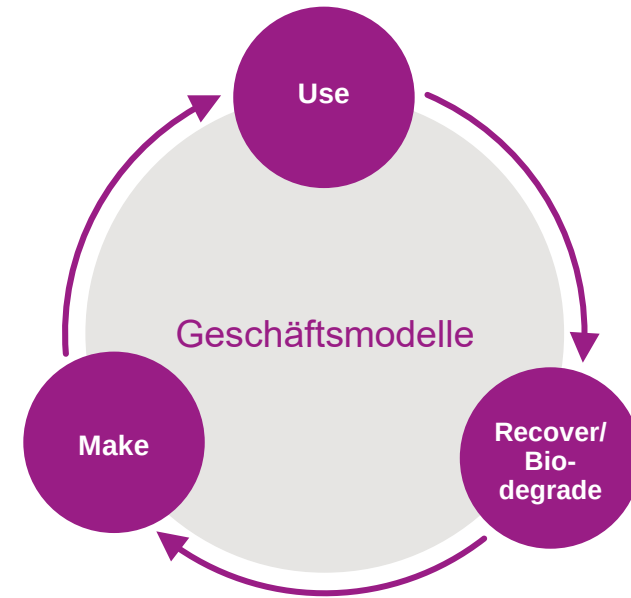


Die Opportunitäten gehen in der Circular Economy über Produkte hinaus

Circularity ist integraler Bestandteil aller Geschäftsprozesse.

Für die Umsetzung bedarf es eines Wertschöpfungskettenansatzes.

Die Zeit ist jetzt!





EVONIK

Leading Beyond Chemistry



greenict.connect²⁴





greenict.connect²⁴



Sekundärrohstoffe für die CO₂-Reduktion

Dan Mutschler

Agenda

- 1 | „Better Materials“
- 2 | Einsparpotenzial sekundärer Ressourcen
- 3 | Mehrwerte kleinerer Kreisläufe
- 4 | Herausforderungen kleinerer Kreisläufe
- 5 | Metallpasten-Recycling
- 6 | Die MTM-Story

100 % Recycling. Der nächste große Fortschritt.

Wir wollen eines Tages 100 % recycelte und erneuerbare Materialien für alle unsere Produkte und Verpackungen einsetzen. Denn Produzieren muss nicht heißen, der Erde etwas zu nehmen.

**Apple ist CO₂ neutral.
Und ab 2030 sind es auch
alle unsere Produkte.**

Wir entwickeln die innovativsten Produkte der Welt aus recycelten Materialien. Bald stellen wir sie alle mit sauberer Energie und ohne CO₂-Fußabdruck her. Manche sagen, das ist unmöglich. Aber wir bei Apple denken anders darüber.

**Es gibt keine
Alternative zu
alternativer Energie.**

Unsere Produkte werden bis 2030 komplett mit sauberer Energie hergestellt. Das bedeutet, dass Hunderte unserer Zulieferer bei der Fertigung auf 100 % erneuerbare Stromquellen umsteigen.



“Better Materials”

- “Made with better materials”
- “100% recycled tin in the solder of the main logic boards and power adapter”

“Um zu zeigen, dass 100% recyceltes Zinn genauso gut ist, wie neu gewonnenes, haben wir es getestet und im Lötmedium in der Hauptplatine unserer beliebtesten Produkte eingesetzt.”

Quelle: www.apple.com/de/environment

Öko-Bilanz von Zinn-Recycling

Tin Recovery Method	Energy Requirement (MJ/kg Sn)	Carbon Footprint (t CO ₂ / t SN)
Primary production of tin	18,2*	2,18***
Secondary production of tin from scrap	0,2**	0,024****

*based on data schon but recalculated at 35% plant efficiency

** theoretical minimum requirement to melt assuming furnace efficiency of 50%

***based on emissions of 0,12 CO₂ /MJ, as found in processes with similar chemistry

****based on melting recovery using UK average electricity emission factor to estimate CO₂-emissions



Energie:

Nur knapp 1% der Energie, die für die Gewinnung von Zinn aus Erzen notwendig ist, wird für das Recycling von Zinnabfällen benötigt.



CO₂-Fußabdruck:

Weniger als 1% Emissionen vom Gesamtkohlendioxid beim Zinnrecycling gegenüber Zinn aus Erzen

Das Rezyklat
hat dieselbe
Qualität!

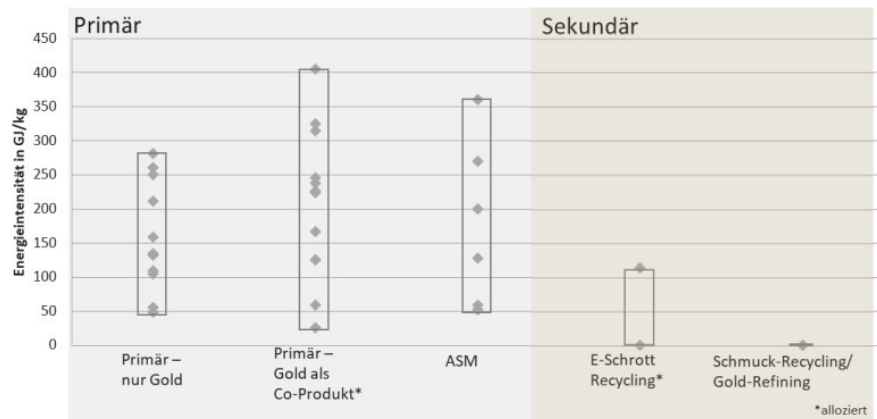
Öko-Bilanz von Gold-Recycling

Energieverbrauch Goldgewinnung

HS PF 

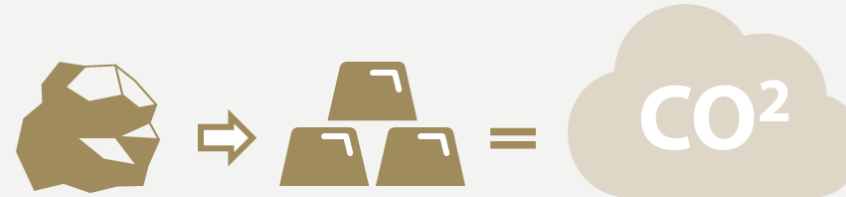
Energiedaten, ohne Vorketten

Goldgewinnung primär/sekundär

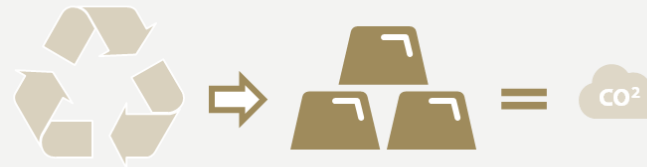


Quelle: Nachhaltigkeits- und Geschäftsberichte Goldbergbauunternehmen und Goldscheideanstalten; E-Schrott: Ecoinvent, Dell LCA

HS PF 



1kg Gold aus Erzen = 16 Tonnen CO₂



1kg Gold aus Recycling = 53 Tonnen CO₂

Die Belastung sinkt im Vergleich zur Minenproduktion um rund das 300-Fache!

Das Rezyklat hat dieselbe Qualität!

Enormes Einsparpotenzial durch sekundäre Ressourcen

- Primärmaterial hat einen deutlich höheren Fußabdruck als das Sekundärmaterial
- zwischen 20 und 80 % Einsparpotential der Emissionen

	Zinn	Kupfer	Silber	Blei	Einheit
Sekundärmaterial (MTM Ruhrzinn)	3.254,09	1.026,31	1.627,88	3.254,32	kg CO ₂ e/t
Primärmaterial (Ø Werte aus der Literatur)	16.191,00	3.235,22	2.078,80	260.283,27	kg CO ₂ e/t
savings	80	68	22	99	%
	12.936,91	2.208,91	450,92	257.028,95	kg CO ₂ e/t

Quellen: UBA, 2007; TNO, 2009; Wuppertal Institut, 2007; Ecofys, Fraunhofer, Ökoinstitut, 2009; BIR, 2008; Tost et al. 2018; Norgate et al., 2006; Northey, 2013; Rankin, 2012; Rötzer & Schmidt, 2020; BAFA, 2021; Classen et al., 2009; Fernandez, 2019; Mai, 2020



397g
CO₂/km

32.587km



Vorhandener CO₂ - Hebel ohne Investitionskosten

**1 kWh Photovoltaikstrom
= 627g CO₂-Reduktion**

(Quelle: Umweltbundesamt)

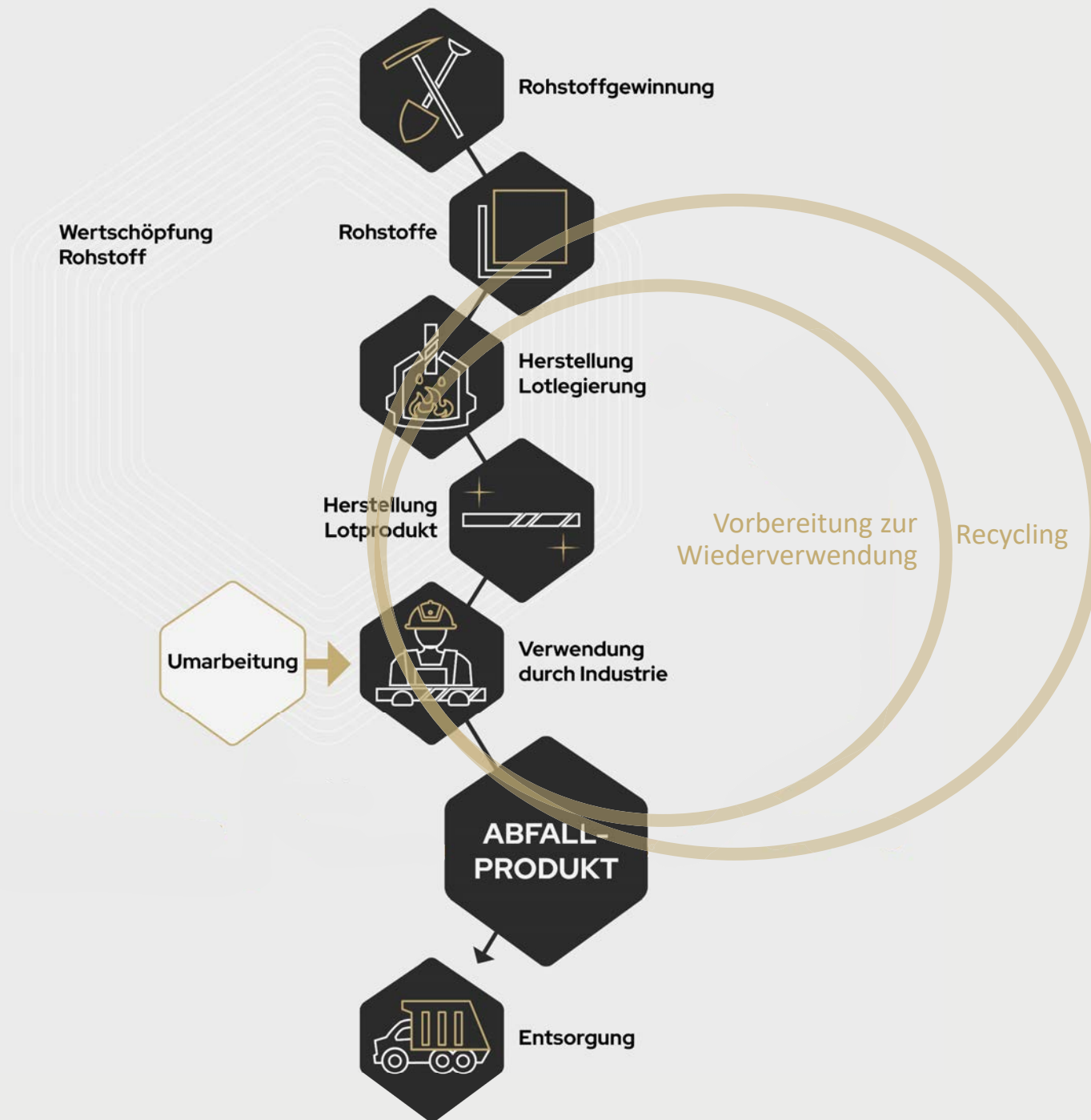
Investitionskosten?

1kg Zinnrecycling

Sn99Cu = 12,83kg CO₂ -Reduktion

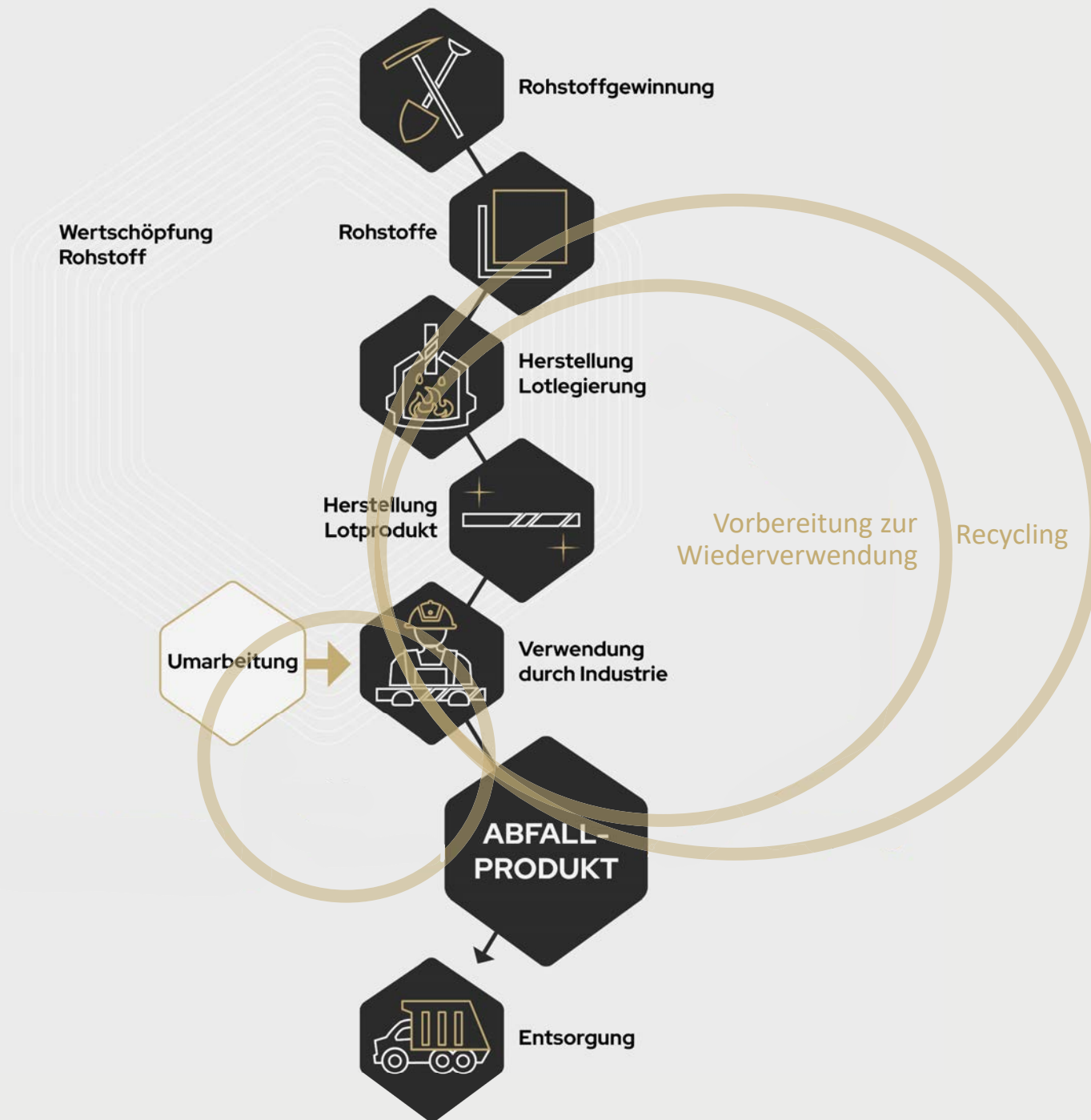
SAC305 = 20,21kg CO₂ -Reduktion





Mehrwert kleinerer Kreisläufe

- Verfügbarkeit
 - Proprietät
 - Rohstoffcashflow
- Energie- und CO₂e Einsparung
- Kosteneinsparung



Herausforderungen kleinerer Kreisläufe

- ISO 9453:2020 = 62 Standardzusammensetzungen für Elektroniklot
- In Produkten denken
- Input = Output (Verunreinigungen!)
- Sensibilisierung Abfallerzeuger?
- Intensive und penible Wareneingangsprüfung

Lotpasten

Konventioneller Recyclingprozess:

- Thermische Behandlung
- Organik wird verbrannt
- Lotpulver wird zu Metallbarren
- Metall wird erneut zu Lotpulver verarbeitet

Neuer Prozess:

- Chemisches Trennverfahren von Lotpulver
- Kein verbrennen von Organik
- Lotpulver bleibt erhalten, kein vernichten von bereits erfolgter Transformation
- CO2 Reduktion durch Energieeinsparung

<https://metallpasten-recycling.de>

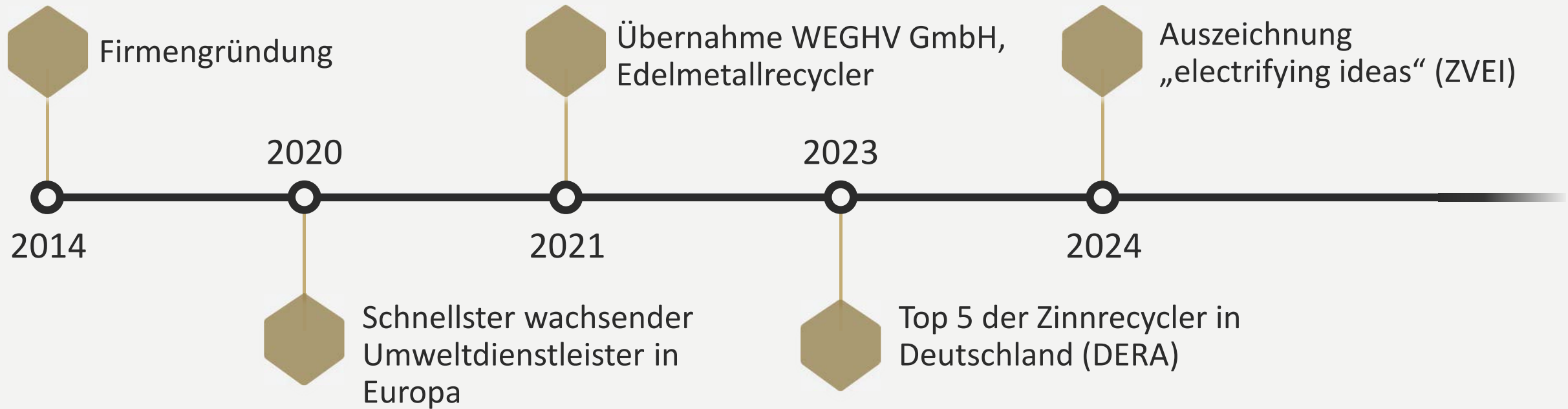
Dieses Projekt wird durch die Europäische Union als Teil der Reaktion der Union auf die COVID-19-Pandemie finanziert.



Ministerium für Wirtschaft,
Industrie, Klimaschutz und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen



Die MTM-Story



Dan Mutschler



Geschäftsführer

MTM Ruhrzinn GmbH
Lüschershofstraße 73
D-45356 Essen

Telefon: +49 201 647 1111 – 50

dm@ruhrzinn.com
www.ruhrzinn.com





greenict.connect²⁴





greenict.connect²⁴



The Electronics business of Merck operates as EMD Electronics in the U.S. and in Canada.

GHG Sustainability in Semi

From Nice to Have, to Have to Have

Green ICT Connect 2024, Berlin

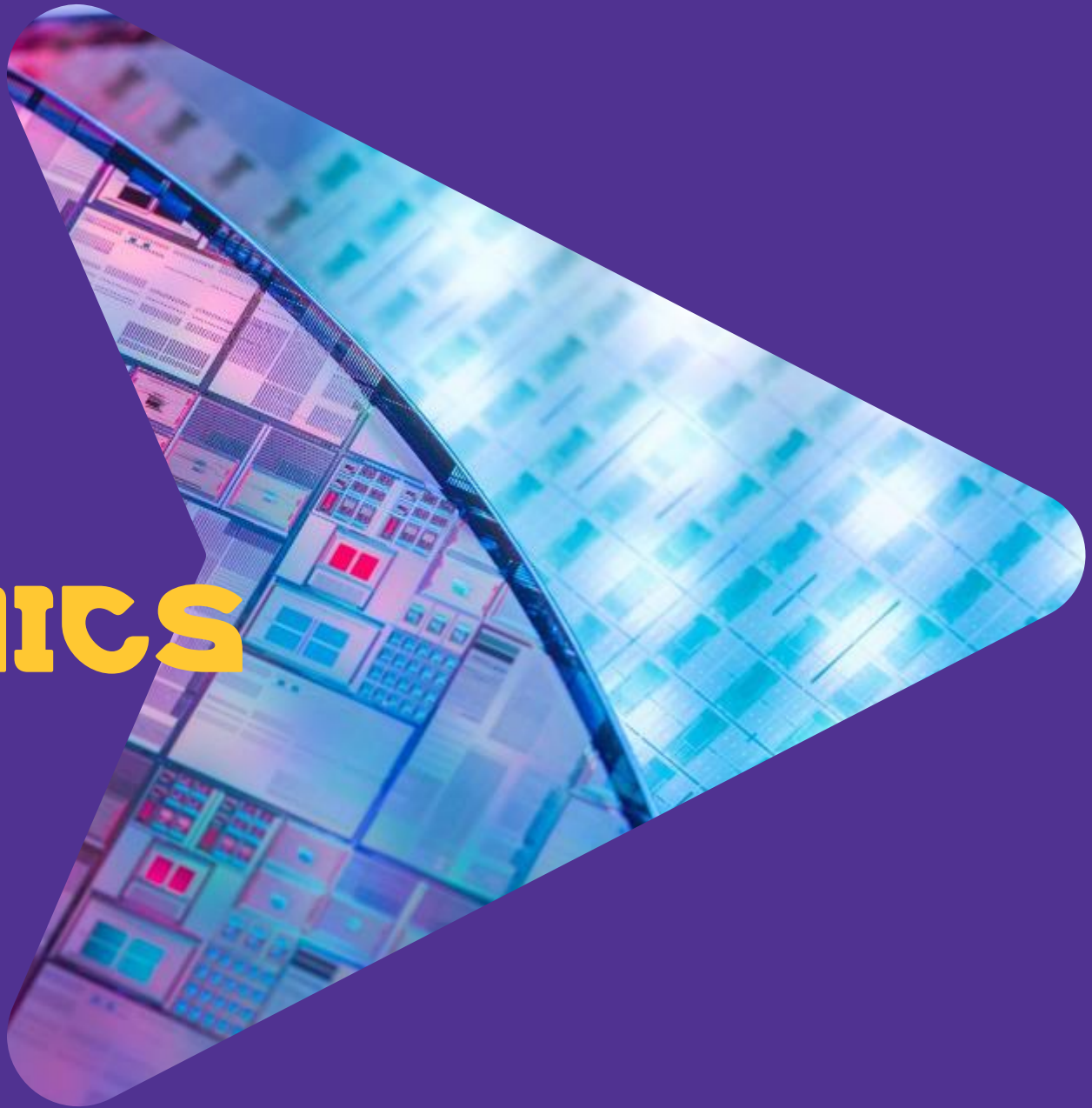
Gottfried Wastlbauer

17 October 2024

gottfried.wastlbauer@merckgroup.com

The Merck logo, featuring the word 'MERCK' in a bold, yellow, sans-serif font.

WE ARE ELECTRONICS



8,200

Employees worldwide



KEY NUMBERS

Electronics
2023

~13,200

Patents or patent
applications*



* Electronics: total number

34

Manufacturing
sites*



* Electronics: total number

3.6

Sales (€ billion)



297

R&D (€ million)



MERCK

We provide innovation-critical materials, services, and equipment for both the Semiconductor and Display industries



Thin Films*

- A leading portfolio of thin film materials and related deposition processes
- Capability to solve complex integration challenges on atomic level



Formulations*

- High-performance materials for optimum wafer results
- Set a new standard in chemical mechanical planarization and pattern transfer performance



Specialty Gases*

- High-purity specialty gases for semiconductor manufacturing
- Customized solutions to empower our customers with speed and efficiency



DS&S*

- Safe delivery and storage of specialty chemicals and gases
- System design for fab building
- Onsite expertise and management of gas and chemical supplies with highly trained technicians



Display Solutions

- Next generation material solutions that revolutionize key interfaces between humans and electronics devices
- Connects the intelligence inside devices with human experience



Surface Solutions

- Broad portfolio of pigments and active ingredients to drive value in the Automotive, Cosmetic and Industrial industries
- Helps redefine the use of color in modern living

* Combined for financial reporting and reported as Semiconductor Solutions

Questions for Today:
Earth running off a Cliff?
Semi Industry at fault?
Are We Impacted?
Way Forward?



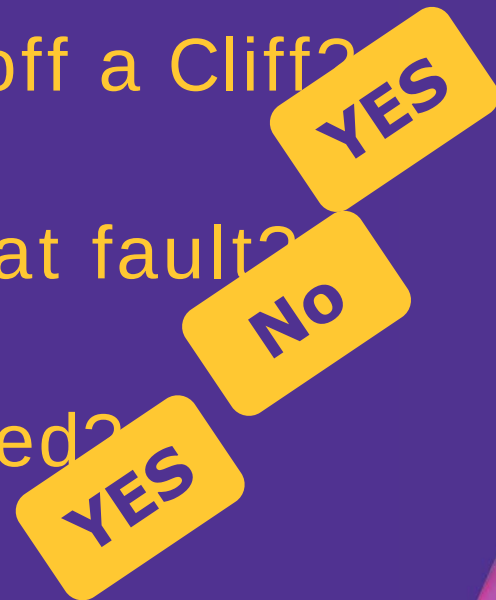
Questions for Today:

Earth running off a Cliff?

Semi Industry at fault?

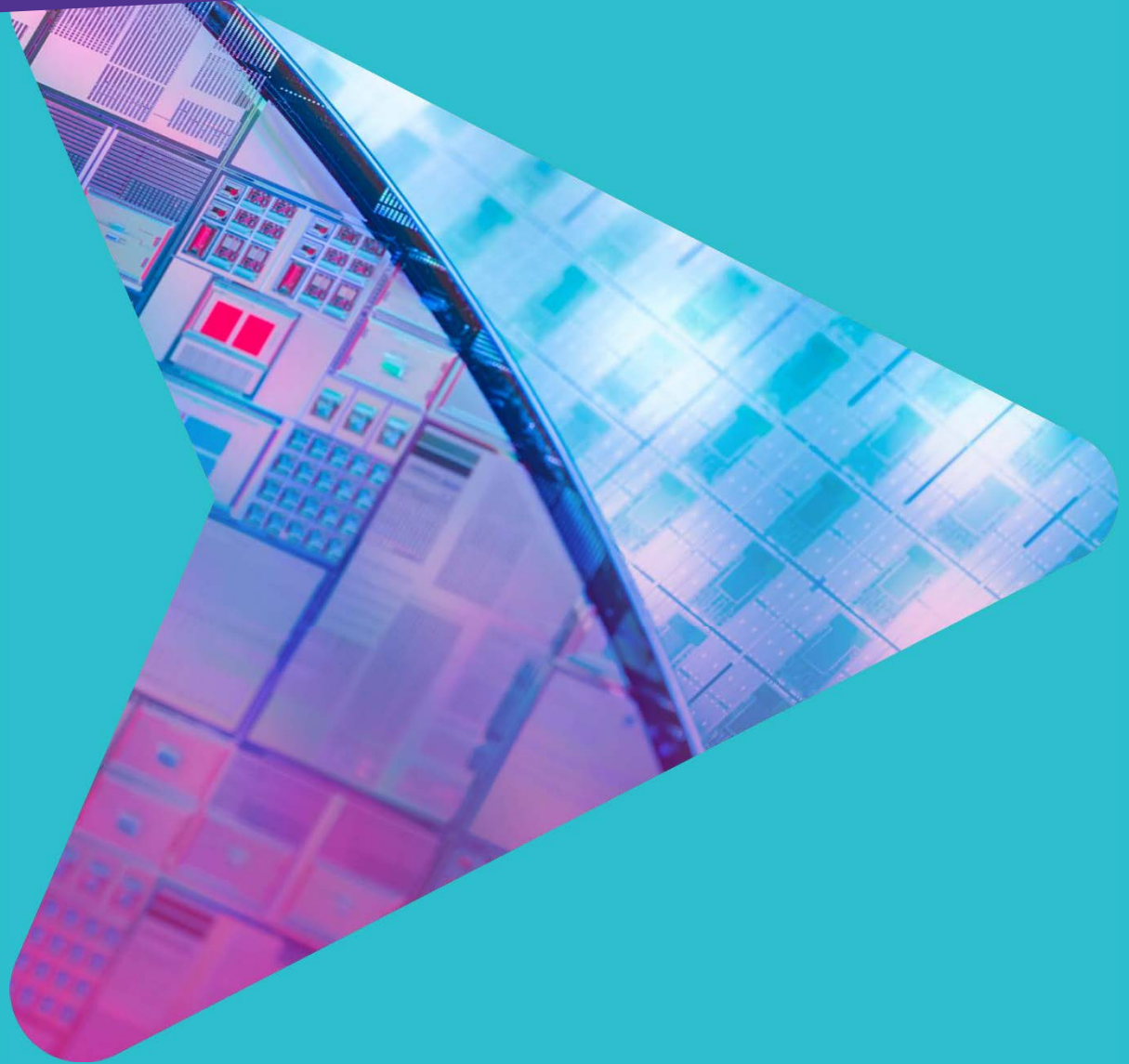
Are We Impacted?

Way Forward?



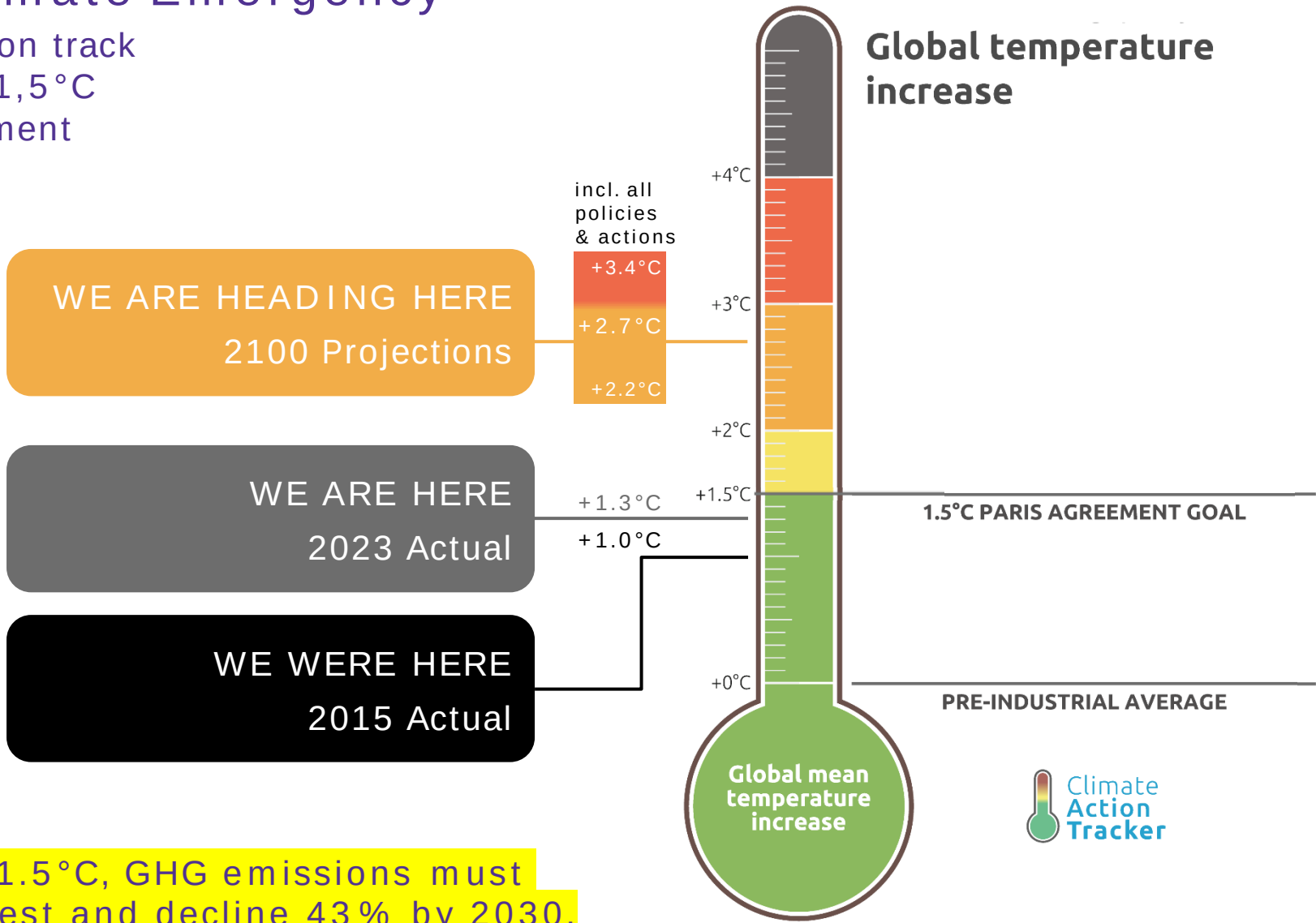
Is the EARTH running off a CLIFF?

GLOBAL Emissions Problem



World is facing a Climate Emergency

Climate Inaction has put us on track for Global Warming 2X the 1,5°C Safe Limit of the Paris Agreement



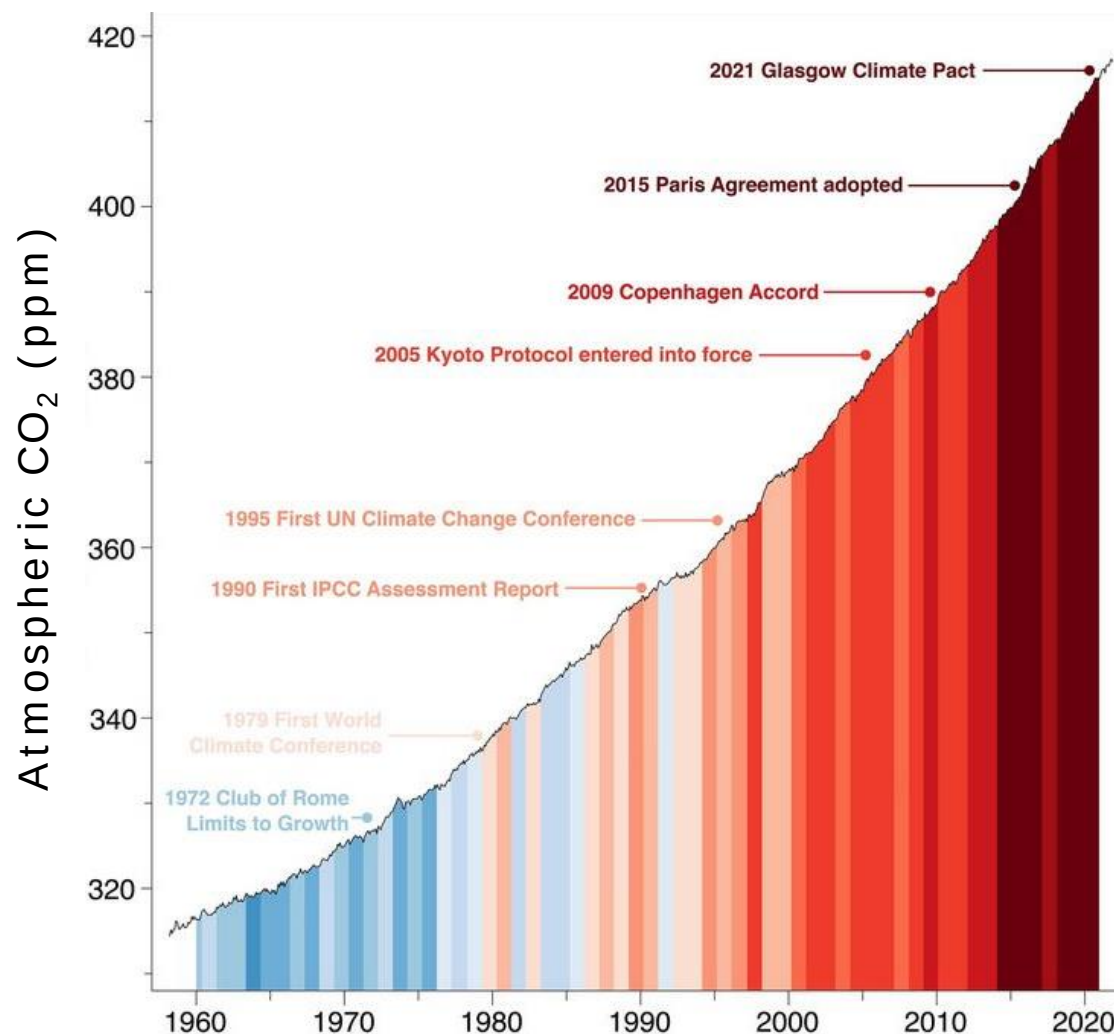
To limit global warming to 1.5°C, GHG emissions must peak before 2025 at the latest and decline 43% by 2030.

<https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>

<https://climateactiontracker.org/>

World is facing a Climate Emergency

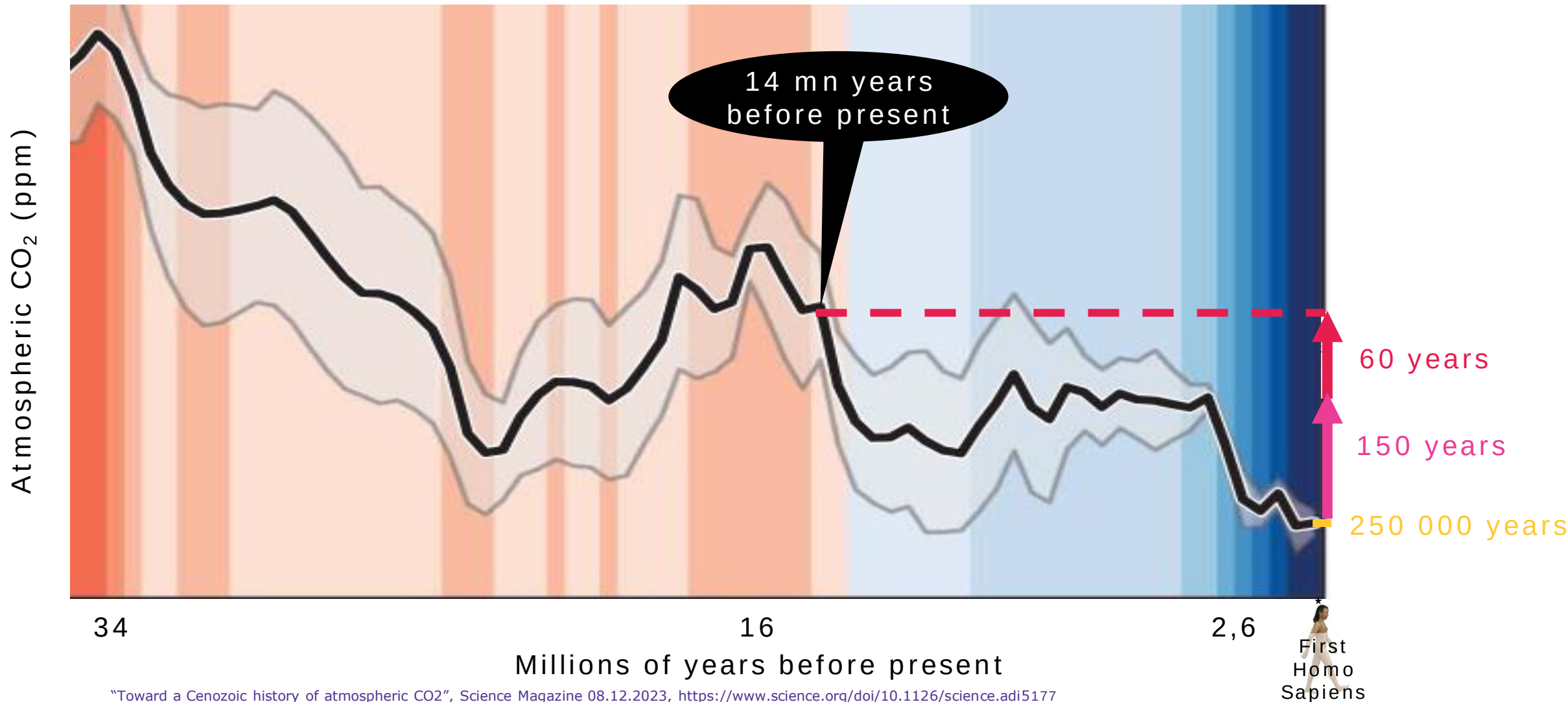
30 % increase in atmospheric CO₂ Concentration in last 60 Years



+ 30 %

Credits: Ed Hawkins (National Centre for Atmospheric Science, University's of Reading), Sustentio

World is facing a Climate Emergency
Current CO2 levels of ~420 PPM were last seen 14 million years ago

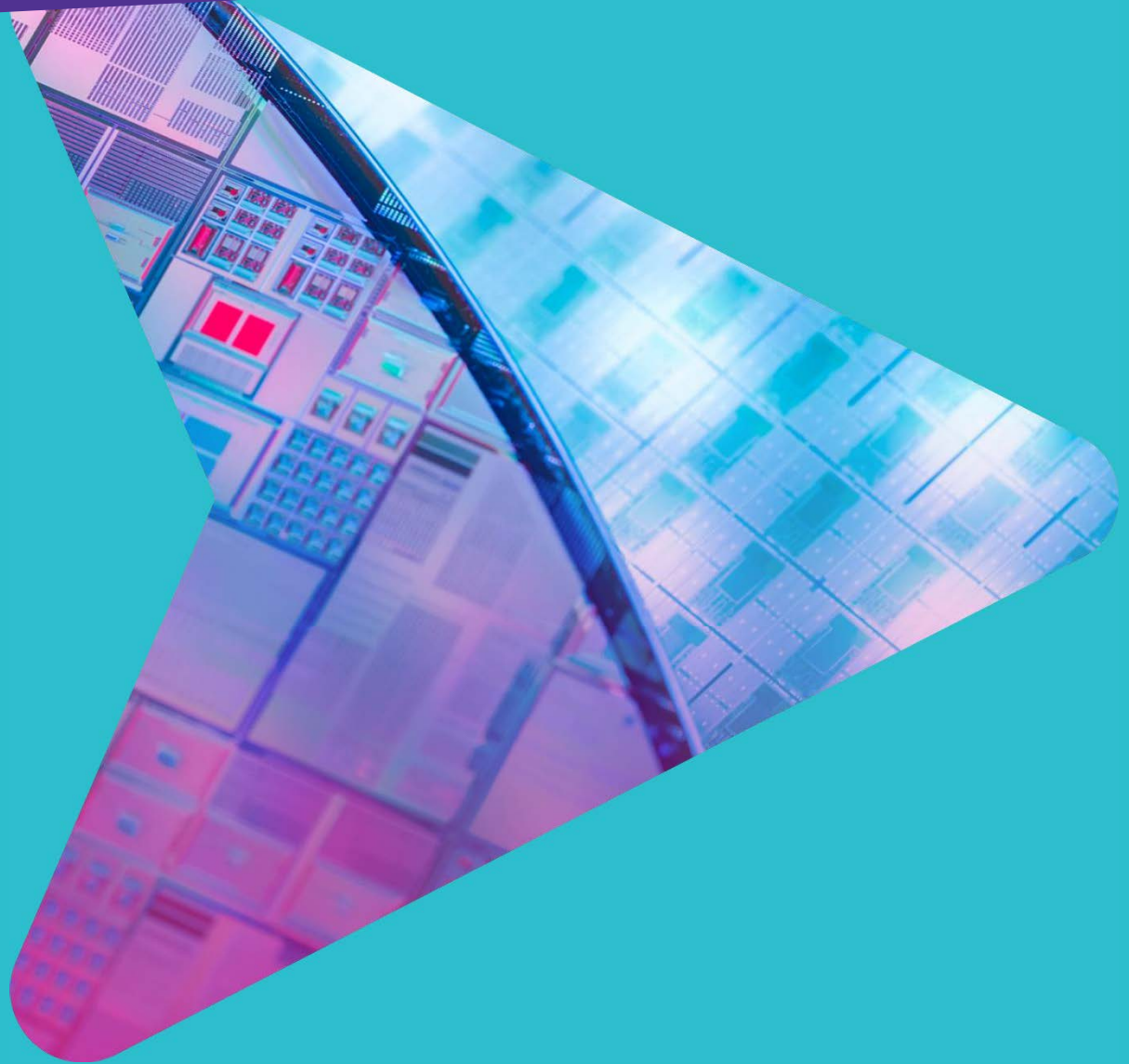


"Toward a Cenozoic history of atmospheric CO₂", Science Magazine 08.12.2023, <https://www.science.org/doi/10.1126/science.adi5177>



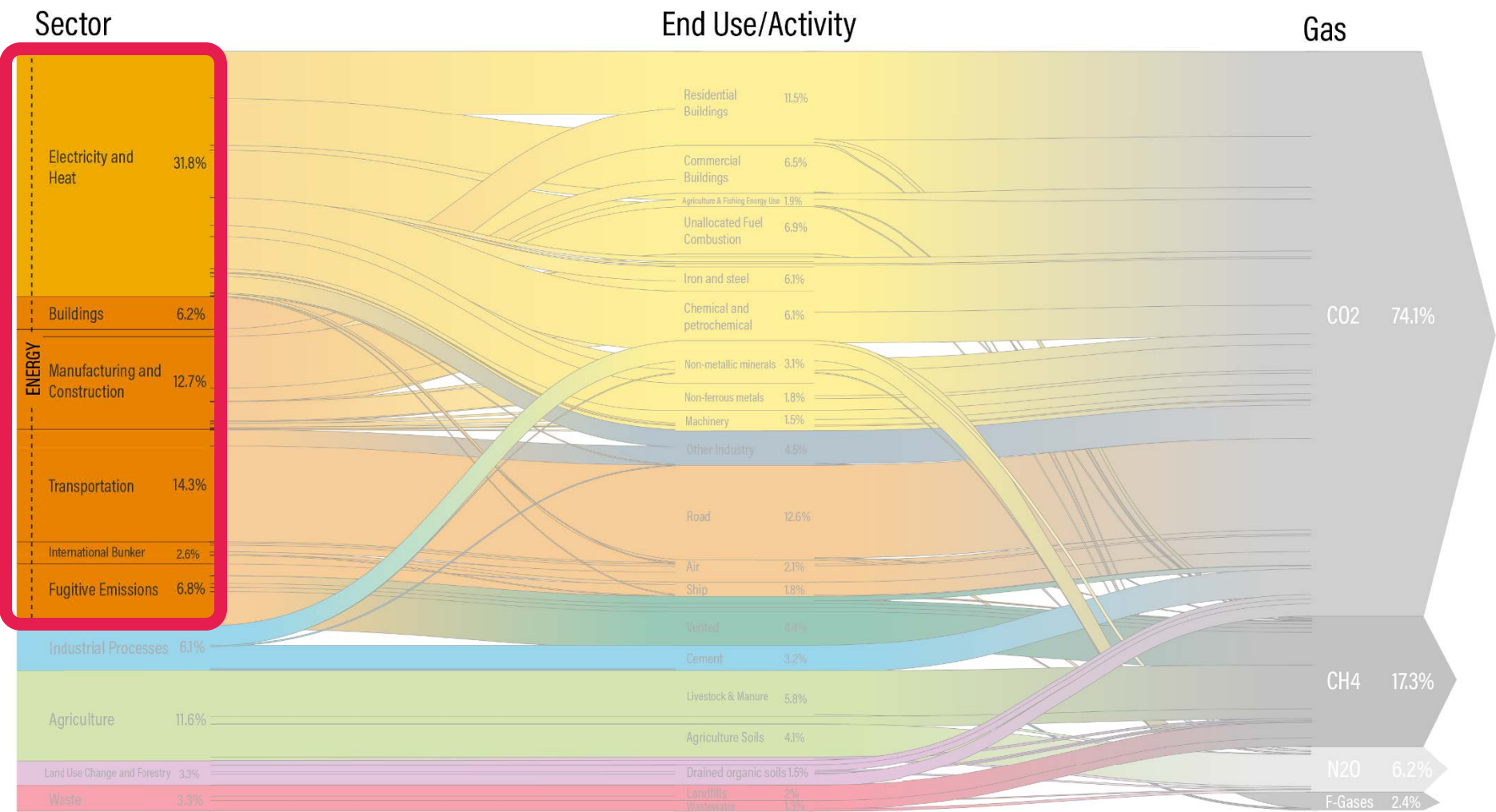
Is the SEMI Industry at FAULT?

SEMI Emissions Problem?



Energy Sector is responsible for Majority of GHG Emissions

World GHG Emissions by Sector/End use/Gas
Total ~50Gt CO2 eq

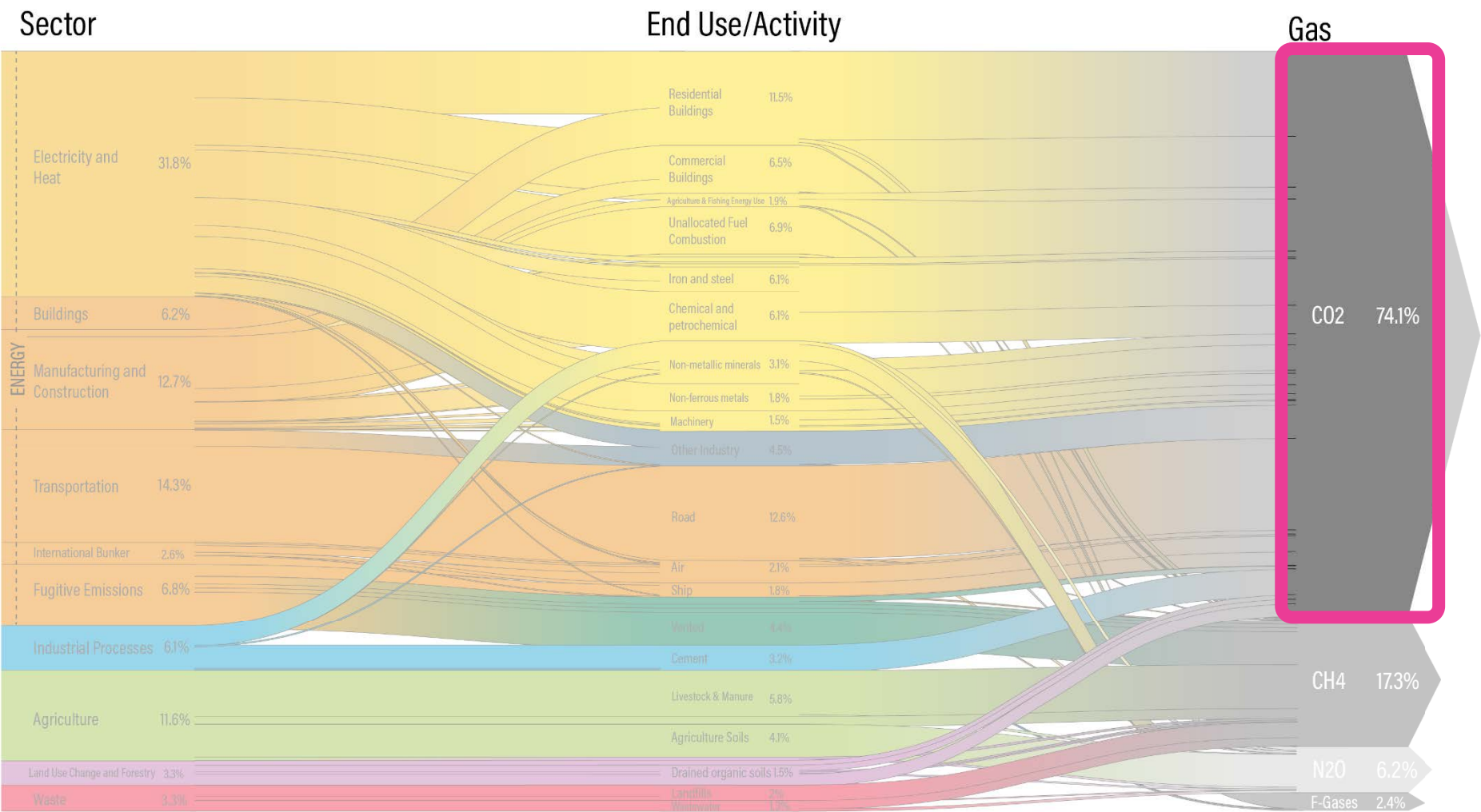


Source: Climate Watch, based on raw data from IEA (2021), GHG Emissions from Fuel Combustion, www.iea.org/statistics; modified by WRI.

 WORLD RESOURCES INSTITUTE

CO2 is the dominant GHG species

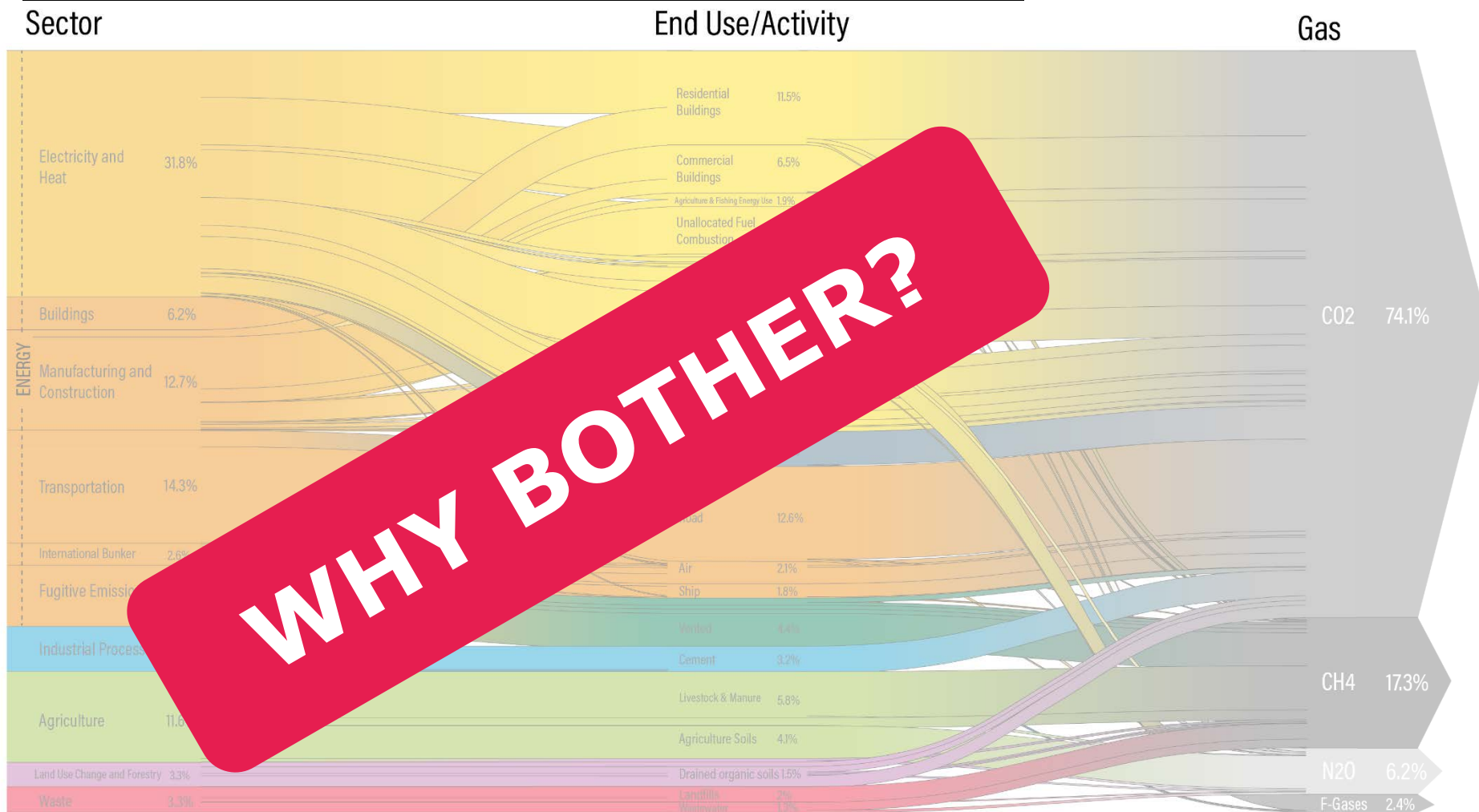
World GHG Emissions by Sector/End use/Gas
Total ~50Gt CO2 eq



Source: Climate Watch, based on raw data from IEA (2021), GHG Emissions from Fuel Combustion, www.iea.org/statistics; modified by WRI.

Total Semiconductor Fab GHG Emissions (~100mn tons CO2eq global) account for only ~0,2 % of Total World GHG Emissions!

World GHG Emissions by Sector/End use/Gas
Total ~50Gt CO2 eq



– Semi Fab ~0,2 %

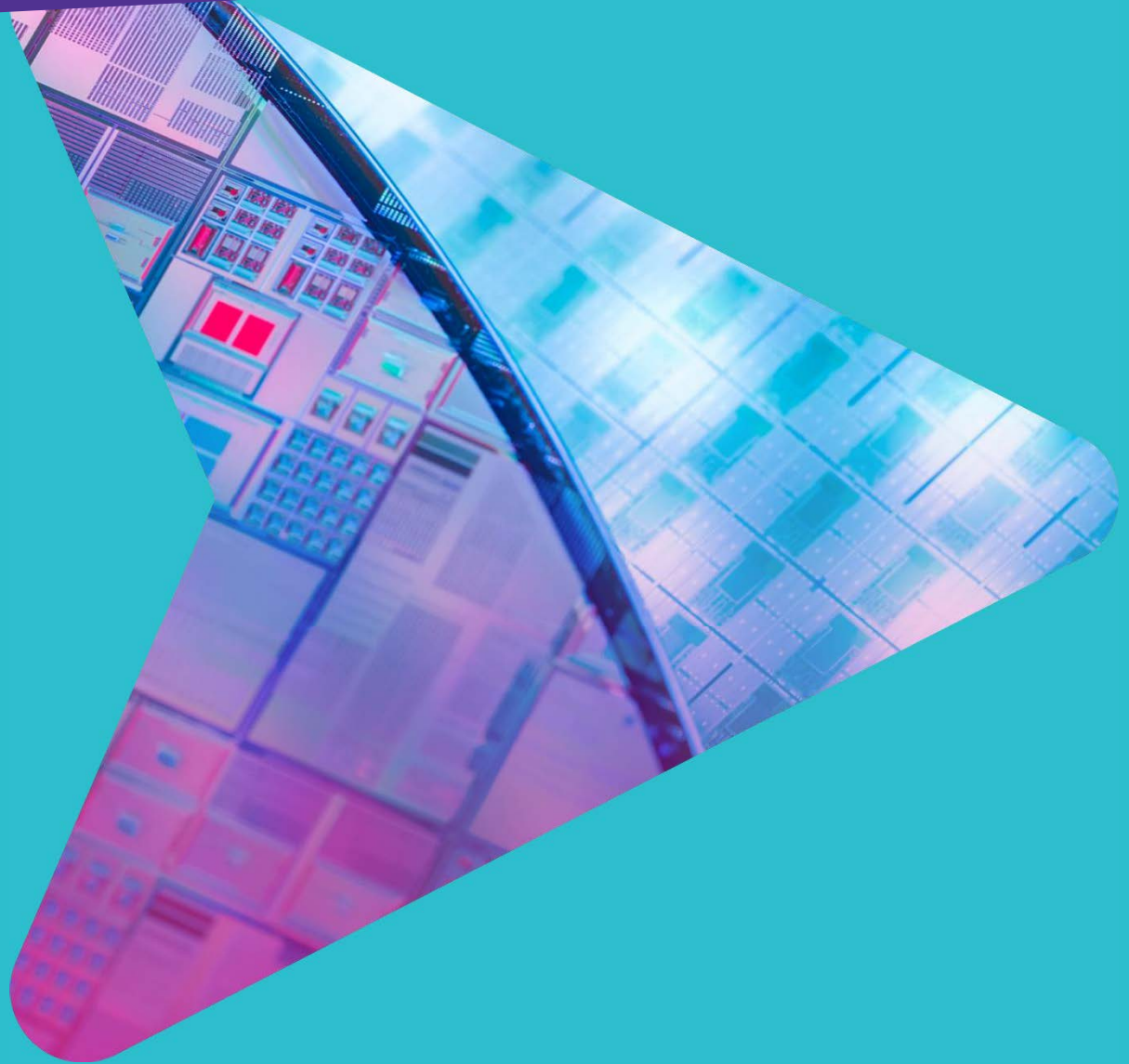
Source: Climate Watch, based on raw data from IEA (2021), GHG Emissions from Fuel Combustion, www.iea.org/statistics; modified by WRI.

WORLD RESOURCES INSTITUTE

MERCK

Are we impacted?

1) Regulation Carbon Pricing



NEA | Carbon Tax

nea.gov.sg/our-services/climate-change-energy-efficiency/climate-change/carbon-tax

National Environment Agency
Safeguard · Nurture · Cherish

OUR SERVICES ▾ WHO WE ARE ▾ PROGRAMMES & GRANTS ▾

Follow us on:       

The legislative amendments will come into effect on 1 January 2024.

Carbon Tax Rates

The carbon tax is applied to all industrial facilities with an annual direct GHG emissions of 25,000 tonne of carbon dioxide equivalent (tCO₂e).

The initial carbon tax rate was set at \$5 per tonne for 2019 to 2023, to provide a transition period for businesses to adjust. The carbon tax rates will be raised to: -

- \$25 per tonne in 2024 and 2025
- \$45 per tonne in 2026 and 2027
- with a view of reaching \$50 to \$80 per tonne by 2030

The carbon tax revenue collected are used to support decarbonisation efforts, the transition to a green economy, and to cushion the impact on businesses and households.

International Carbon Credits (ICC)

From 2024, taxable facilities will be allowed to use high quality ICC to offset up to 5% of their taxable emissions. Details on the ICC eligibility can be found at [Singapore's Carbon Market Cooperation Website](#).

Taxable facilities can refer to the Guidance Document ([download](#)) on the administrative processes under the ICC Framework. It covers the Eligibility Criteria of ICC, steps on sourcing and procuring eligible ICC, and steps on surrendering the ICC to NEA for the payment of carbon tax under the Carbon Pricing Act.

NEA | Carbon Tax

nea.gov.sg/our-services/climate-change-energy-efficiency/climate-change/carbon-tax

National Environment Agency
Safeguard · Nurture · Cherish

OUR SERVICES ▾ WHO WE ARE ▾ PROGRAMMES & GRANTS ▾

Follow us on:       

Regulated GHG Emissions

The greenhouse gases (GHGs) covered under the CPA are:

- Carbon dioxide (CO₂)
- Methane (CH₄)
- Nitrous oxide (N₂O)
- Sulphur hexafluoride (SF₆)
- Nitrogen trifluoride (NF₃)
- Hydrofluorocarbons (HFCs); and
- Perfluorocarbons (PFCs)

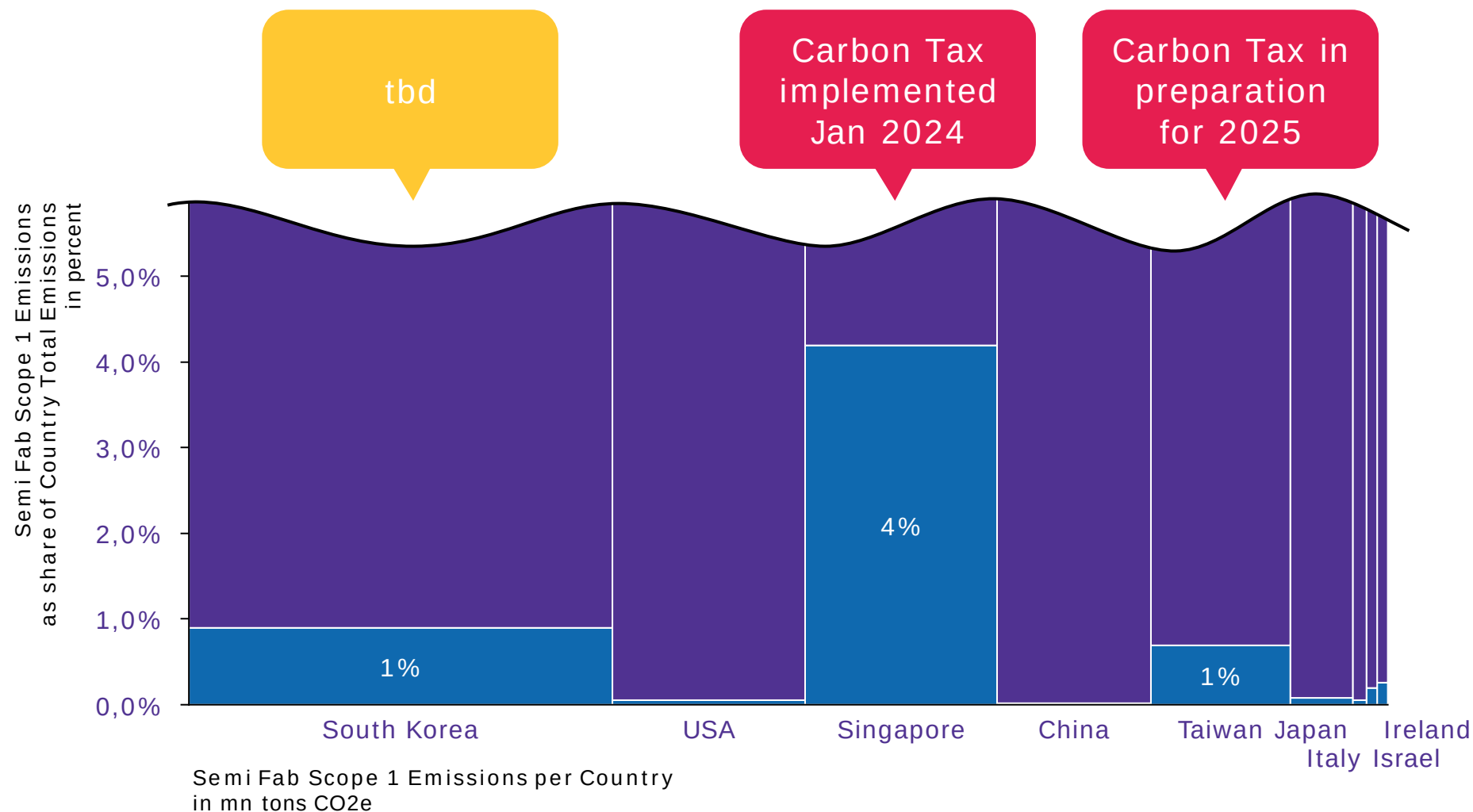
Please click [here](#) to view the full list of HFCs and PFCs covered under CPA.

GHG emissions directly released into the atmosphere (i.e. Scope 1 Emissions) from both fuel combustion and Industrial Processes and Product Use (IPPU) activities within the business facility, are to be measured and reported in accordance with the Measurement & Reporting (M&R) requirements.

<https://www.nea.gov.sg/our-services/climate-change-energy-efficiency/climate-change/carbon-tax>

Carbon Pricing

Taiwan in preparation for Singapore style Carbon Taxation from 2025



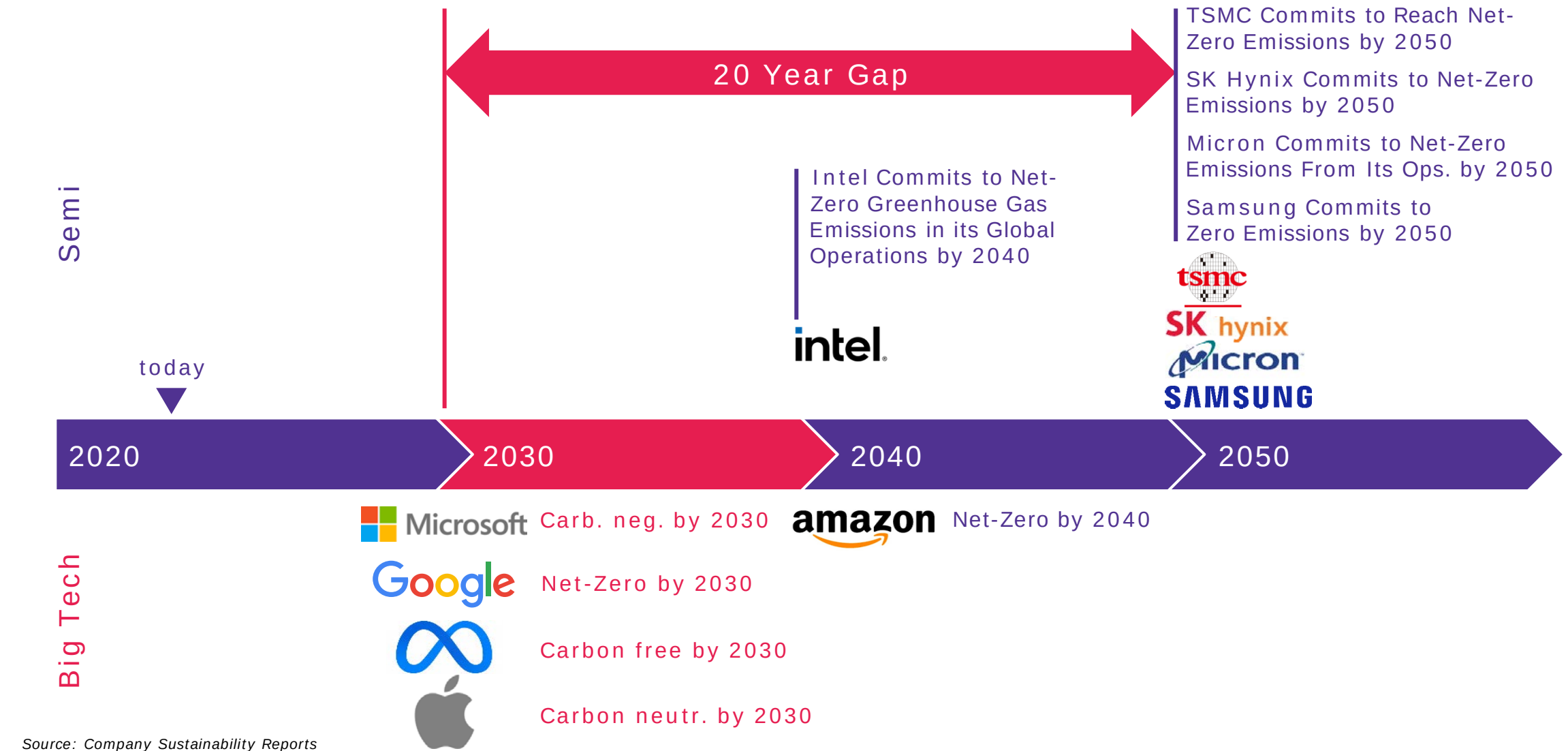
Source: 2022 Emissions as disclosed in the respective company CDP Climate Change Questionnaires

Are we impacted?

2) Customer Pressure
Big Tech
Net Zero
Targets



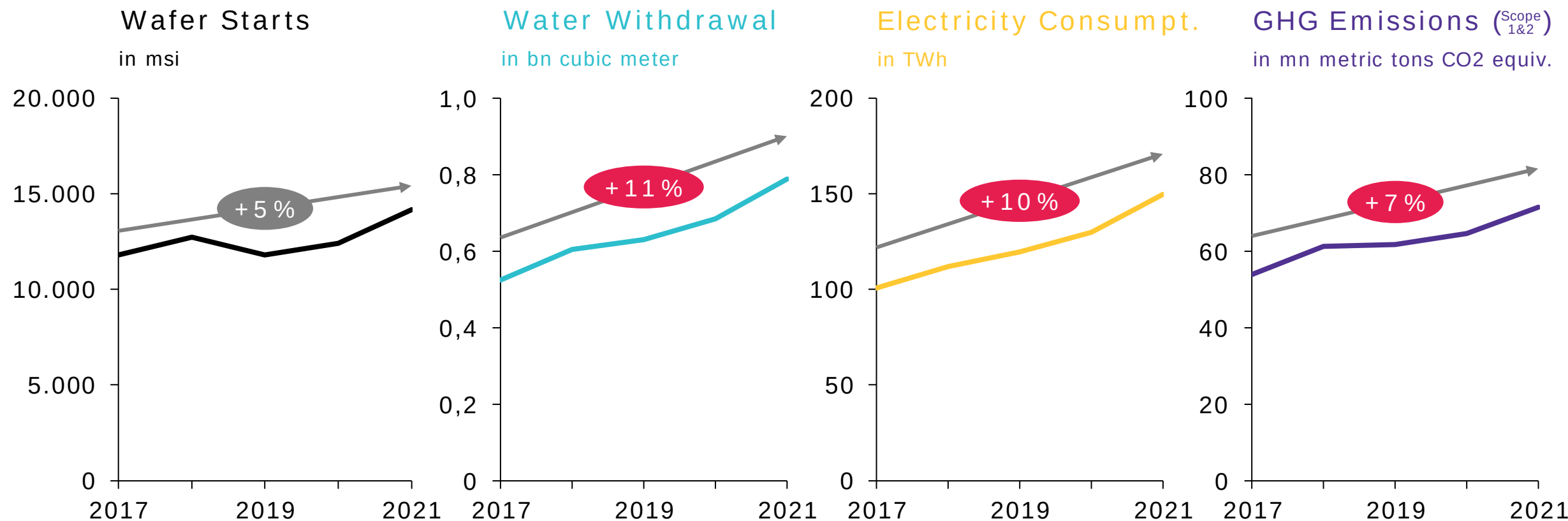
Semi Net Zero Timing (2050) clearly misaligned with the aggressive Net Zero Timelines of Big Tech Hyperscalers (2030)



Source: Company Sustainability Reports

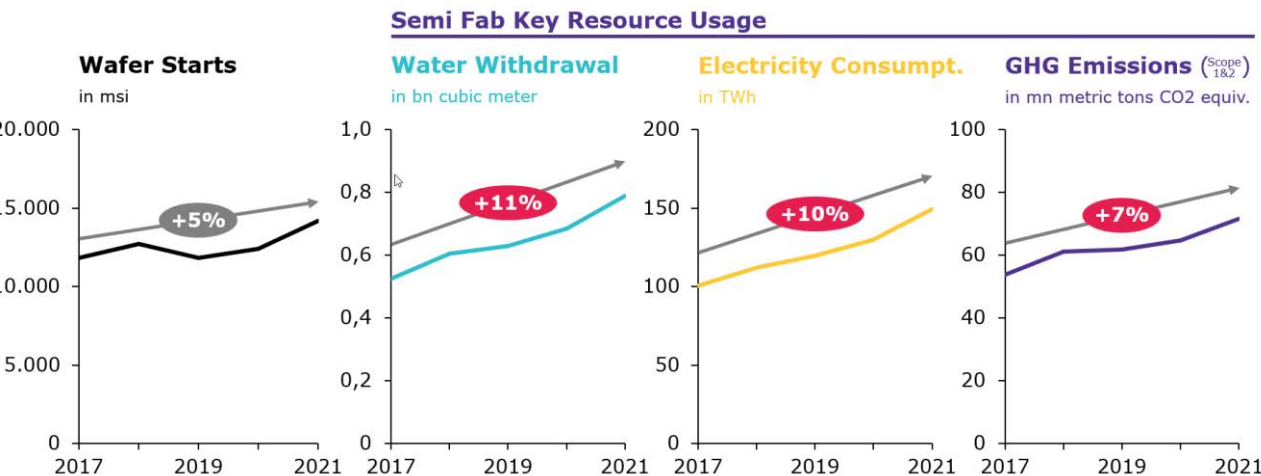
Semi Industry Resource Usage has already been on a Steady Uptrend for Many Years

Semi Fab Key Resource Usage



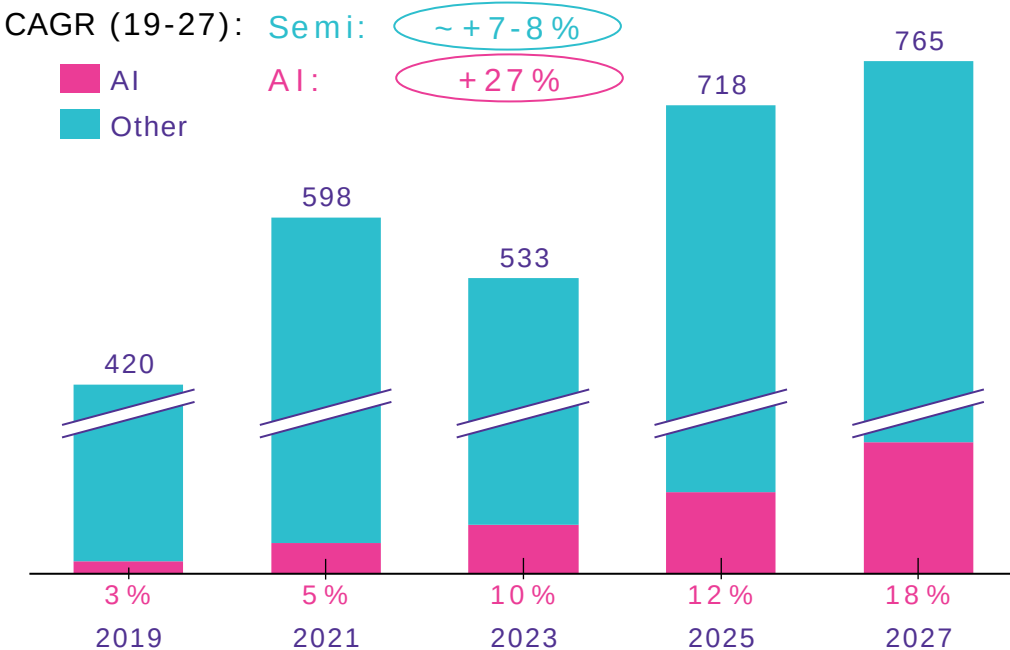
Sources:
Environmental data and facts in the semiconductor manufacturing industry, Elsevier - Water Cycle, 4 (2023) 47-54 → based on data published by the 28 main semi manufacturing corporations
Global Greenhouse Gas Emissions: IEA International Energy Agency - Energy Review: CO2 Emissions in 2021
Global Electricity Consumption: US Energy Information Administration - Electricity Net Consumption Data
Global Water Withdrawal: World Bank - World Development Indicators
Wafer Starts: Semi.org
GHG Sustainability in the Semi Industry: From Nice to Have, to Have to Have | Gottfried Wastlbauer | Green ICT Connect 2024

Semi Industry Resource Usage has already been on a Steady Uptrend for Many Years



Sources:
Environmental data and facts in the semiconductor manufacturing industry, Elsevier - Water Cycle, 4 (2023) 47–54 □ based on data published by the 28 main semi manufacturing corporations
Global Greenhouse Gas Emissions: IEA International Energy Agency - Energy Review: CO2 Emissions in 2021
Global Electricity Consumption: US Energy Information Administration - Electricity Net Consumption Data
Global Water Withdrawal: World Bank - World Development Indicators
Wafer Starts: Semi.org

AI segment outpaces the semiconductor market



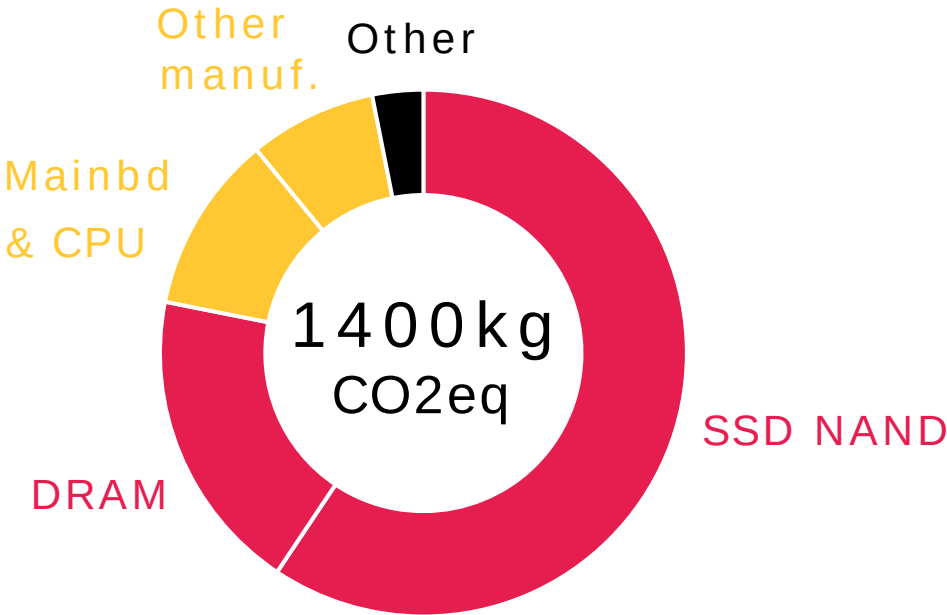
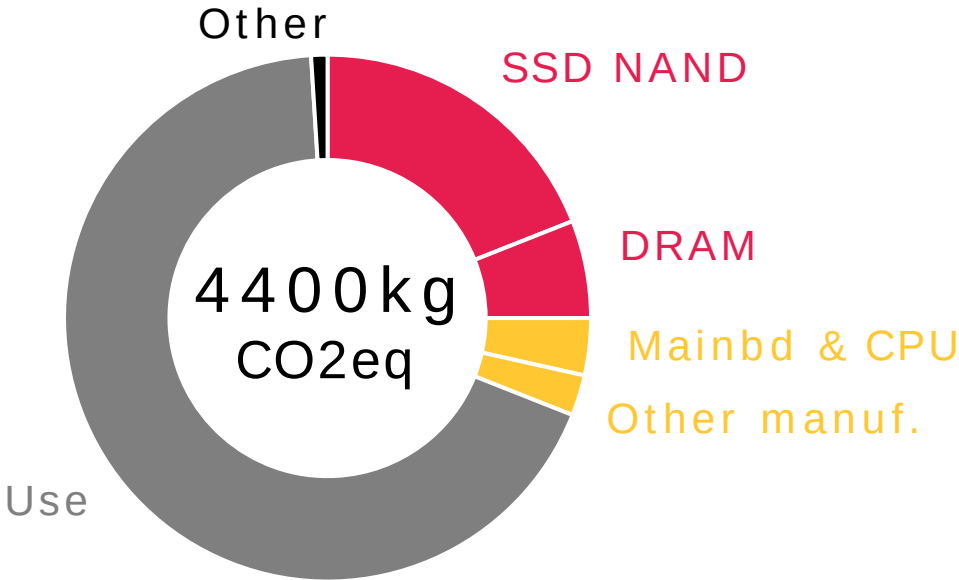
Source: Gartner, H1/2023, revenues from all chips with dedicated AI functionality excluding memory, Generative AI from latest revised July forecast



AI exacerbates Semi Sustainability Issues

Life Cycle Emissions of Typical Cloud Server

Switching Data Centers to Renewable Energy was the „Easy“ Part...



Source: DELL Life Cycle Assessment of Dell Servers R6515 - R7515 - R6525 - R7525

Life Cycle Emissions of Typical Cloud Server

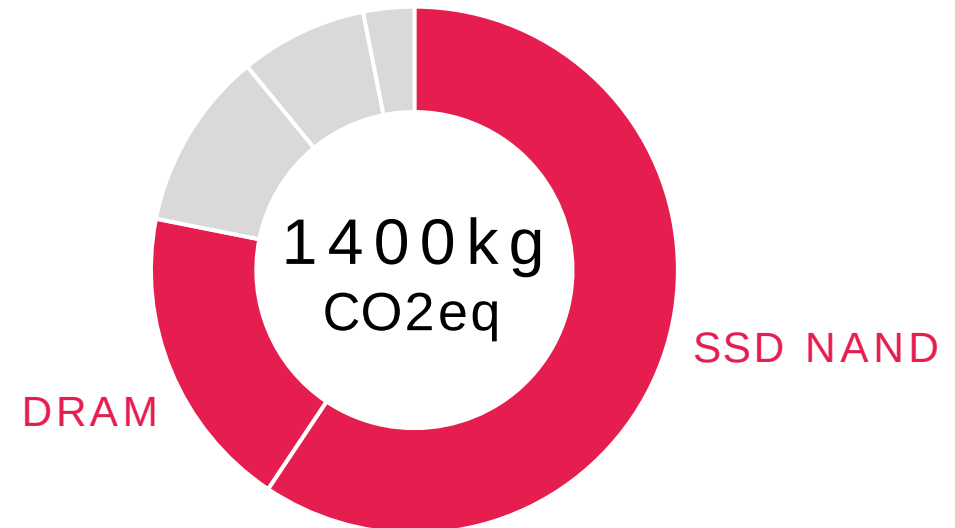
...further Reductions are Much Harder and put **Memory in the Crosshairs**



DELL PowerEdge R6515
in data center running on renewable energy



Emissions from Memory Chip
Production (NAND and DRAM)
account for ~3 / 4 of Carbon
Footprint of Cloud Servers
after switch to renewable energy



Source: DELL Life Cycle Assessment of Dell Servers R6515 - R7515 - R6525 - R7525

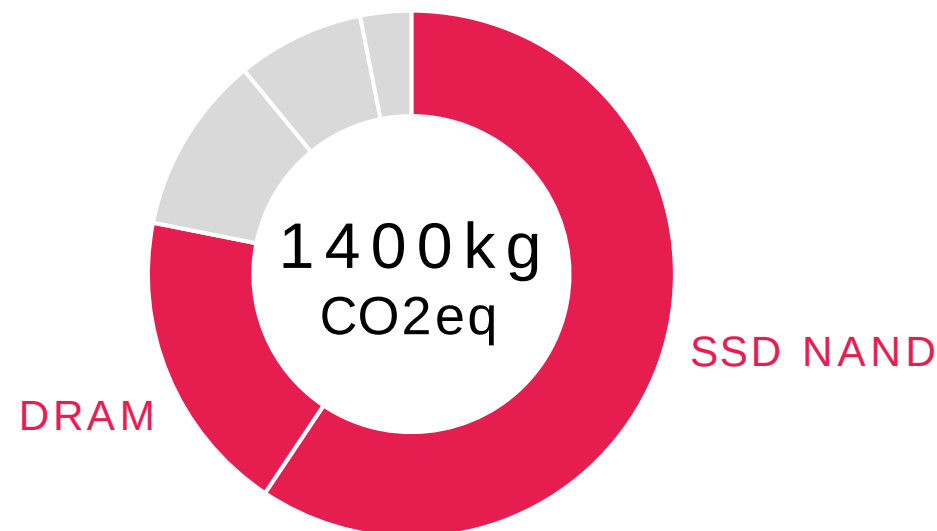
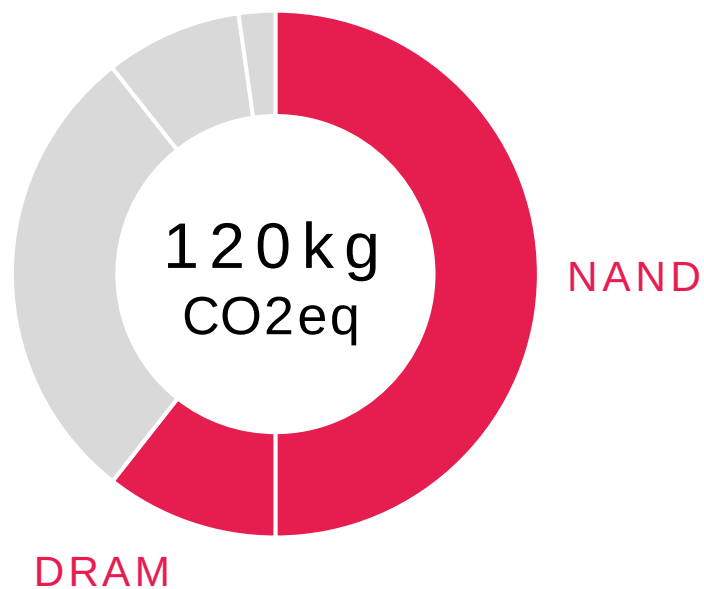
...and Smartphones face a **Similar Memory Emissions Challenge!**



Apple iPhone 14Pro, 1TB



DELL PowerEdge R6515
in data center running on renewable energy

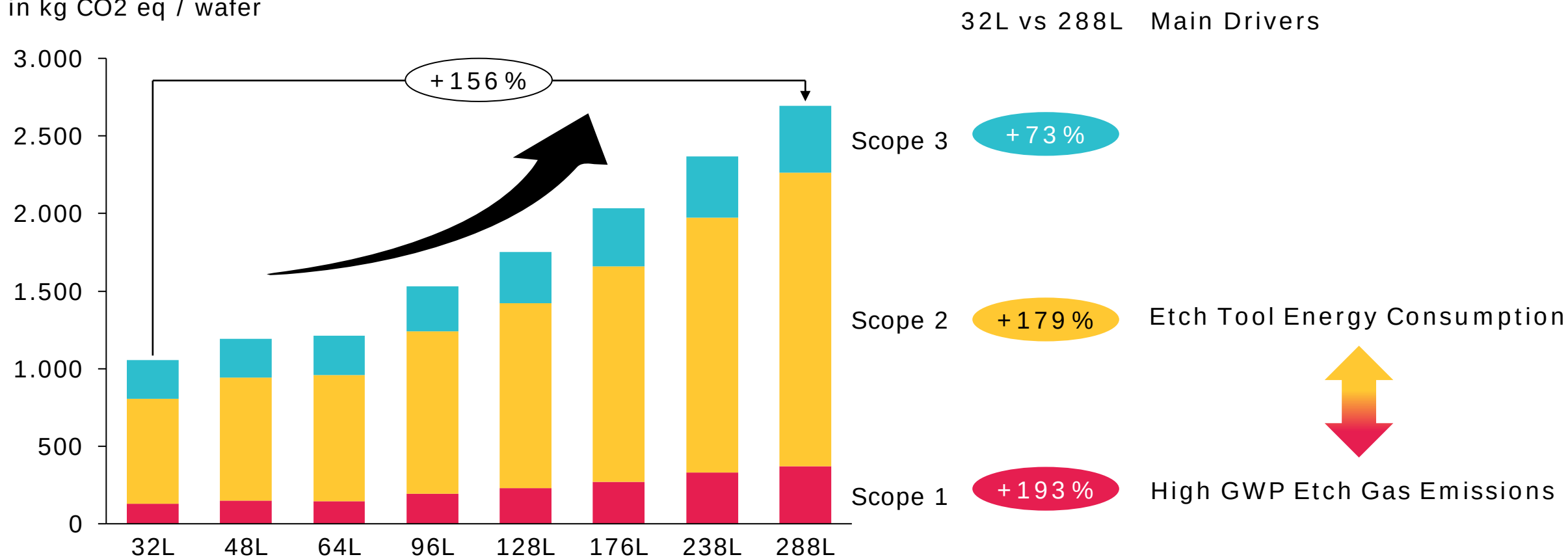


Source: Apple Product Environmental Report iPhone 14Pro

Source: DELL Life Cycle Assessment of Dell Servers R6515 - R7515 - R6525 - R7525

Memory Emissions Problem compounded with each New Generation

NAND Production Emissions
in kg CO2 eq / wafer



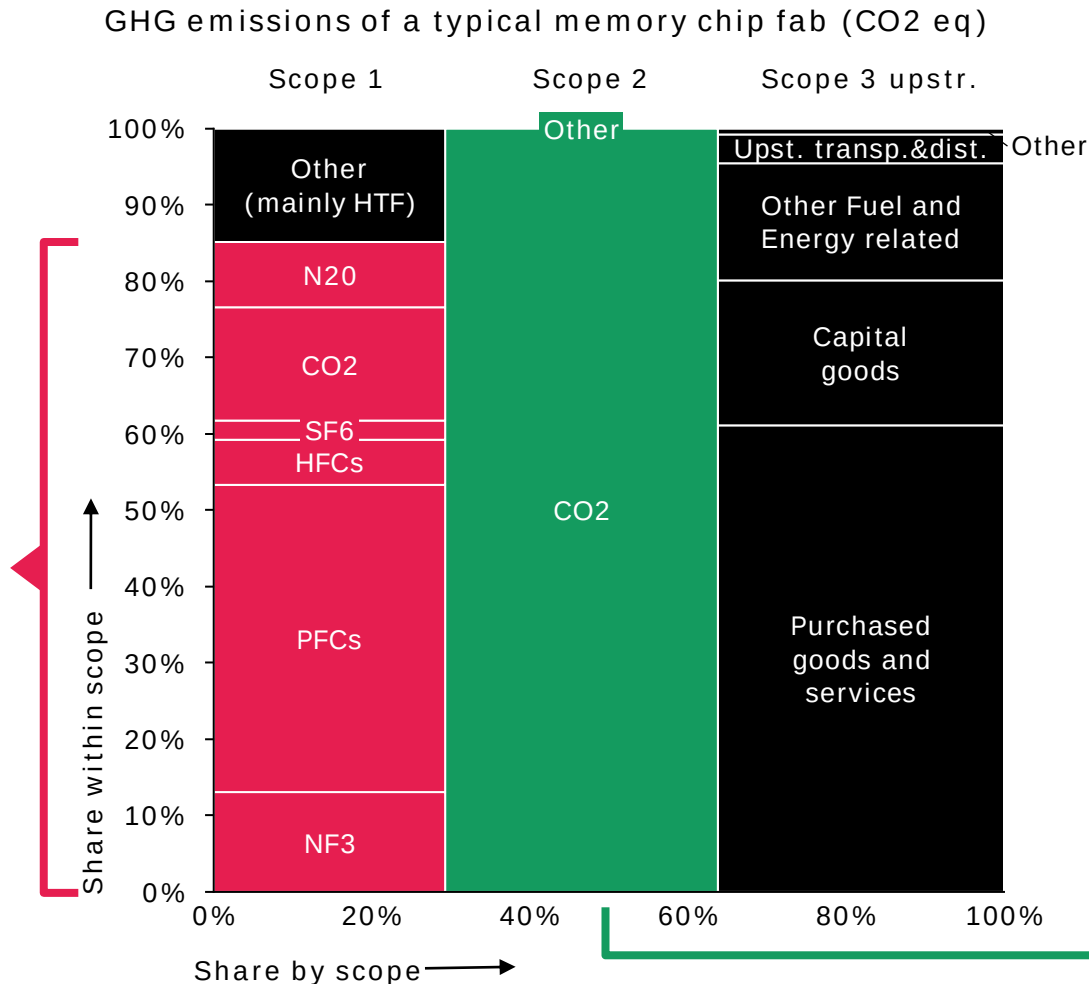
Source: Data generated using imec.netzero v2.0.1, 2023-11-14 the IC chip footprint calculator by imec - as presented by Applied Materials at ELECTRONIC SPECIALTY GASES & SYSTEMS Conf. Nov 2023

Main Drivers of Memory Chip Production Emissions are Process Gases (Scope 1) and Fab Energy Consumption (Scope 2)

Semi Process Gases are both

- Essential for chip production
- Extremely potent GHGs (up to 20.000 times stronger than CO2)

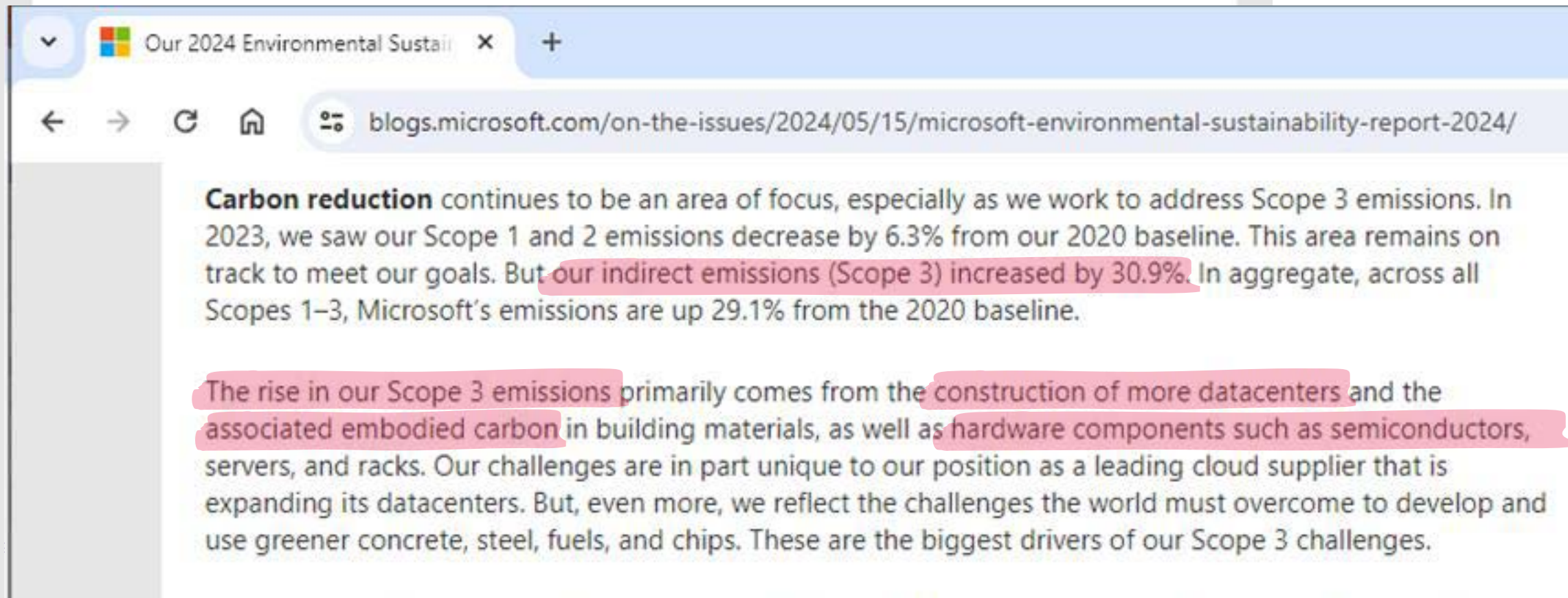
Replacing Process Gases with „greener“ alternatives is a lengthy and expensive undertaking → Industry needs to start now to meet 2030 deadline



Energy related Emissions can be eliminated by switching to Renewable Energy sources

Source: Carbon Disclosure Project (CDP) – Climate Change Questionnaires

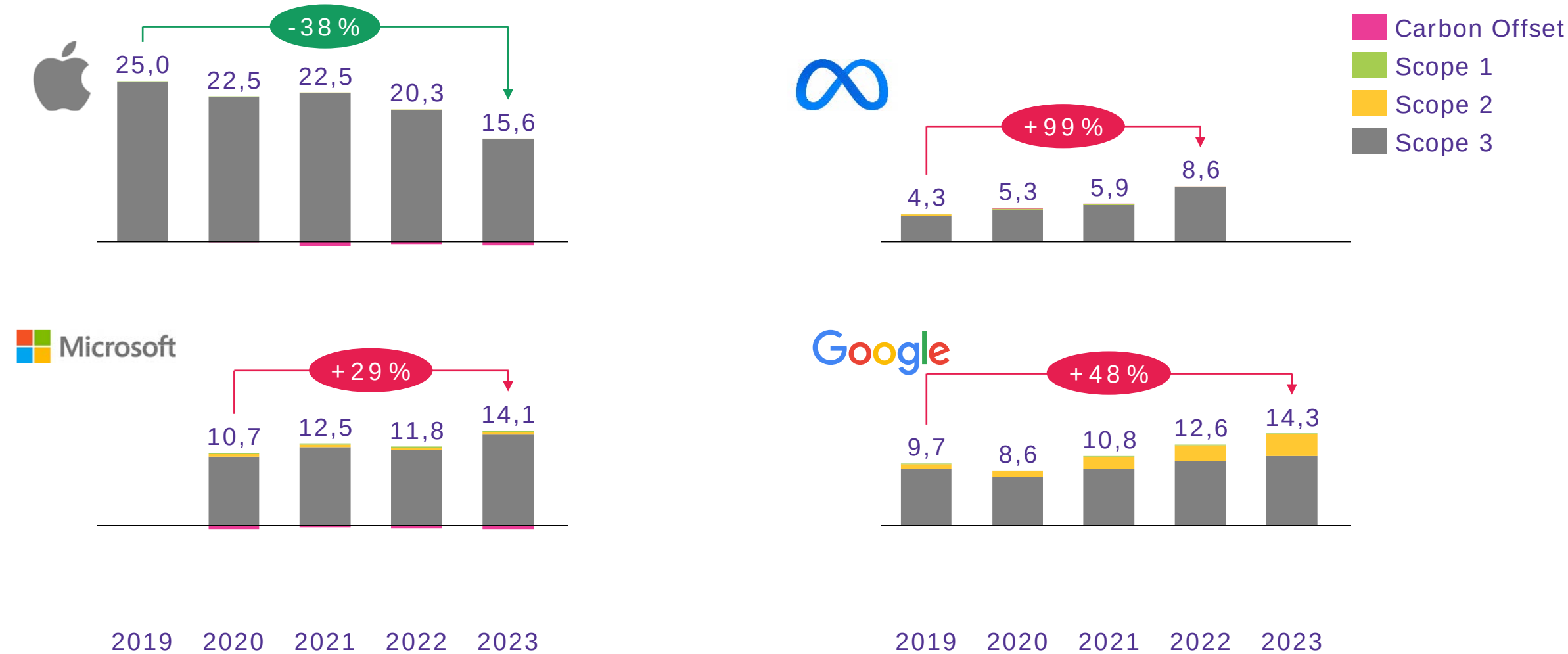
Semi Emissions Key Issue for Big Tech Data Center Build Out



Big Tech Emissions are almost entirely Scope 3

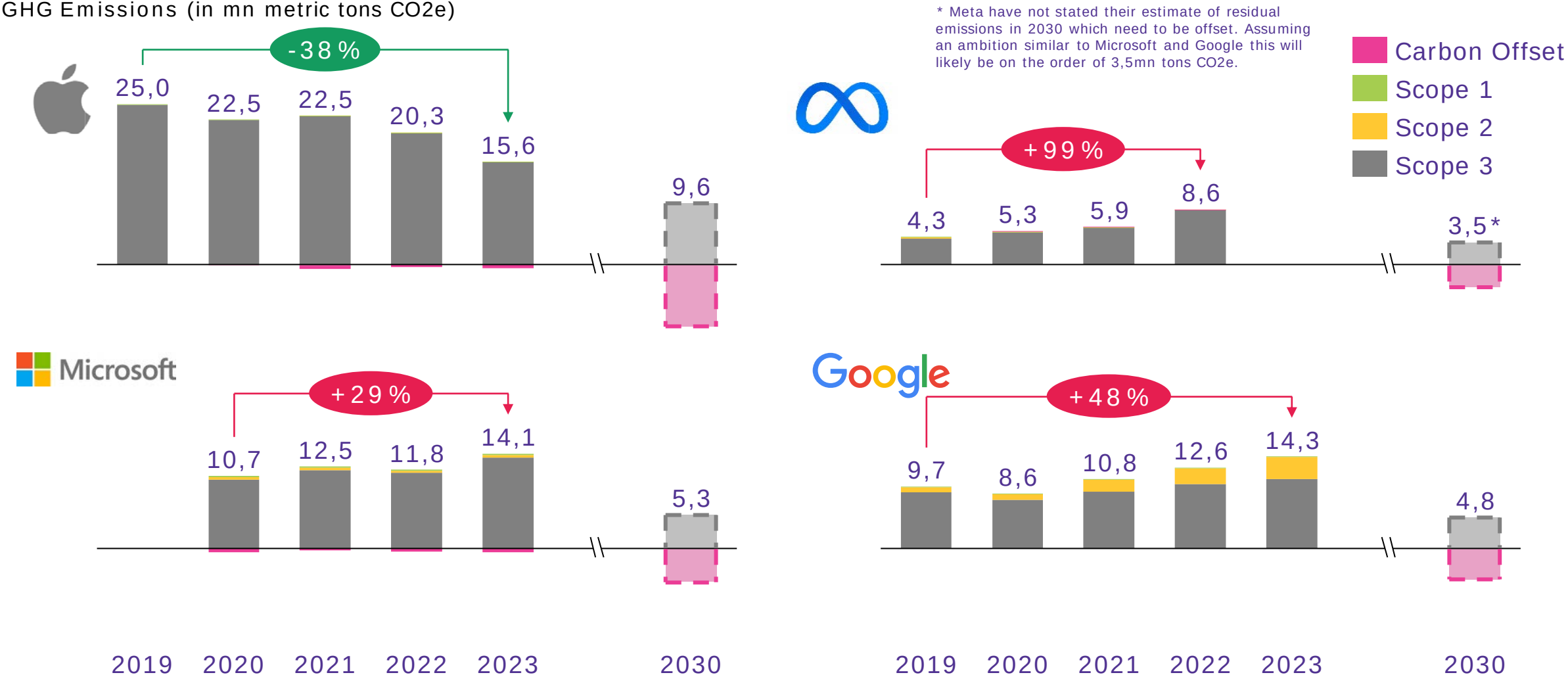
Cloud Build Out at MSFT, GOOG, META has Thwarted Emissions Reduction

GHG Emissions (in mn metric tons CO2e)



...requiring Lots of **Carbon Offsets** to still deliver 2030 Net Zero Ambition

GHG Emissions (in mn metric tons CO2e)



Sources: Apple 2024 Environmental Progress Report, Meta 2023 Sustainability Report, Microsoft 2024 Environmental Sustainability Report, Google Environmental Report 2024



Microsoft-1PointFive DAC deal faces significant scaling challenge

Carbon Dioxide Removal (CDR) solutions, though they may look to achieve their climate goals:

operational cost of 400-630 USD/ton CO₂

- **Cloud hyperscalers are mostly focused on CDR solutions (from tech based to forestry projects), the actual sequestration of CO₂, as opposed to carbon emitting avoidance solutions.** While this is positive given the credibility concerns with avoidance solutions, measurability can still be challenging and costs can still be prohibitively expensive (CDR prices range from <\$50/tonne for afforestation projects to >\$2,000/tonne for Direct Air Capture (DAC) depending on project type, developer, and size of the offtake agreement), limiting the scale of a carbon credit market in the nearterm. That said, we continue to see new partnerships to scale CDRs such as [this](#) recent initiative by Google. Most recently, Microsoft and Occidental Petroleum (OXY | OW | covered by Devin McDermott) [announced](#) that Microsoft would purchase 500,000 DAC credits from OXY's 1PointFive subsidiary over the next six years; [we estimate that Microsoft could be spending at least \\$200-315 million for the credits based on 1PointFive's estimated operational costs](#) per tonne on this transaction alone. This announcement comes on the heels of a number of other offtake agreements by Microsoft into various CDR technologies.
- **Connecting the dots** — we view CDRs as an important tool to buy time ahead of deployment of critical, as-yet-underdeveloped net-zero technologies and believe hyperscalers' intentionality and scale could potentially help catalyze not only the development of net-zero technologies but also that of a more credible carbon market. We see the carbon offset market growing to \$100 billion by 2030 and \$250 billion by 2050 (see: [Global Carbon Markets: How to Think About Carbon Offsets](#)).

Microsoft turns to Occidental to...
theregister.com/2024/07/10/microsoft_occidental_carbon_removal/

SIGN IN / UP The Register

ON-PREM 21

Microsoft tries to clear the air with mountains of CO₂ credits

'Supply chains still powered by coal and gas' scoffs Greenpeace

83 thsd tons pa = 1,5% of what they need by 2030

Wed 10 Jul 2024 // 13:06 UTC

Microsoft has inked a contract with Occidental Petroleum to buy 500,000 metric tons of carbon dioxide removal (CDR) "credits" over six years to support its overall carbon strategy. The move follows a dramatic rise in Microsoft's CO₂ emissions due to datacenter construction.

This latest agreement is with 1PointFive, Occidental's carbon capture and sequestration business, and claimed by the [Financial Times](#) to be "worth hundreds of millions of dollars," although the exact value of the transaction has yet to be disclosed.

Carbon credits are a way of buying a verifiable emissions reduction from a third party in order to "offset" one's own emissions, and the concept has come in for some controversy over the years. Nonetheless, Direct Air Capture (DAC), directly extracting carbon dioxide from the atmosphere, has its supporters, with the IPCC [stating](#) [PDF] that, while not enough, some form of carbon removal is part of "all modelled scenarios that limit global warming to 2° or lower by 2100."

1PointFive describes the agreement as the largest single purchase of CDR credits making use of DAC, and says it highlights the increasing adoption of this tech as a solution to help organizations meet their net-zero emission targets.

Microsoft's CDR credits will be sunk into STRATOS, an industrial-scale DAC facility under construction in Texas. Here, the captured CO₂ the credits are paying for will be stored through subsurface saline sequestration, according to 1PointFive.

"A commitment of this magnitude demonstrates how one of the world's largest corporations is integrating scalable Direct Air Capture into its net zero strategy," says 1PointFive President and General Manager Michael Avery.

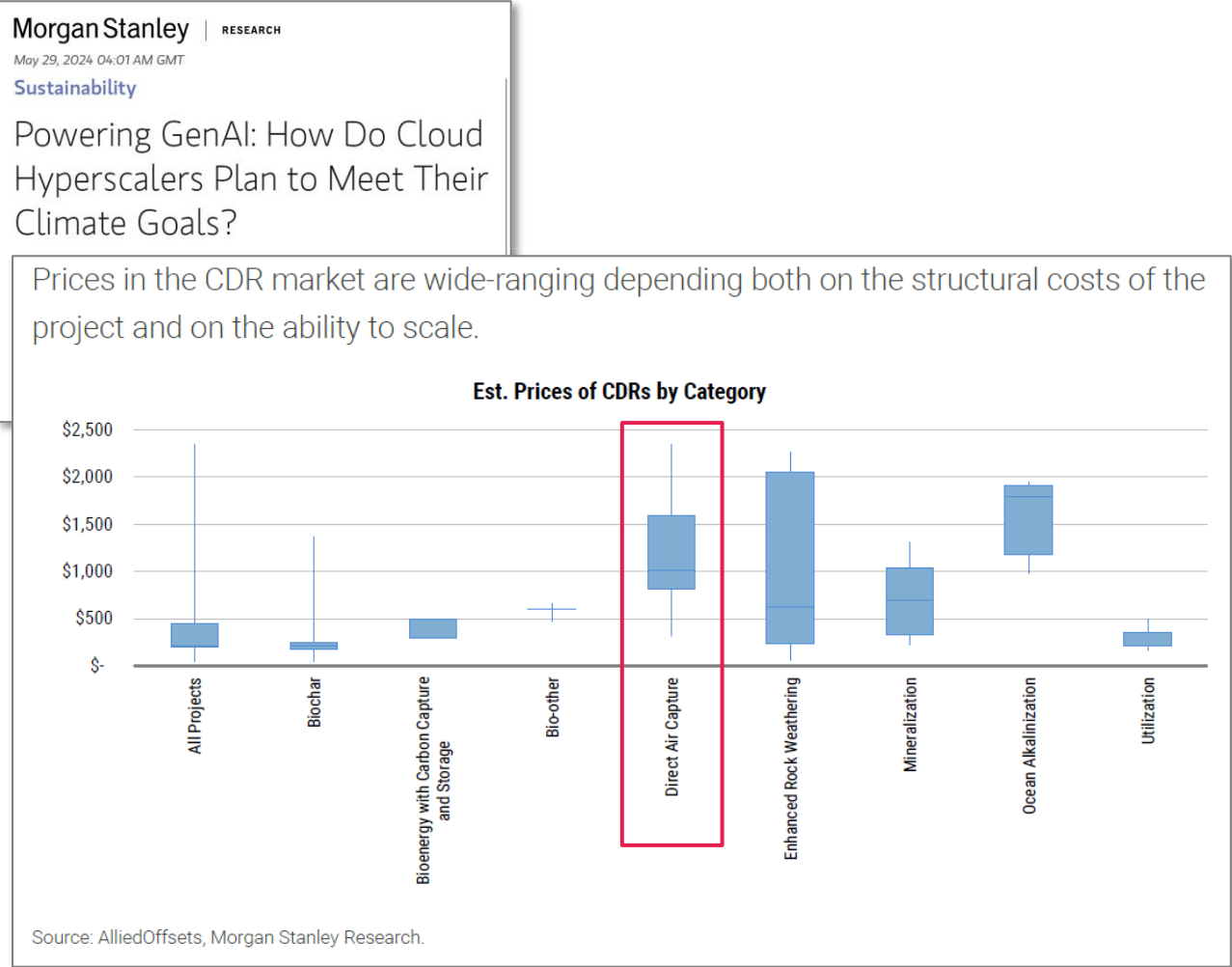
"Energy demand across the technology industry is increasing and we believe Direct Air Capture is uniquely suited to remove residual emissions and further climate goals."

That six-year period over which the CDR credits will extend fits neatly with the 2030 deadline Microsoft set itself several years back to become "carbon-negative".

https://www.theregister.com/2024/07/10/microsoft_occidental_carbon_removal/

"Powering GenAI: How Do Cloud Hyperscalers Plan to Meet Their Climate Goals? Part 2"
Morgan Stanley, 11 Jul 2024

Direct Air Carbon Capture estimated to stay prohibitively expensive for foreseeable future



Cost of direct air carbon capture x +

sciencedaily.com/releases/2024/03/240304135808.htm

ScienceDaily®
Your source for the latest research news

SD Health Tech Enviro Society Quirky

Science News from research organizations

Cost of direct air carbon capture to remain higher than hoped

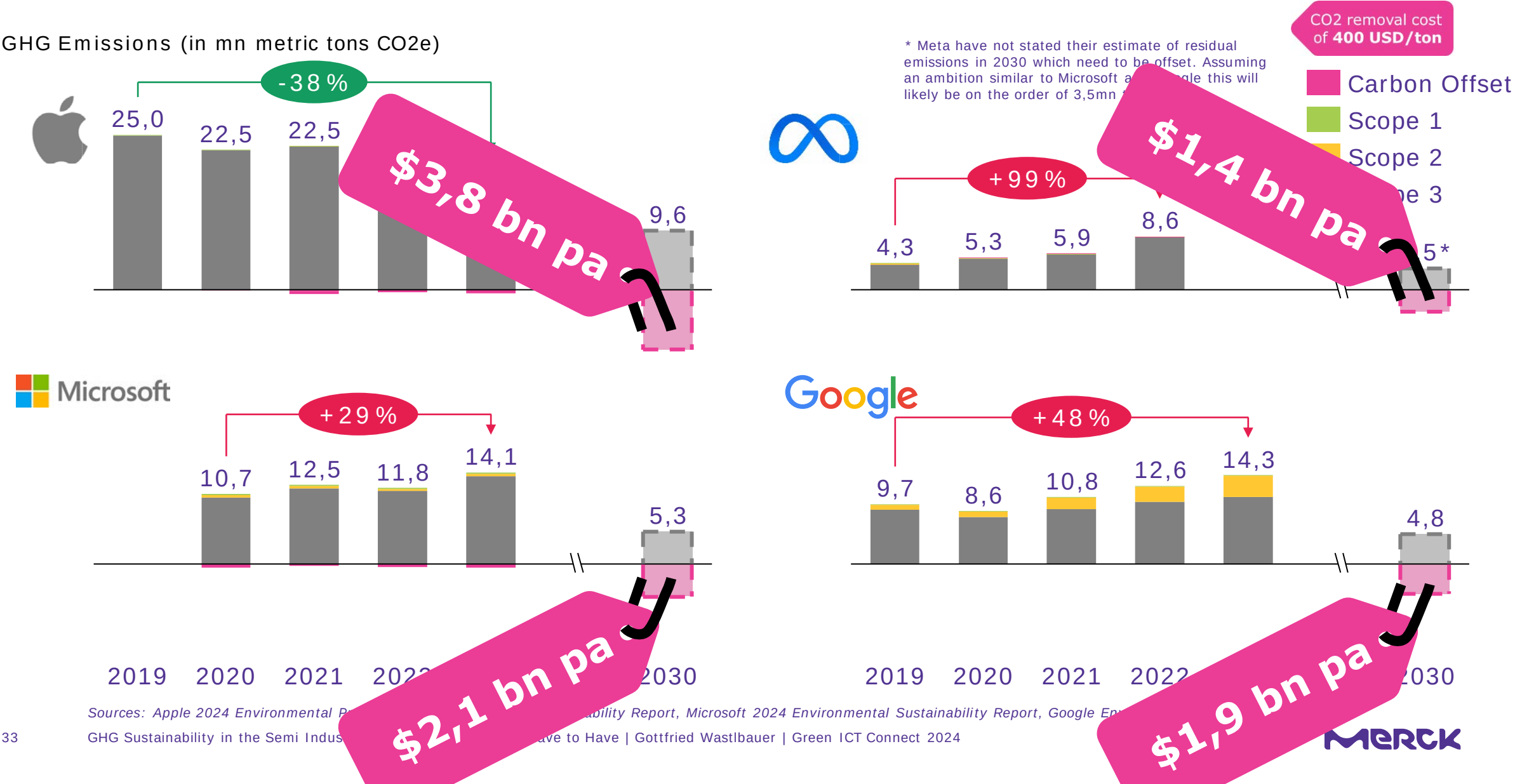
Date: March 4, 2024
Source: ETH Zurich

Summary: Researchers estimate the cost of removing 1 ton of CO2 from the air in the year 2050 to be between 230 and 540 US dollars to remove 1 ton. This is twice as high as previous estimates. The researchers compared the potential costs of three technologies that are already in use. From today's perspective, none of these technologies has clear advantages over the others in terms of potential costs. All three technologies should therefore be further developed, say the researchers.

Share: f t p in e

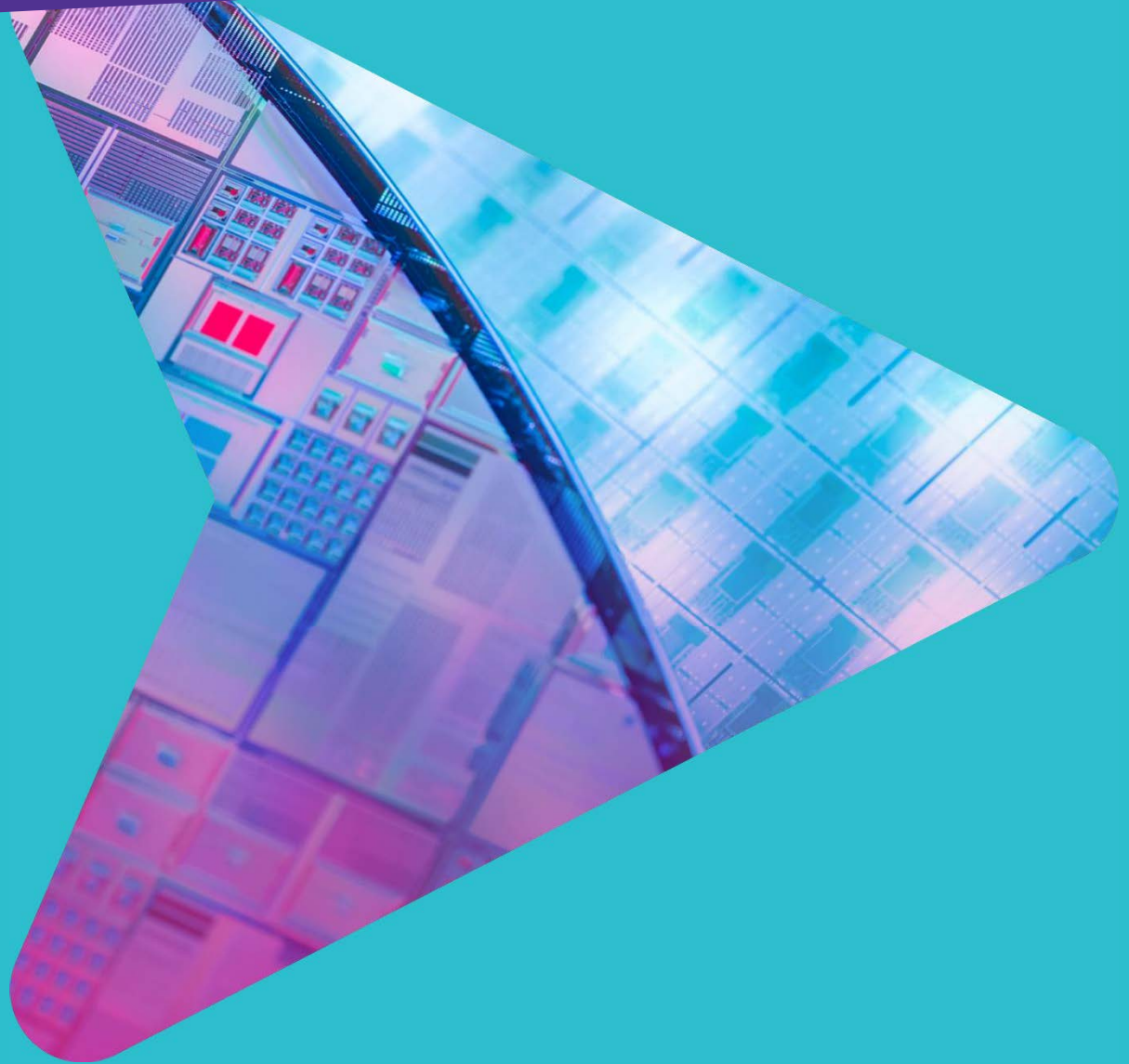
...at the volume needed this gets Very Expensive

GHG Emissions (in mn metric tons CO2e)



Way Forward?

Low GWP Etch Gases



Semi Emissions

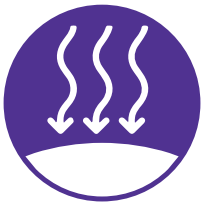
How did we get here?



CMOS fabrication requires etching of SiO_2



Fluor (F) is the only element which can etch SiO_2



Common F-gases have large GWP



Burning F-gases (thermal abatement) runs into diminishing returns



Semi Emissions

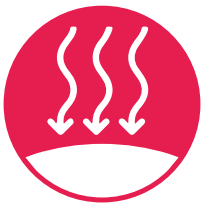
What can we do?



CMOS fabrication requires etching of SiO_2



Fluor (F) is the only element which can etch SiO_2



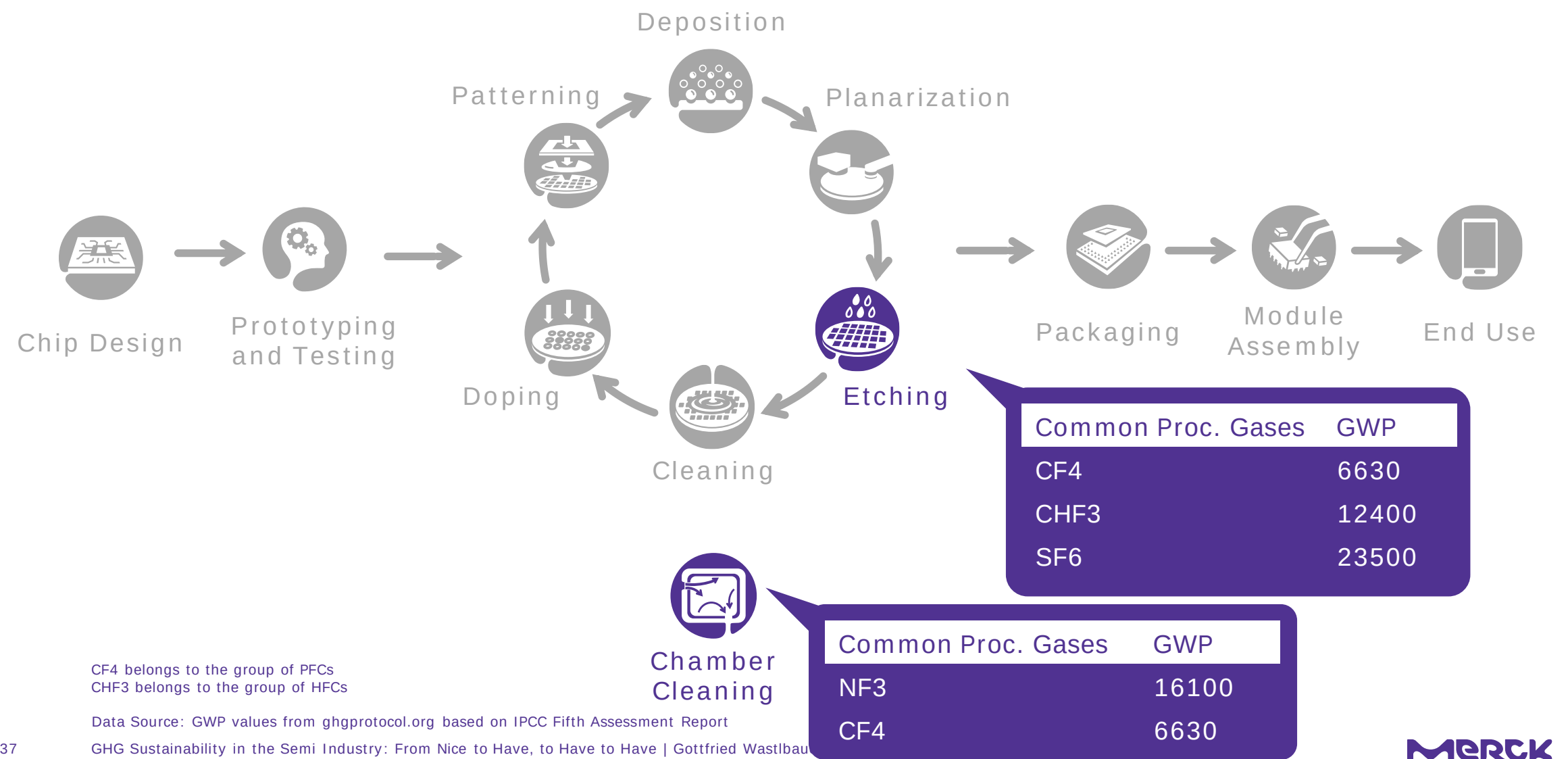
Common F-gases have large GWP

- Change Process Gases
- Modify Processing



Burning F-gases (thermal abatement) runs into diminishing returns

Fluor containing Proc. Gases are key for Etching and Chamber Cleaning; Key Challenge is their large Global Warming Potential (GWP)



CF4 belongs to the group of PFCs
CHF3 belongs to the group of HFCs

Data Source: GWP values from ghgprotocol.org based on IPCC Fifth Assessment Report
GHG Sustainability in the Semi Industry: From Nice to Have, to Have to Have | Gottfried Wastlbauer

ETCH GAS SUSTAINABILITY BASICS

It's a Chemistry Challenge



CF_4

Lifetime: 50,000 years

GWP_{100} : 7390



$\text{C}_2\text{H}_3\text{F}_3$

Lifetime: 52 years

GWP_{100} : 4470

C_5F_8

Lifetime: 31 days

GWP_{100} : 1,97

Chemistry determines Stability

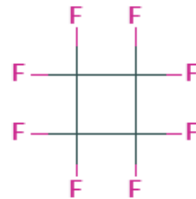
Stability drives Lifetime

Lifetime dictates GWP

C_4F_8

Lifetime: 3,200 years

GWP_{100} : 10300



$\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$

Lifetime: 10.6 years

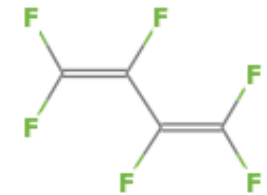
GWP_{100} : 1000



C_4F_6

Lifetime: 1.1 days

GWP_{100} : 0,003



Data Source: Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2018, Annex 6, US EPA

OUR ETCH GAS CAPABILITIES

Engineering Molecules for Specific Applications to deliver maximum **Safety**, **Performance**, **Scalability**, **Cost of Ownership**, and **Emissions Reduction**

Etch and Dep Applications

Tempe, USA

In-house evaluation on dedicated R&D tool
Collaborate with leading dielectrics apps R&D
Film and profile metrology

Synthesis of New Materials

Darmstadt, Germany

Synthetic fluorine chemistry expertise
Process development for new chemistries
Collaboration with leading institutions (U. Würzburg)

Scale-up and Manufacturing

Hometown, USA

Process technology R&D
New Tech Piloting
Customer Sampling Fulfillment
Analytical Tech Development

Computational Chemistry

Multiple sites, Globally
Mass spectrum simulations
Quantum chemistry
Advanced data analytics
→ Screening for new etch compounds based on accurate predictions of performance & sustainability

Manufacturing

Ulsan & Sihwa, Korea

Summary

Earth / Humanity is Running Off a Cliff

Semi Industry is NOT at fault

...but we will be Heavily Impacted by

- Regulation (Carbon Pricing)
- Customer Pressure (Big Tech Hyperscalers)

Memory is in the Hotseat, need to

- Reduce Fab Tool Energy Consumption
- Switch to Low GWP Process Gases





Carbon Pricing

Current Global Status

47 countries

with GHG Emissions Pricing Schemes



~ 20 %

of Global GHG Emissions covered



\$2,8 / ton CO₂e

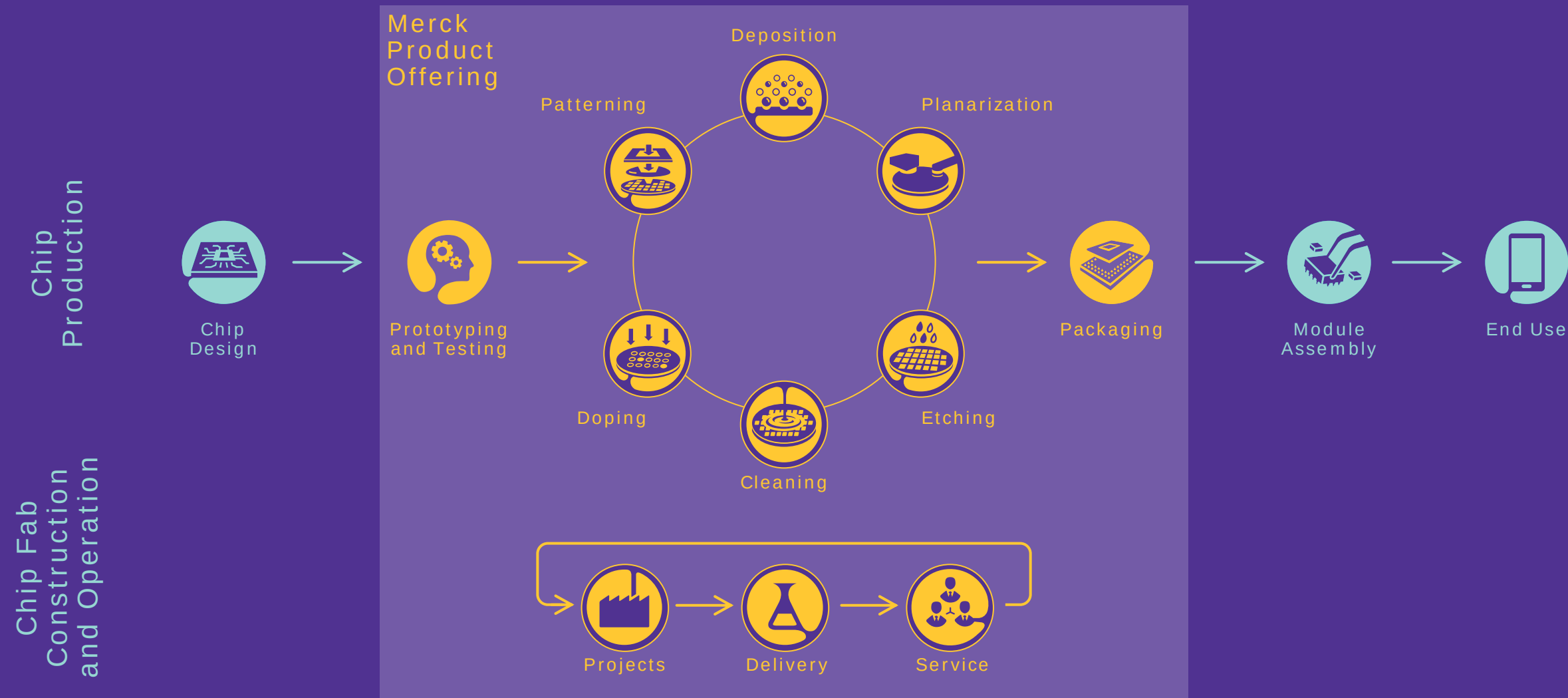
Global Average Carbon Price (emiss. wtd.)



Highest prices currently ~\$130/ton in some European countries

Source: "Carbon Pricing: Necessary but not Sufficient" - Sean Cleary & Neal Willcott, Oct 2023, Institute for Sustainable Finance, <http://isfcanada.org/>

Our Materials and Services touch Every Step of the Chip Making Process





greenict.connect²⁴

