

Industrie 5.0

Schon wieder was Neues?

Dipl.-Ing. Dr. techn. Rudolf Pichler

**Institut für Fertigungstechnik
Technische Universität Graz**

17.5.2023



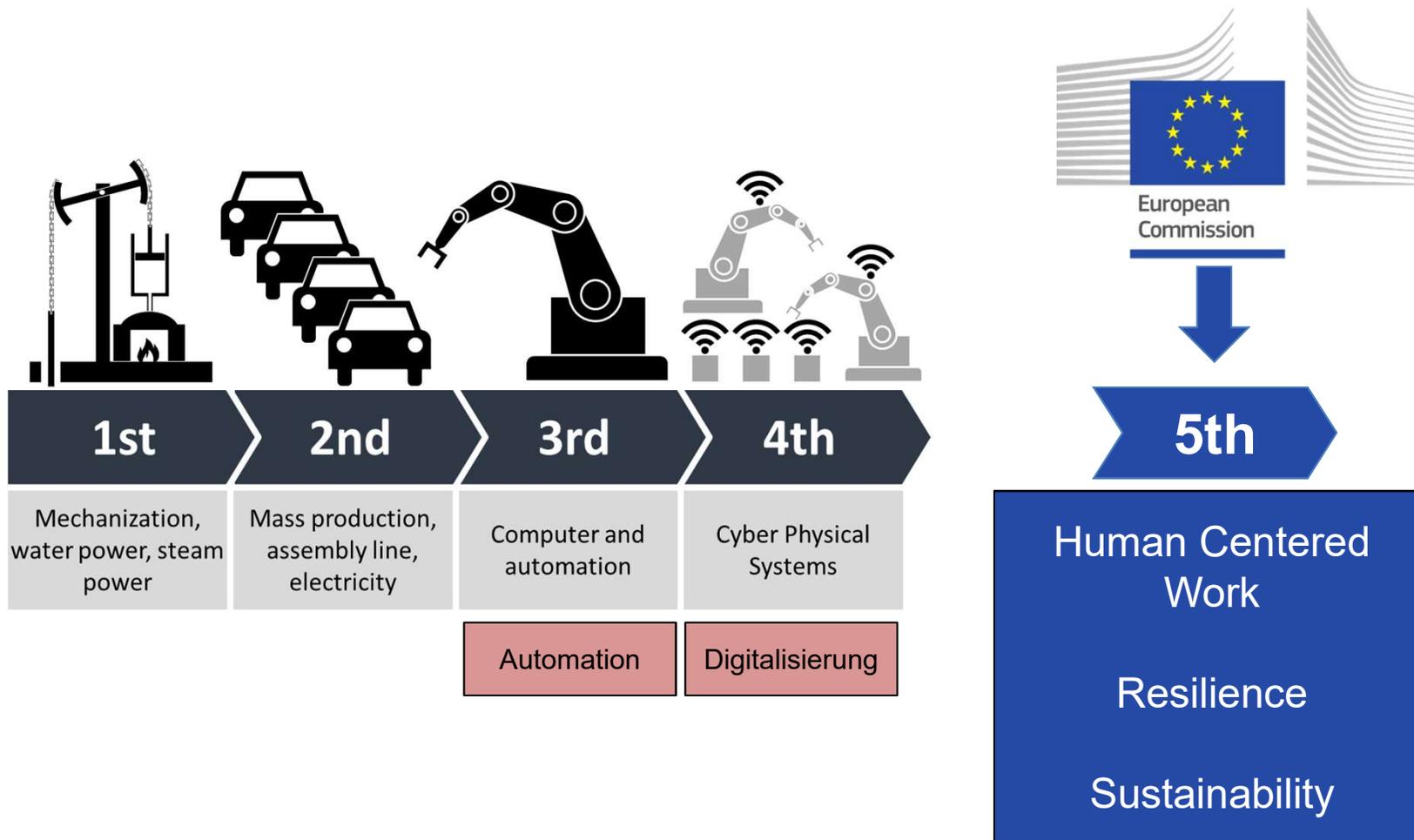
Einstieg

Haben Sie bis heute schon von Industrie 5.0 gehört?

Wissen Sie, welche Kernelemente Industrie 5.0 umfasst?



Die Europäische Kommission verkündet i 5.0



Kritische Betrachtung



Industry 5.0,
An economy that works "for people",
"European Green Deal" and
"Europe fit for the digital age".

**Die 3 Kernthemen sind durchaus wichtig,
aber**

- Waren diese tatsächlich zu wenig berücksichtigt?
- Sind das wirklich technologische Revolutionen?
- Ist diese Ausrufung von i5.0 auch förderlich?

Drei Kerndimensionen von Industrie 5.0



Human Centric Work – Mensch-zentrierte Arbeit

Direkte Übersetzung: Der Mensch ist im Mittelpunkt.

Aktuelles Problem: Es gibt zu wenige
Es gibt zu wenig passende



Lösungsansätze für die, die schon oder noch vorhanden sind:

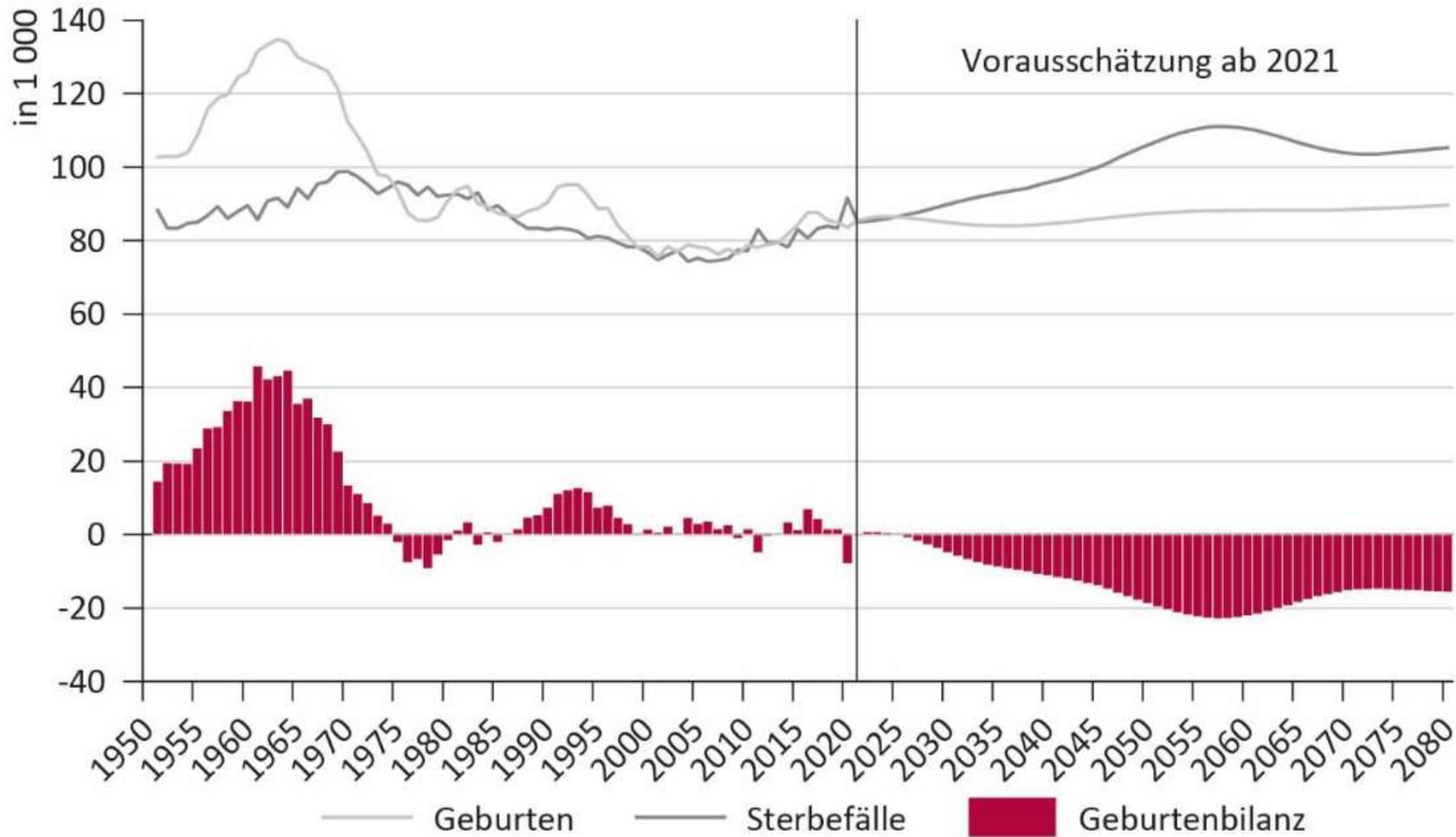
Menschliche Fähigkeiten besser nutzen → **Mitarbeiter/innen-Qualifizierung**

Menschen entlasten und unterstützen,
die wahren Fähigkeiten des Menschen nutzen → **Assistenzsysteme**

Menschliche Kräfte schonen → **Ergonomie und mechanische Entlastung**



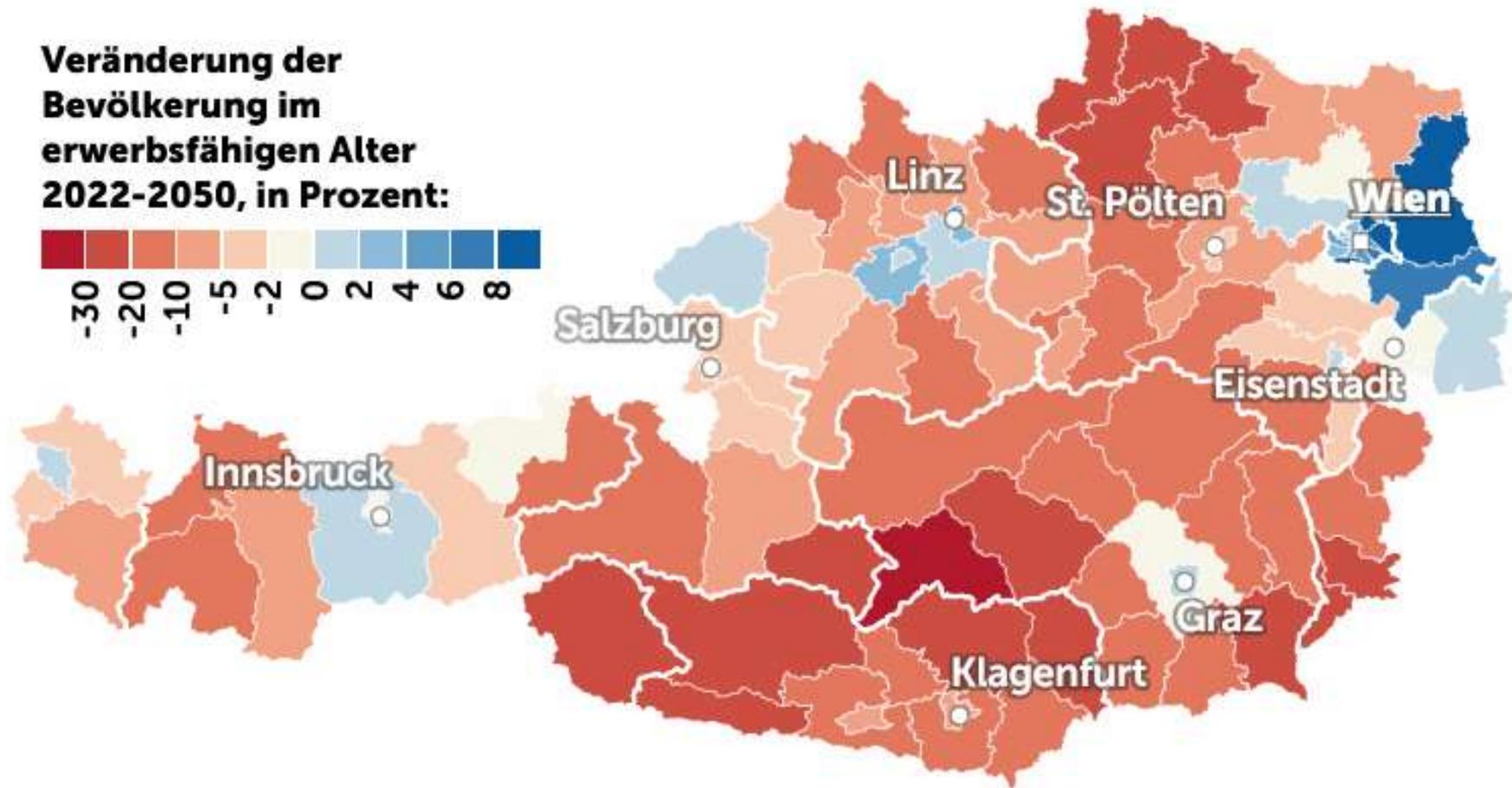
Bevölkerungsprognose 1950 - 2080



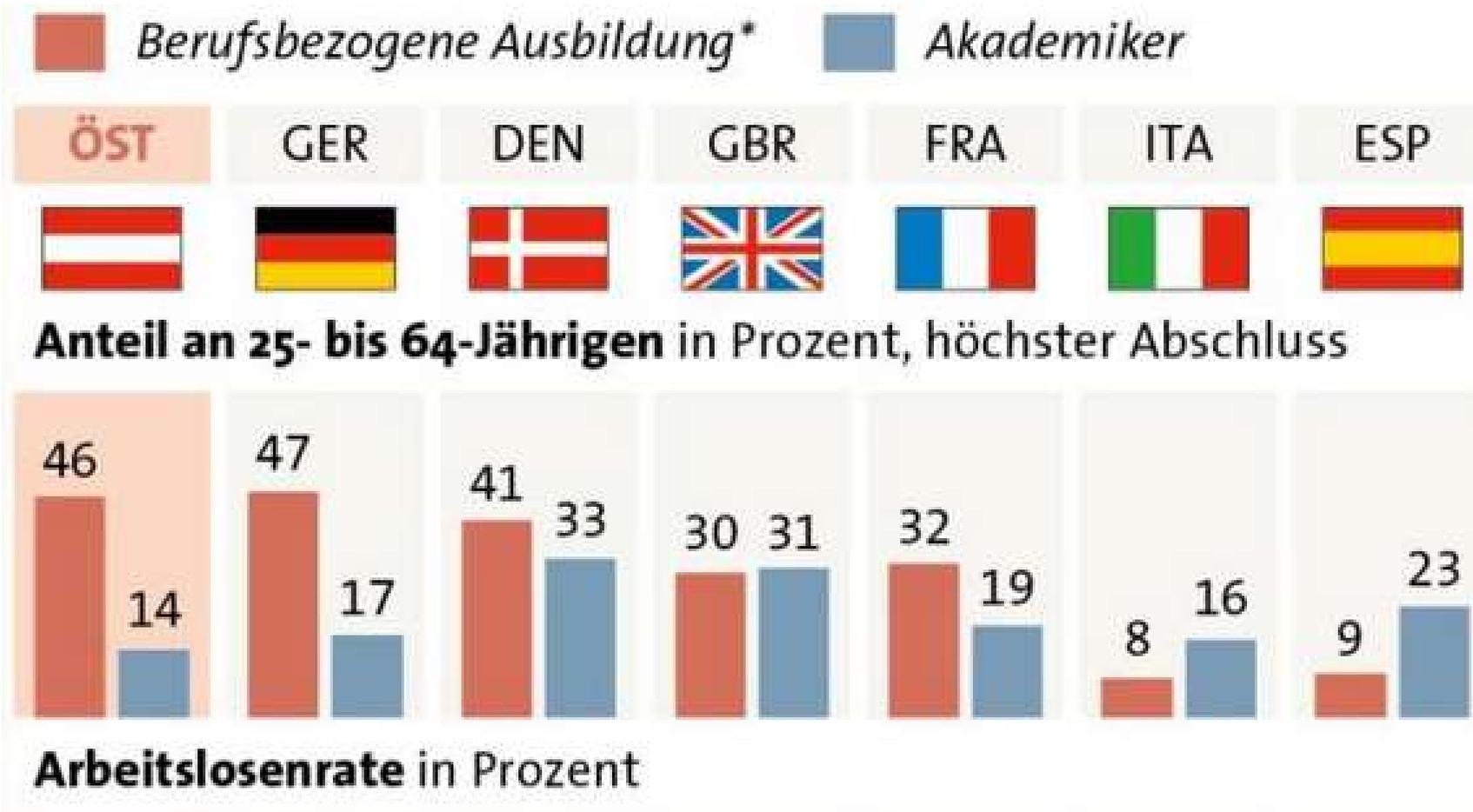
Quelle: Statistik Austria



Die erwerbsfähigen Menschen werden weniger und ziehen in die urbanen Gegenden

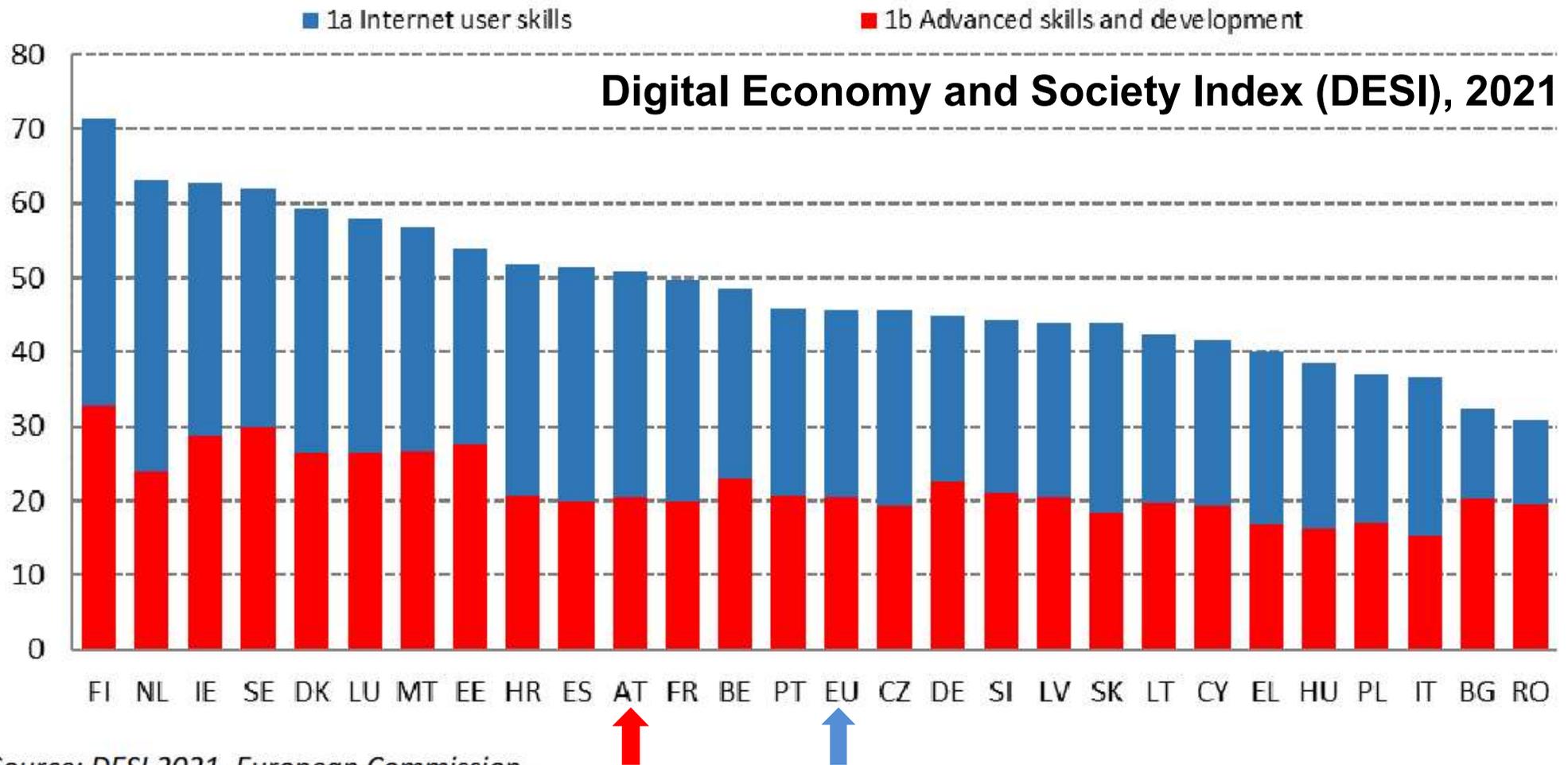


Akademikerquote im OECD Vergleich





Mitarbeiter/innen – BASIS - Qualifizierung



Source: DESI 2021, European Commission

Ziele der „EU-Skills Agenda“ bis 2025

Indicators	Objectives for 2025	Current level (latest year available)	Percentage increase
Participation of <u>adults</u> aged 25-64 in <u>learning</u> during the last 12 month (in %)	50%	38% (2016)	+32%
Participation of <u>low-qualified</u> adults 25-64 in learning during the last 12 months (in %)	30%	18% (2016)	+67%
Share of <u>unemployed</u> adults aged 25-64 with a recent learning experience (in %)	20%	11% (2019)	+82%
Share of adults aged 16-74 having at least <u>basic digital skills</u> (in %)	70%	56% (2019)	+25%



2021-2027 Multiannual Financial Framework (MFF)

Digital Europe Programme, 7,6 Mrd. €

- Supercomputing and data processing
- Core artificial intelligence (AI)
- Cybersecurity
- Digital skills



Horizon Europe, 95,5 Mrd. €

- Artificial intelligence and robotics
- Next generation Internet
- High performance computing
- Big data
- 6G



and many more programs . . .



Assistenzsysteme

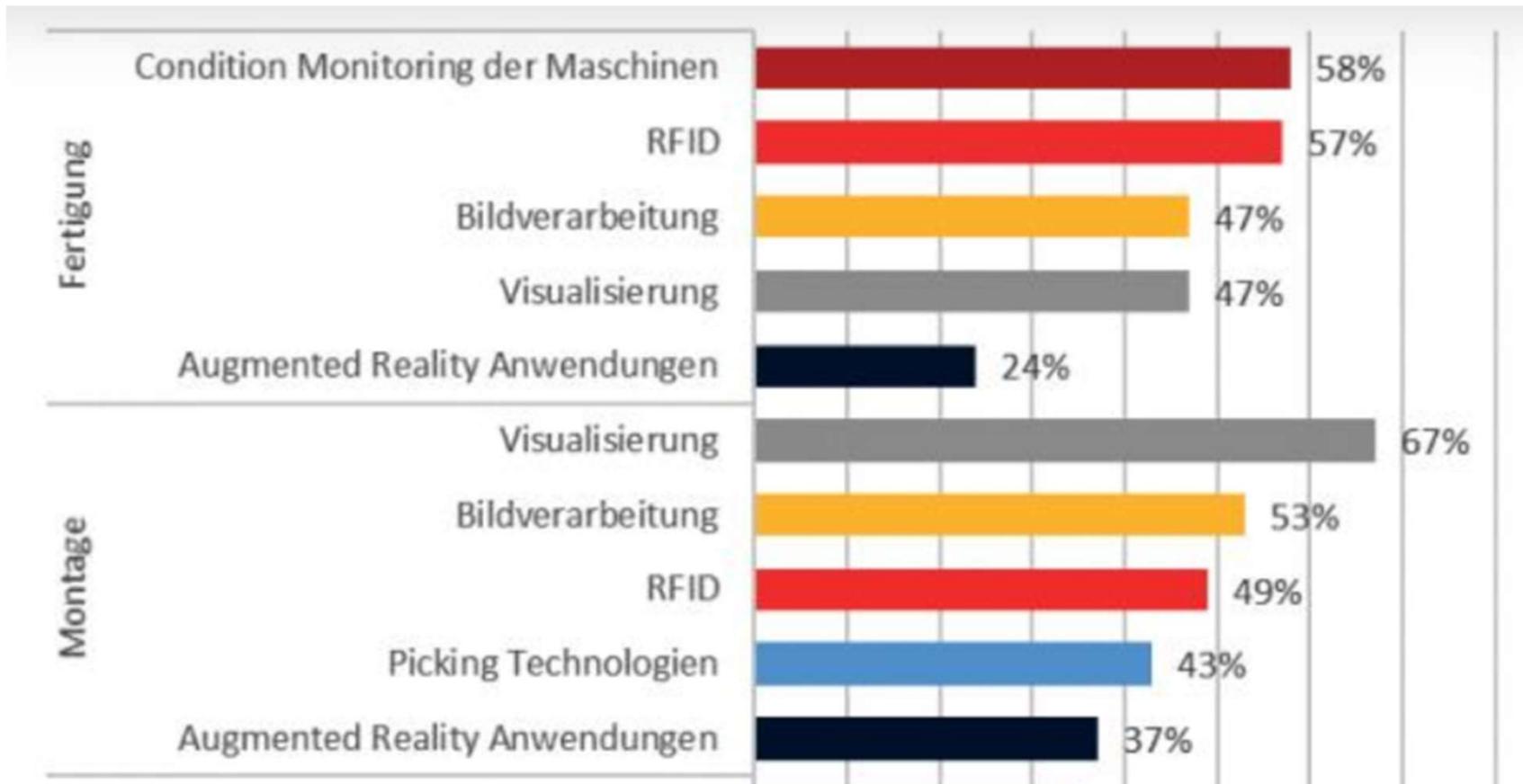
Menschen entlasten und unterstützen, die wahren Fähigkeiten des Menschen nutzen

Digitale Unterstützung	Ziel	Technologie Beispiel
Sensorisch	Unterstützung bei der Wahrnehmung	Picking Technologien, Bildverarbeitung (Sehen und Hören)
Kognitiv	Unterstützung bei Entscheidungen	Daten-Visualisierung, Condition Monitoring
Kognitiv-Sensorisch	Unterstützung bei Wahrnehmung und Entscheidung	Augmented Reality

Quelle: Mack, Hämmerle, Pokorny; in: Digitale Assistenzsysteme in der Produktion, WING business 2/2020

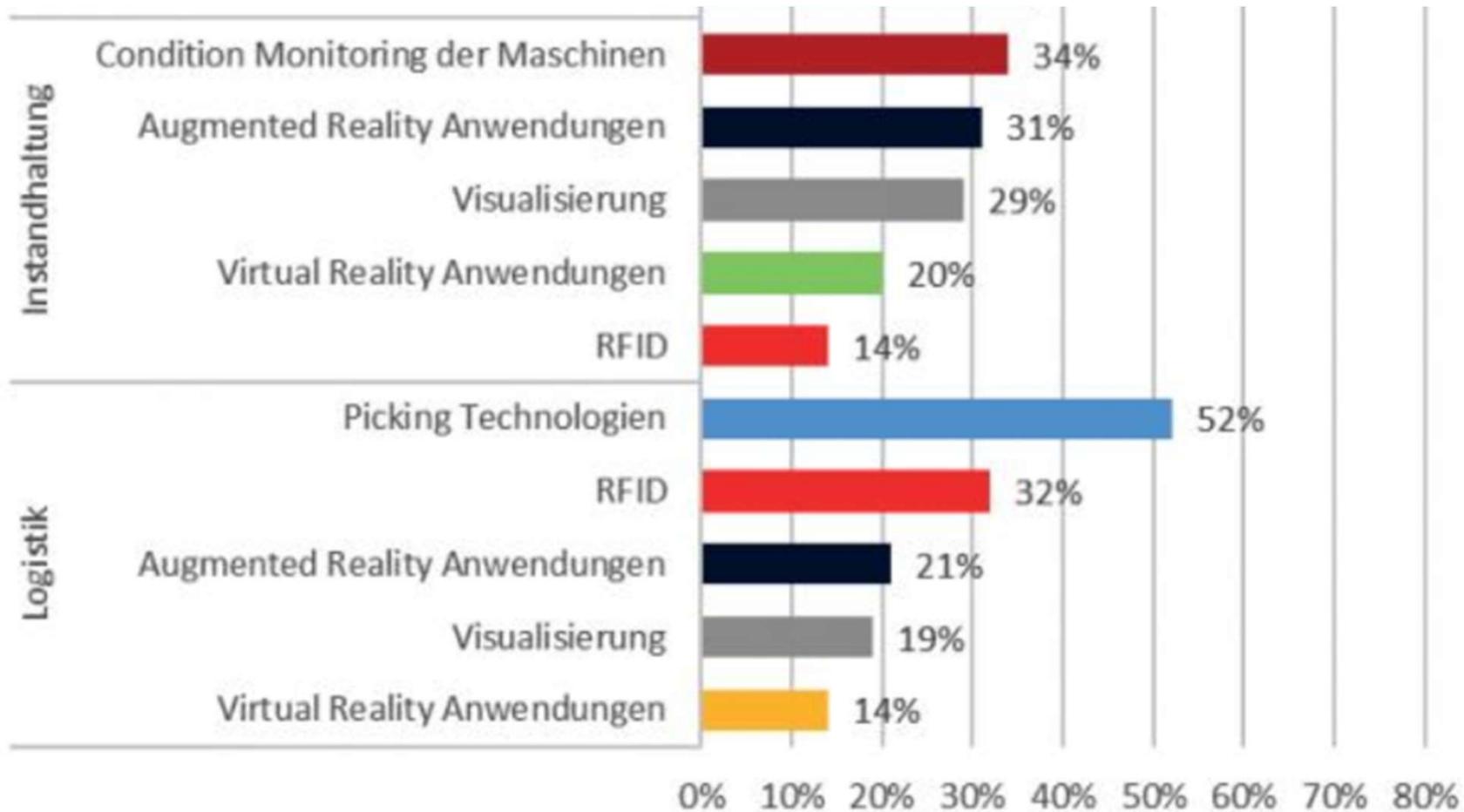
Mechanische Unterstützung	Ziel	Technologie Beispiel
Elektro-mechanisch	Reduzierung des Kraftaufwands	Kollaborative Roboter, Exoskelette

Assistenzsysteme in Fertigung und Montage



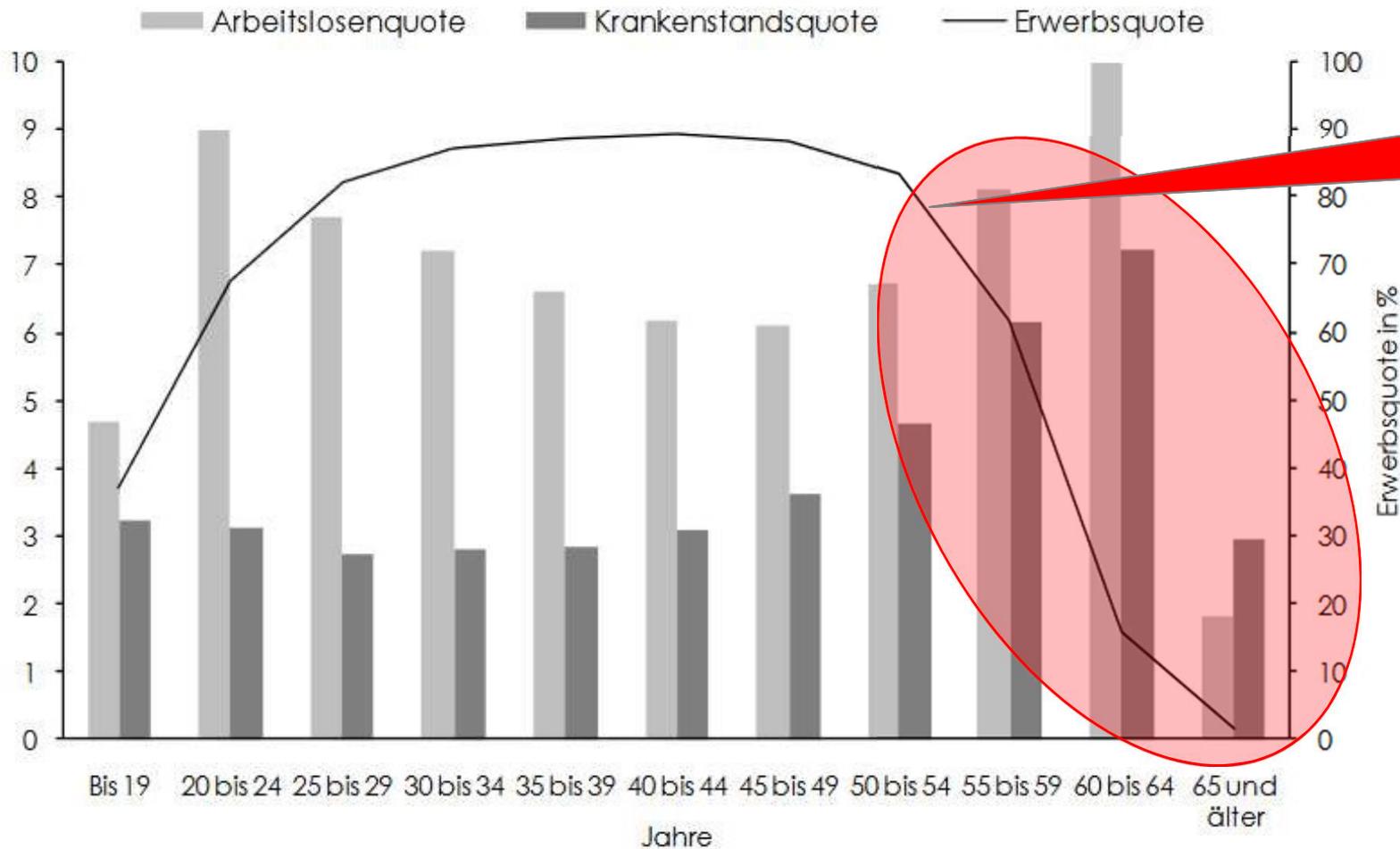
Quelle: Digitale Assistenzsysteme in der Produktion, WING business 2/2020

Assistenzsysteme in Instandhaltung und Logistik

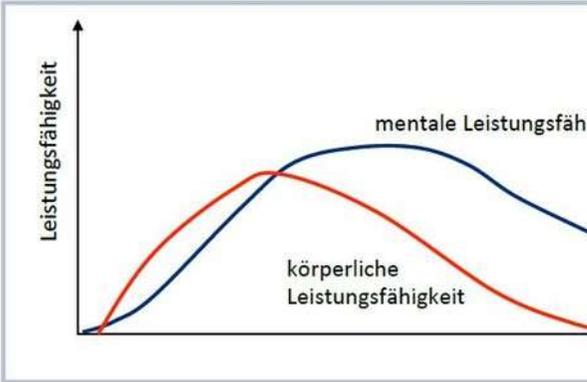


Quelle: Digitale Assistenzsysteme in der Produktion, WING business 2/2020

Mechanische Unterstützung – höchst nötig!



Ab 50 Jahren sinkt die Erwerbsquote dramatisch



Quelle: Hauptverband der österreichischen Sozialversicherungsträger, WIFO-Berechnungen

Ergonomie ist Vorbeugung und Produktivität



Ergonomische Arbeit verhindert
Langzeitbeschwerden bei Mitarbeitern
Und erhöht damit auch die Produktivität
von Arbeitssystemen

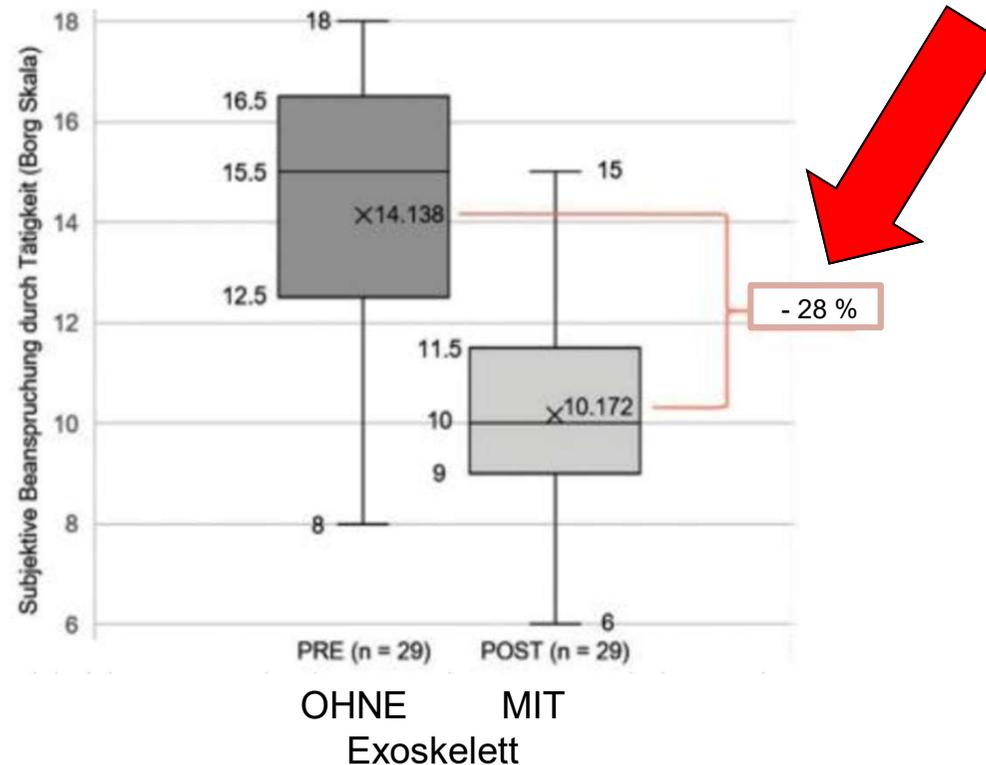
Mechanische Unterstützung – Exoskelette



Wirkung von Exoskeletten

Subjektive Belastungsreduktion durch die Verwendung eines Exoskeletts

HINWEIS
Die **Borg-Skala** ist ein Bewertungsverfahren zur Einteilung des Schweregrads von subjektiv empfundener Erschöpfung, Dyspnoe oder Schmerzen.



Zahlreiche Anbieter von Exoskeletten



Modell Paexo Shoulder
von Ottobock
ab 1.900 €



Modell Paexo Back
von Ottobock
als Experience-Paket
ab 4.900 €.



Aktuelles Problem der Personalnot

MA-Stand halten oder aufbauen, bevor man diese oder andere qualifizieren muss!

- Proaktive, weitsichtige Rekrutierung, Kontakt zu (Hoch-)schulen, gezielte Migration fördern und fordern.
- Rahmenbedingungen der Arbeit attraktivieren
 - Gehalt/Lohn muss passen, ist aber immer weniger ausschlaggebend !
 - Arbeitszeiten, Flexibilität, Home Office, 4d-Woche anbieten
 - Belastungs-Situationen entschärfen (physisch & psychisch)
- Mitgestaltung ermöglichen, Verantwortung übergeben/überlassen
- Entwicklung und Interesse anbieten (Mitarbeiter/innen – Fördergespräch)
- Respektvolle, wertschätzende Umgebung bieten.

Prophylaxe gegen Burnout

von Univ.-Prof. Norbert Kailer, JKU-Linz,
Inst. f. Unternehmensgründung und -entwicklung

Persönliche Resilienz

- ✓ **Körperliche Betätigung** (Sport, Stiegen steigen, Stehen statt Sitzen)
- ✓ Gesunde und regelmäßige **Ernährung** (+ viel Wasser trinken)
in corpore sano mens sana !
- ✓ **Gezielte Entwicklung des eigenen Kompetenz-Portfolios**
(Selbstvertrauen, Konfliktfähigkeit, Nein sagen können, externe Coaches)
- ✓ **Disziplin für Auszeiten**
(Urlaub konsumieren, Nein sagen können, Urlaub vom Mobil-Telefon, Yoga, Hobbies)
- ✓ **Zeit für Reflexion**
(mit sich selbst oder Vertrauten, Seitenwechsel-Projekte, MA-Gespräch)
- ✓ **Optimistische Grundhaltung**
(Vertrauen, Zuversicht, Humor)

Resilienz



Haben Sie den Begriff Resilienz schon einmal (oder des öfteren) gehört ?

Können Sie mit dem Begriff Resilienz etwas anfangen?

Meinen Sie, dass die Auseinandersetzung mit Resilienz für ein Unternehmen wichtig ist, oder ist es nur ein neuerliches Buzz-Word?

Resilienz - Begriffsklärung

Fähigkeit eines (Produktions-)Systems, angesichts von Störungen die wertschöpfende und wirtschaftliche Betriebsfähigkeit zu erhalten, oder nach einem Einschnitt zumindest schnell wieder auf ein Minimum hochzufahren.

(WGP, Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktionstechnik, 2021)

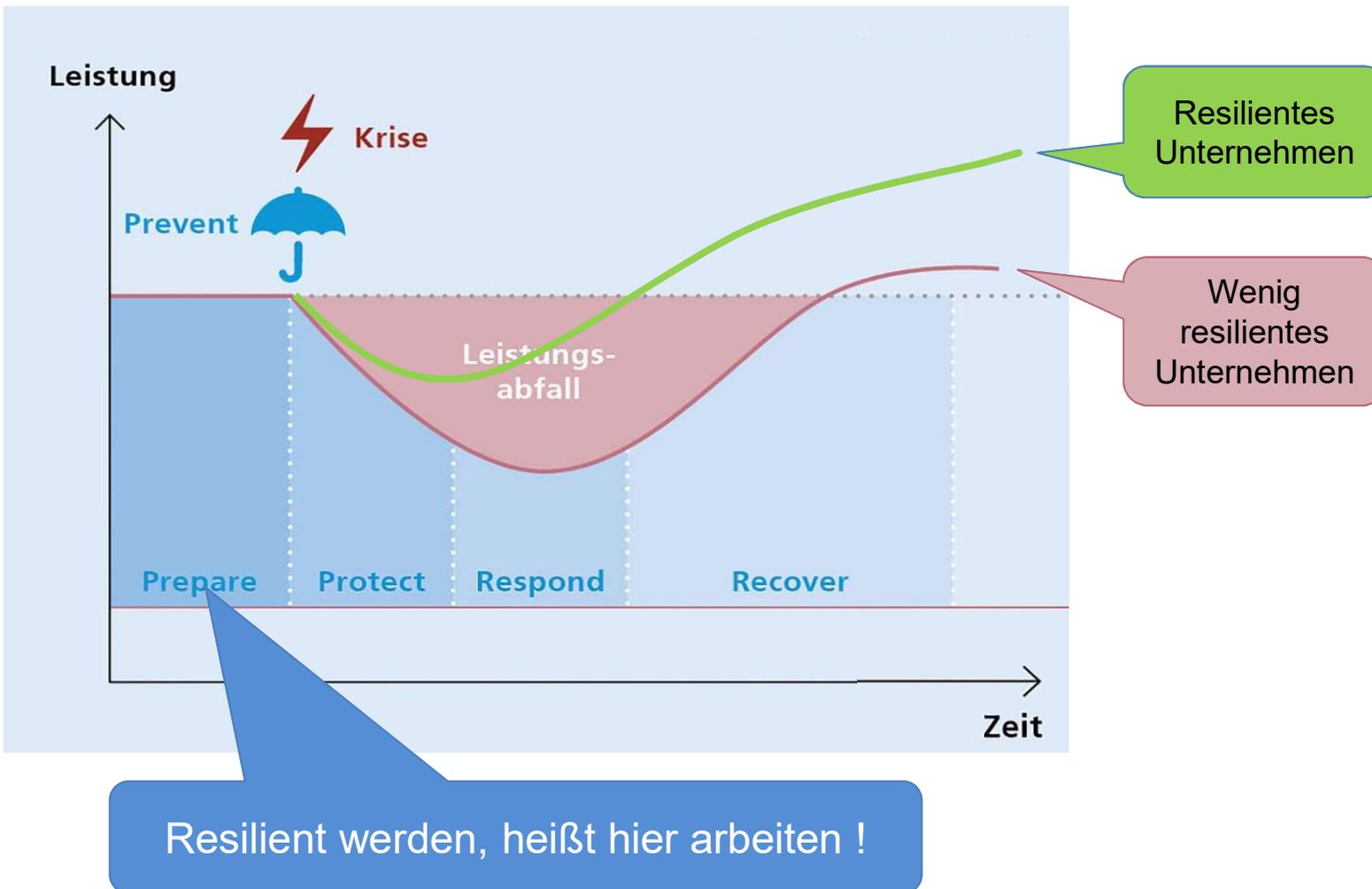


Unternehmerische Resilienz ist die Eigenschaft eines Unternehmens, externe Schocks oder Verwerfungen der sozialen, wirtschaftlichen oder politischen Rahmenbedingungen auszuhalten und sich an die neuen Bedingungen anzupassen

(Gablers Wirtschaftslexikon)

Krisenfestigkeit, Fähigkeit der raschen Restabilisierung, schnelle Rückkehr „in den Sattel“

Krise und Erholung aus der Krise



„Lass niemals eine Krise ungenutzt verstreichen“
(Winston Churchill)

Aktuelle Krisen und ihre Auswirkungen

2022:

Deutscher Bundesverband Materialwirtschaft,
Einkauf und Logistik

Erhöhung der Einkaufspreise um 23 %, weitere 15 % lt.
Prognose für 2023.

→ 88 % werden diese Preissteigerungen vollständig oder
teilweise an die Kunden weitergeben.

Mehr als 2/3 der Befragten rechnen mit Insolvenzen in
ihrem wirtschaftlichen Umfeld.

Nur 40 % meinen, dass ihre Lieferketten weitere
Belastungen aushalten werden.

60 % sehen bei weiteren Krisen ihre Existenz gefährdet.



Corona Krise
Energie Krise
Chip-Krise

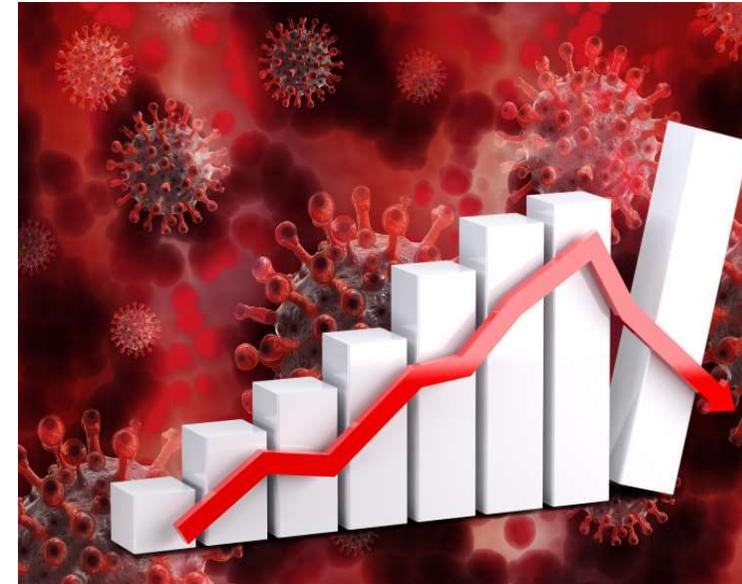
Corona-Krise als Testfeld für Resilienz

**Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI):
Dt. Industrie und ihre Krisenresilienz (237 Betriebe aus allen Branchen, Winter 2020)**

Ca. 61 % der Betriebe erwiesen sich infolge der Corona-Pandemie als vulnerabel.

20 % der befragten Unternehmen erwiesen sich als robust, sie brauchten keine Kurzarbeit und waren auch nicht von Lieferschwierigkeiten betroffen.

19 % konnten sich dank ihrer Regenerationsfähigkeit direkt nach dem Lock down von den Beschränkungen erholen.



Merkmale für Unternehmen mit höherer Resilienz

→ Einfache Produkte in Großserie

(langfristige Lieferverträge, Nutzung von Reserven und Vorräten)

→ Nähe zum Endkunden

(37 % der Hersteller für Endkonsumenten waren regenerationsfähig, hingegen waren Zuliefererfirmen nur zu 13 % regenerationsfähig)

→ Kleinstrukturierte Unternehmen

(überschaubarere Strukturen, höhere Flexibilität und Agilität)

→ Technologieaffinität

(Betriebe mit wenig i 4.0 Durchdringung waren deutlich robuster, hingegen waren Betriebe mit fortgeschrittenerem I4.0-Einsatz deutlich regenerationsfähiger als die Einsteiger und Nichtnutzer digitaler Technologien.)



Wege zur Steigerung der Resilienz

Risikomanagement

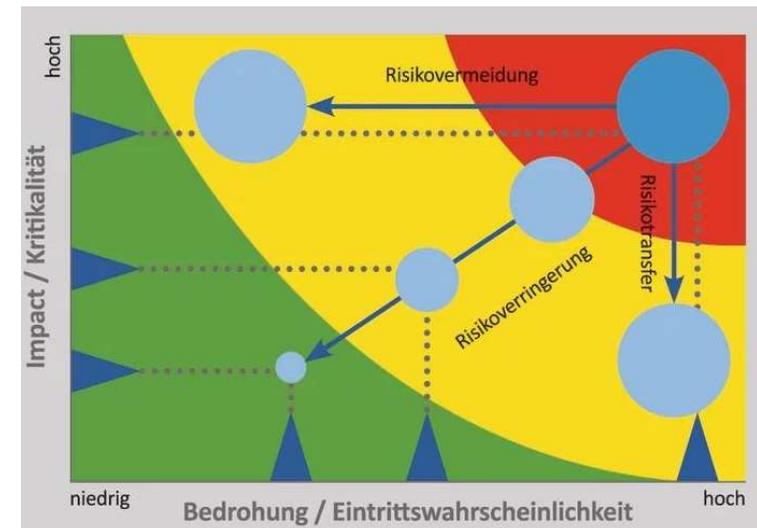
- Gesetzesentwicklungen
- Marktbeobachtung
- Rohstoffmarkt-Überwachung
- Liquiditätsprüfung von Kunden
- MA-Zufriedenheit
-

Ableitung von Maßnahmen

- Änderung Beschaffungsstrategie
- Änderung Produkt-Design
- Monitoring der U-kritischen Belange
-

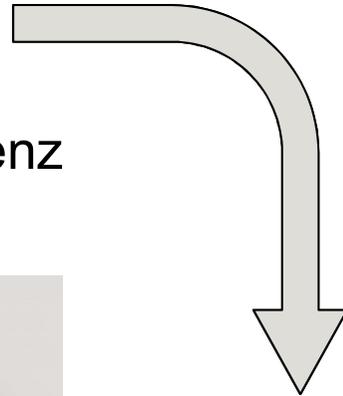
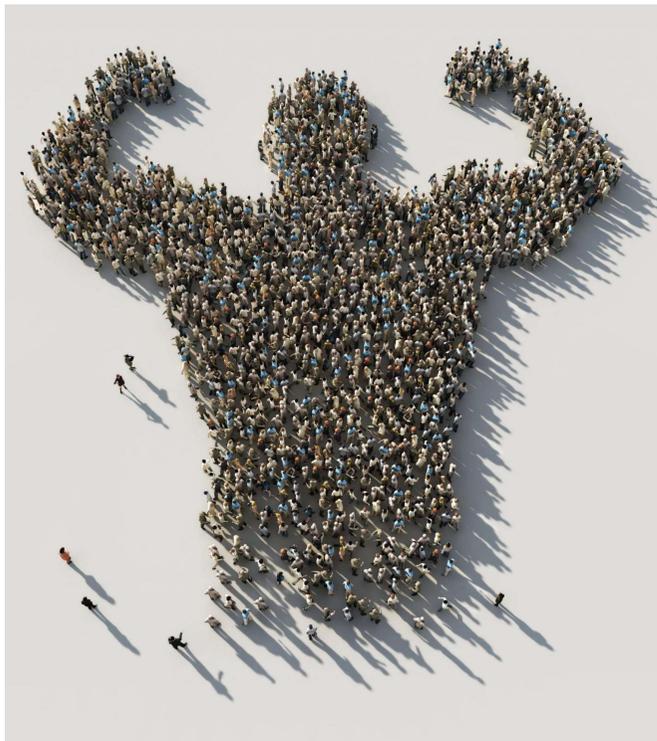
Eintrittswahrscheinlichkeit	fast sicher	5						
	möglich	4						
	selten	3						
	sehr selten	2						
	unwahrscheinlich	1						
				1	2	3	4	5
			unbe- deutend	gering	spürbar	kritisch	existentiell	

Schadensausmaß



Der Weg zur ökonomischen Resilienz

- Ökonomische Resilienz
- Ökologische Resilienz
- Image-technische Resilienz
- Persönliche Resilienz



- Ressourcen-Input (Single Sourcing → Double Sourcing)
- Ressourcenaufteilung (Dezentralisierung, mehrere Standorte mit ähnlichem Leistungsportfolio)
- Kooperationen (Nachbarschaftshilfe)
- **Pool mit vielseitigen Mitarbeiter/innen**

Sustainability - Nachhaltigkeit

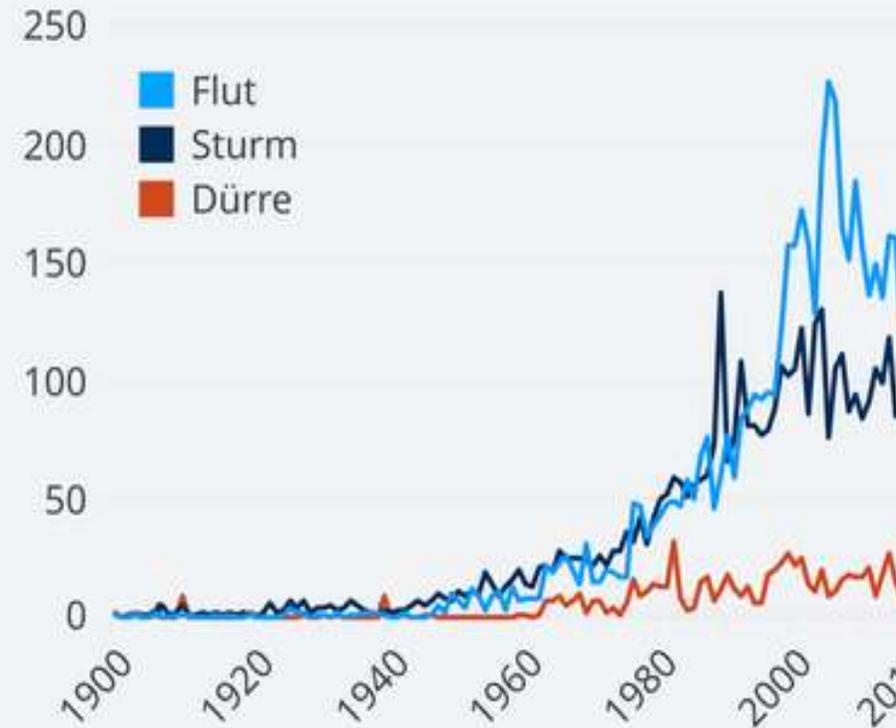


SOURCE: Fotolia

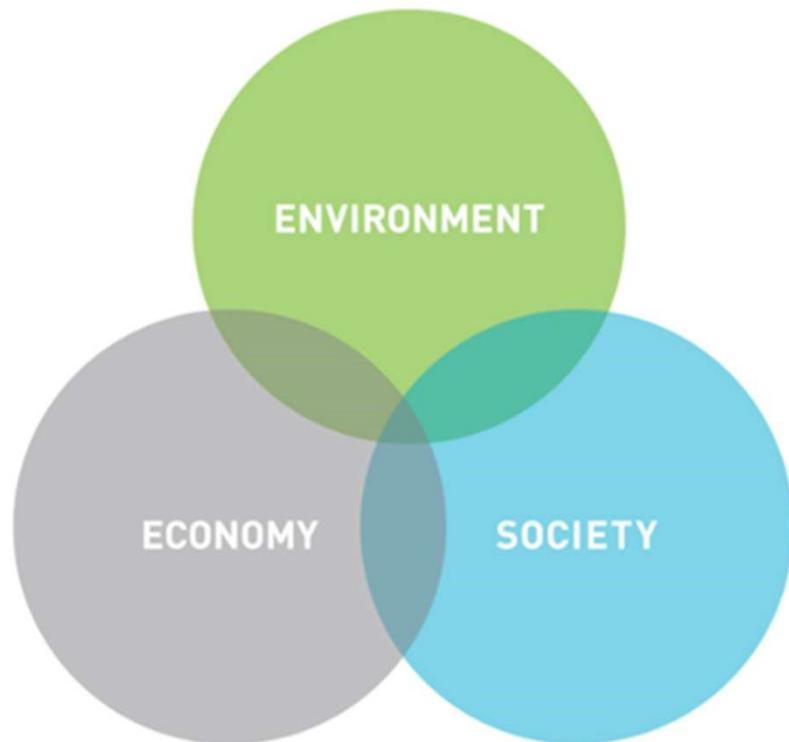
Die Folgen von nicht nachhaltigem Verhalten sind eindeutig



Anzahl von Wetterextremen
1900–2018 weltweit



Begriffsklärung



Sustainability means meeting our own needs without compromising the ability of future generations to meet their own needs. In addition to natural resources, we also need social and economic resources.

[extracted from Brundtland Commission Report, 1987]

Nachhaltig handeln ist nicht nur selbstlos

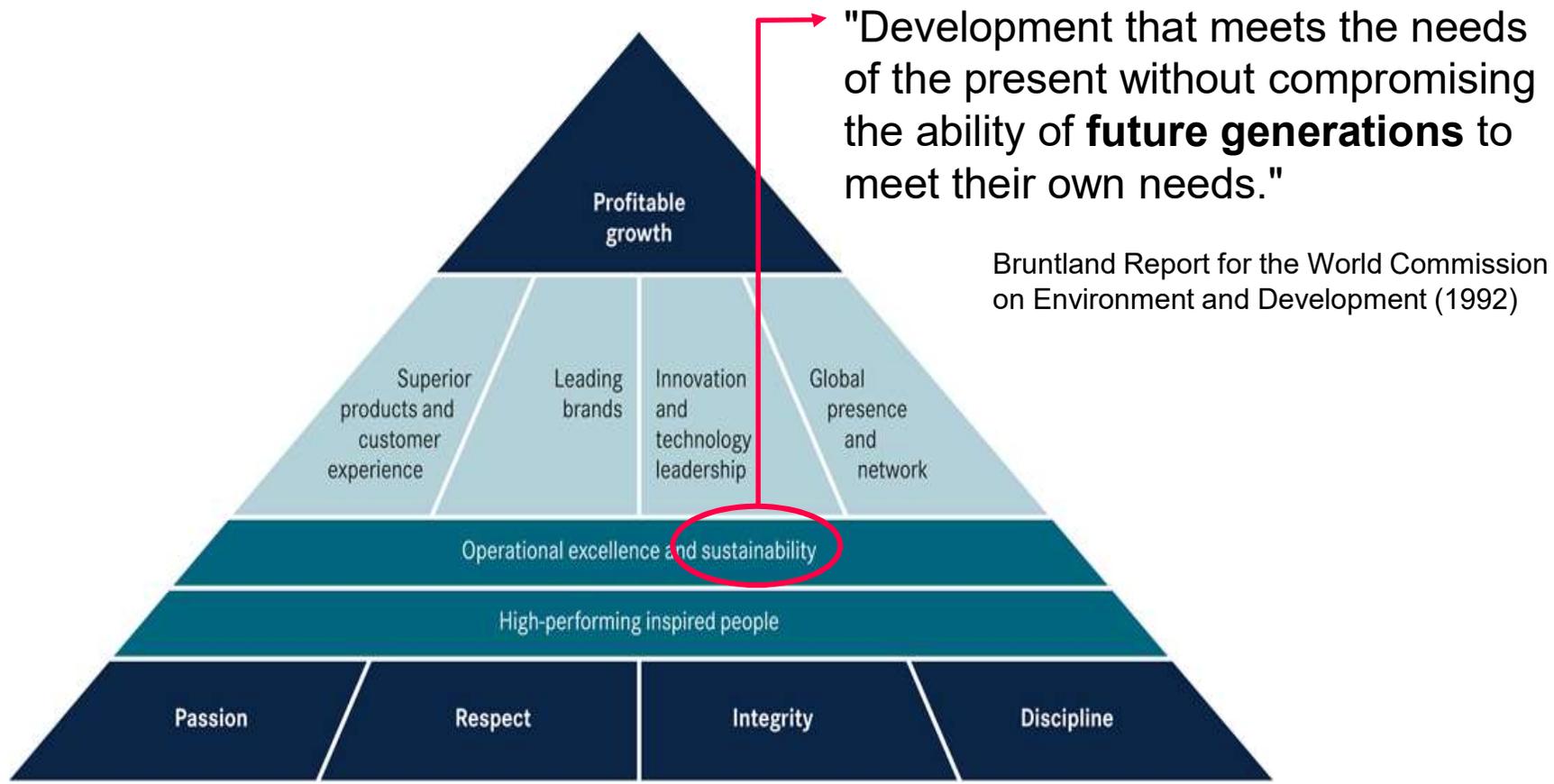
Die Profiteure des ökologischen und nachhaltigen Handelns hilft nicht nur der Umwelt, sondern hat auch positive Effekte für die Unternehmen

- Kosten-Einsparungen
- Risiko-Reduktion
- Image-Gewinn





Pyramid of Objectives of Leading Companies



www.sustainability.daimler.com



Nachhaltigkeit ist in den Strategien der Industrie angekommen



All Search

Newsletter Conta

Products Applications Design Support About Infineon Discoveries Careers

Home 50 years of Infineon in Austria About Infineon Austria Research & Development Innovation Fab **Sustainability** Jobs Austria

Environmental Sustainability

Carbon Neutrality by 2030

Water Management

Energy

Greenhouse Gas Emissions

Waste Management

Product-related Environmental Sustainability

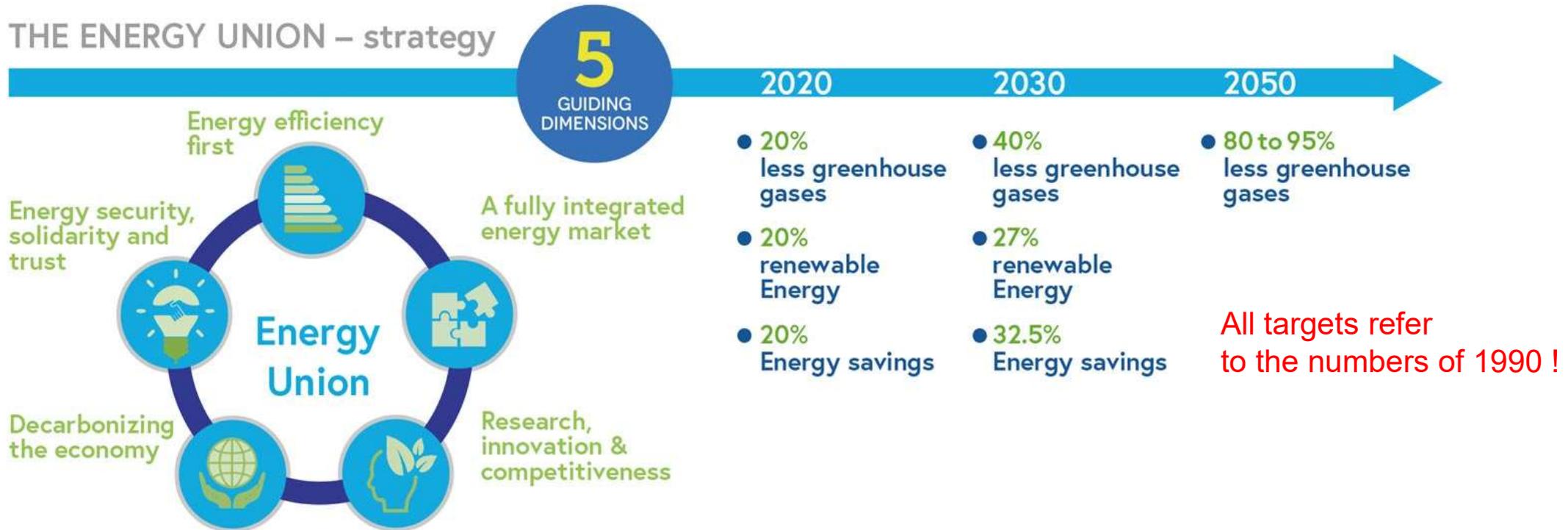
Environmental Sustainability and Climate Protection



Daily production of 800 kg green hydrogen via installed photovoltaic.



Die europäische Industrie hat straffe Ziele



Die Erreichung dieser Ziele ist nicht nur ein gesetzlicher Auftrag, sondern es wird auch Geld und Ärger sparen!

Was heißt Karbon-neutral bzw. Klima-neutral?



Karbon-Neutralität bedeutet, ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen den Mengen an CO₂-Emissionen und CO₂-Absorption zu haben.

Was man an Emissionen nicht mehr reduzieren kann, muss für Karbon-Neutralität kompensiert werden (z.B. Durchführung von oder Beteiligung an Umweltprojekten)



Lt. Schätzungen können Wälder und Wasser ca 10 Gt of CO₂ pro Jahr aufnehmen. 2019 lagen die CO₂- Emissionen global bei 38 Gt.

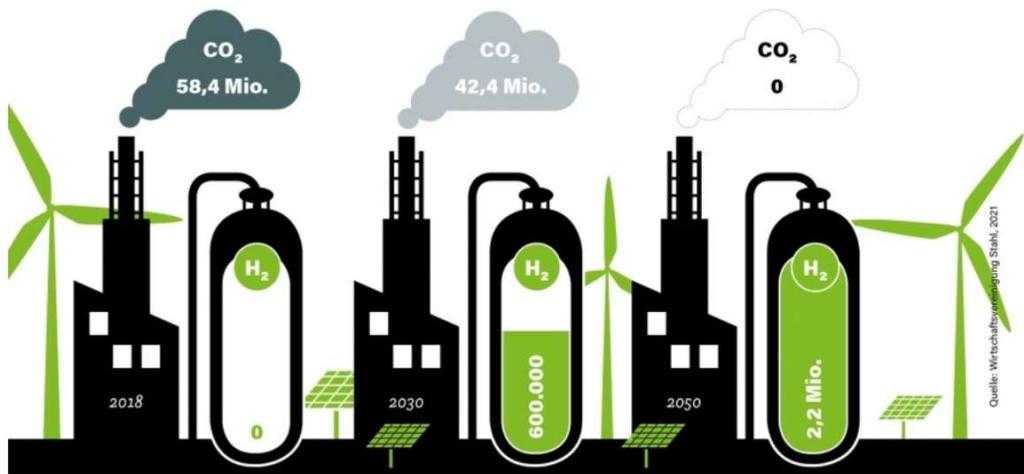
„Grüner Stahl“ = H₂-Stahl



H₂Stahl“ ist Stahl, der über den Einsatz von Wasserstoff den PCF senkt (geringere CO₂-Emissionen).

Bsp.: Deutschlands Rohstahlproduktion:
jährlich ca. 27 Mio Tonnen.

Die Herstellung einer Tonne Rohstahl bedeutet
ca. 1.530 Kilogramm CO₂.



CO₂-Emissionen am Hochofen um
etwa 20 % senken.

→ entspricht 1 Jahr lang
ca. 21.200 VW Golf weniger unterwegs.

Die Automobil-Industrie ist Vorreiter in der CO₂-Neutralität



e.g. BMW setzt immer mehr CO₂-neutralen Stahl ein.

Bis 2030 sollte mehr als 40 % des Bedarfs mit CO₂-neutralem Stahl gedeckt sein.

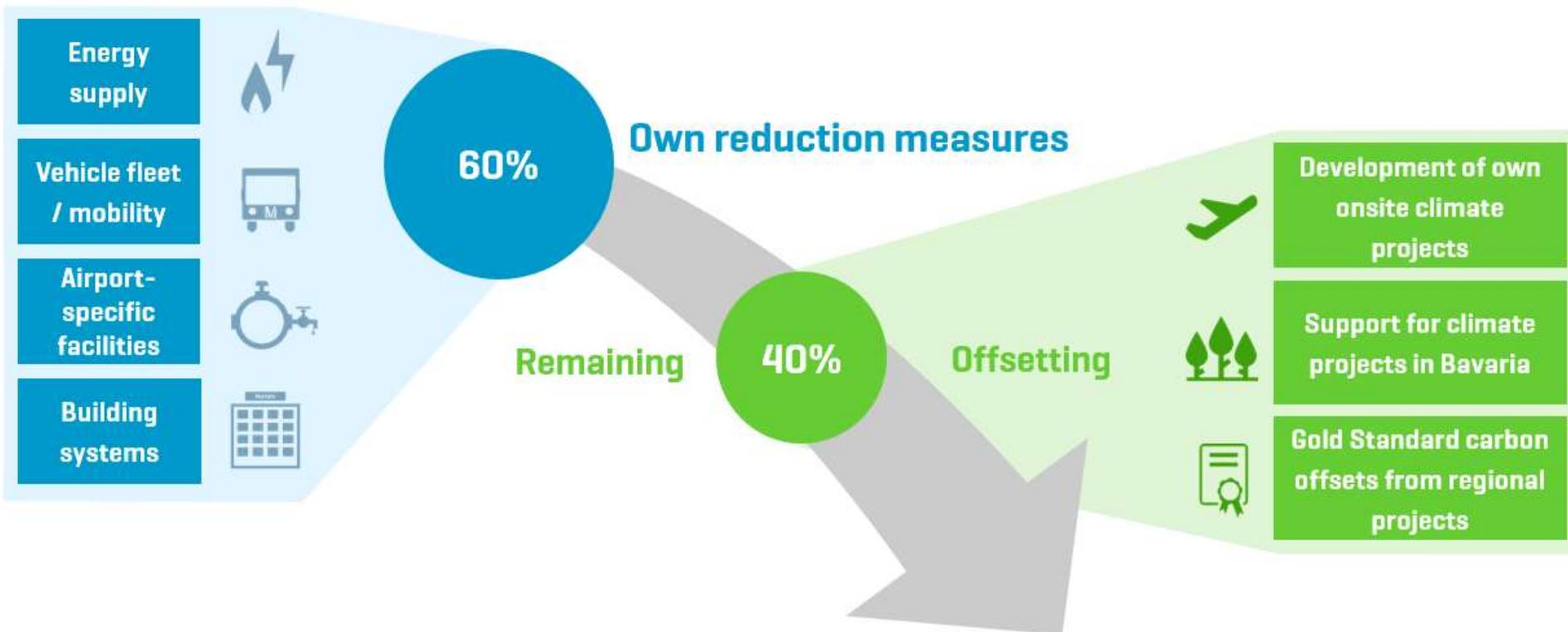
Die CO₂-Emissionen würden damit um 400.000 to/a reduziert sein (-95 %).



Beispiel: Flughafen München

First reduce – then offset

Reducing Munich Airport's CO₂ emissions



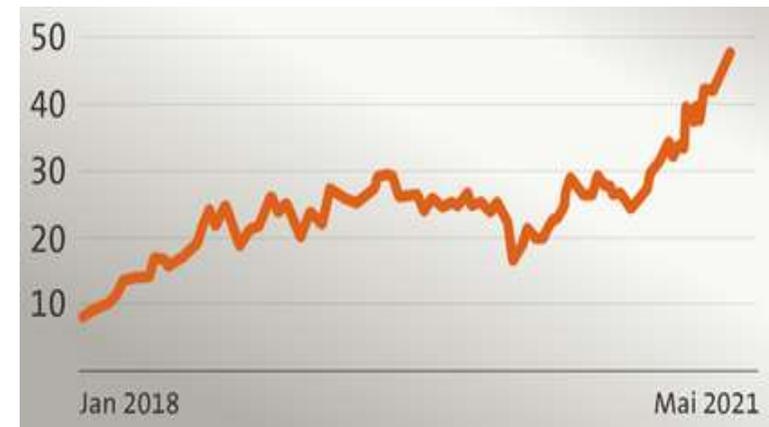
Möglichkeit zur Kompensation (off setting) von Emissionen

Verschmutzer (= all jene über dem gesetzlichen Limit) können Emissionen über den Kauf von **Emissions-Zertifikaten** kompensieren.

Saubere Industrien können ihre positive Emissions-Bilanz verkaufen.

Das **Emission Trading System** (ETS) der EU ist der Markt für solche Zertifikate, wo Investitionen in erneuerbare Energien, Energie-Effizienz oder Low Carbon Technologien gehandelt werden.

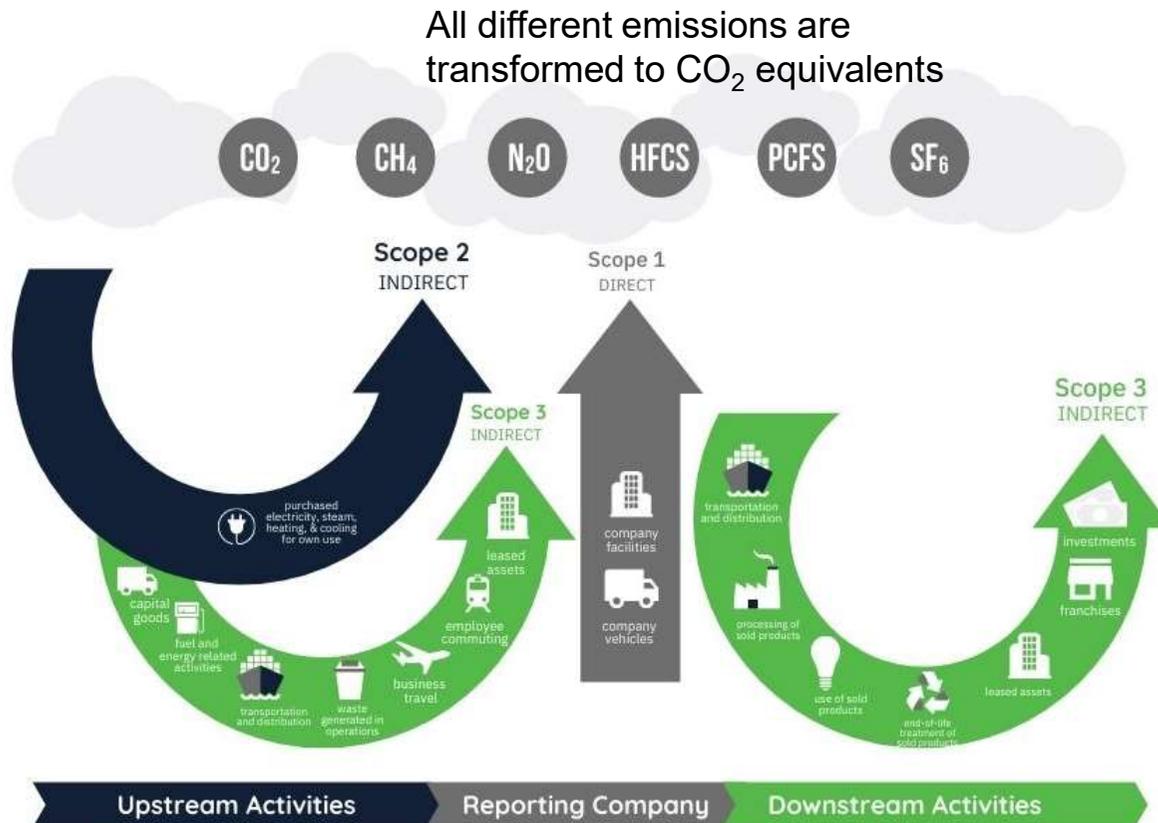
European price for permission to emit one ton of CO2 in €



Around 15.000 facilities with high emission potential are concerned with the ETS. This covers approx. 50 % of all emissions.

GHG-Protocol: Internationaler Standard für CO₂ – Bilanz

Gemäß GHG-Protocol gibt es 3 Klassen von Emissionen: Scope 1, 2 and 3.
Der Unterschied liegt in der Beeinflussbarkeit durch die bilanzlegende Unternehmung.



Die Anwender des GHG-Protocol (dzt. noch freiwillig) müssen Scope 1&2 Emissionen aufzeichnen und darstellen. Die Darstellung von Scope 3 Emissionen sind innerhalb dieses Protokolls noch freiwillig.

Schutz der EU Produzenten vor Mitbewerbern mit „schmutzigen“ Vorprodukten



Jüngste Meldung, Dez. 2022

Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM)

Dieser CO₂-Grenzausgleich soll für Importe von Stahl, Aluminium, Zement, Düngemittel, Strom und Wasserstoff sowie für einzelne Produkte wie Schrauben und Kabel gelten.

Ziel des CBAM ist der Schutz der EU-Unternehmen, die insgesamt für 55 bis 60 % der Industrie-Emissionen Europas stehen. Deren mühsame Anstrengungen sollen nicht unterlaufen werden können.

Testphase in **2023** (Datensammlung zu CO₂-Emissionen einzelner Produkte)

Zieltermin Umsetzung **2026/27** (ab dann müssen Betriebe auch CO₂-Zertifikate kaufen)

Sustainability of Production Systems

Product Responsibility
Production Responsibility
Employee Responsibility
Ethical Responsibility
Social Responsibility
Responsible Partners

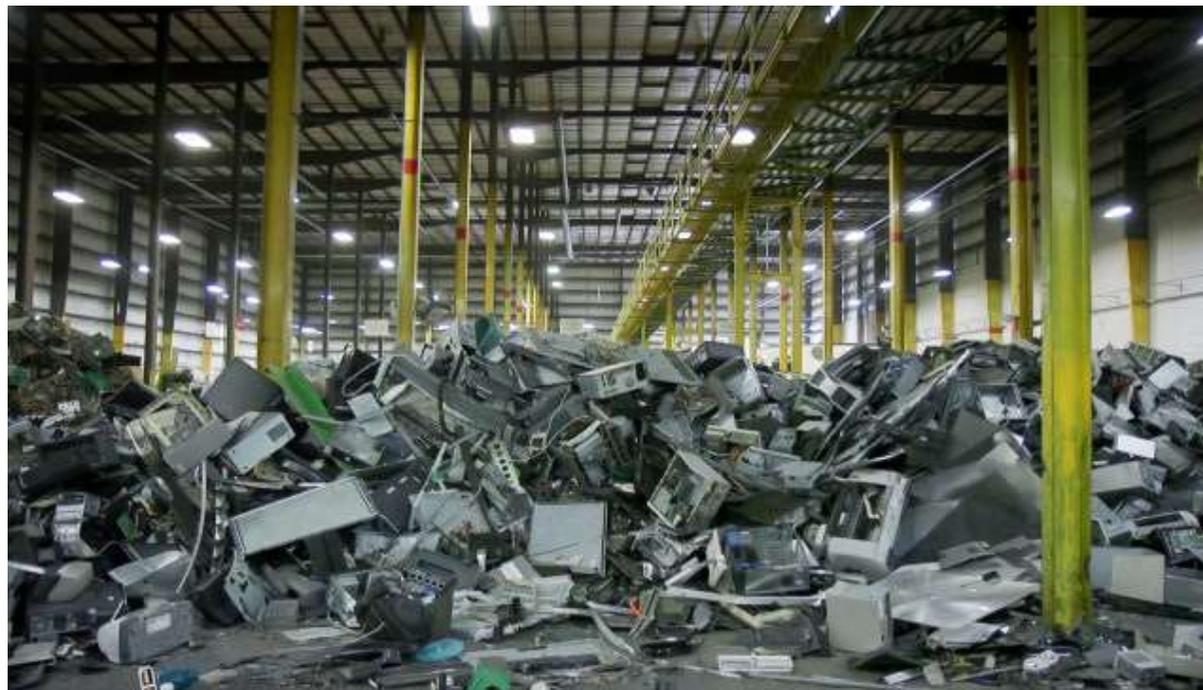


Production responsibility

Material Efficiency
Energy efficiency
Water Protection
Air Protection
Recycling and Disposal
Conservation of Nature & Soil



MATERIAL - EFFIZIENZ



Material-Effizienz: Rohlinge mit „Near Shape“



uses about 400,000 tons of metal every year

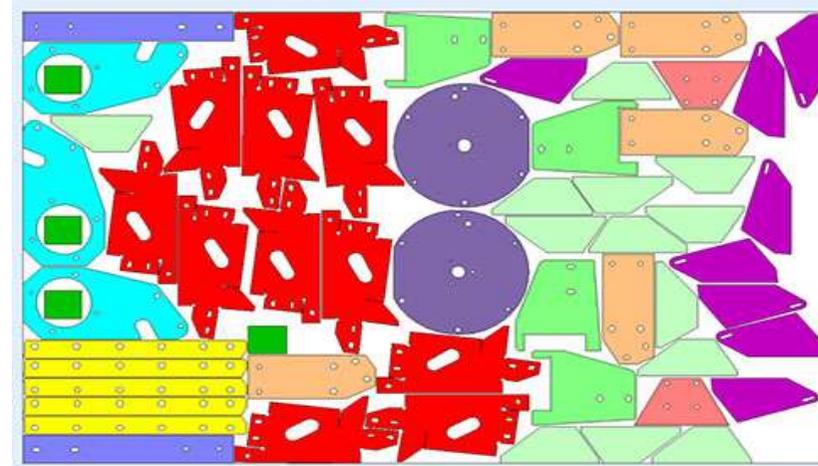
Goal: reduction of demand for raw material consumption by implementing innovative manufacturing process and to increase recycled material use.

Action: Near-net-shape manufacturing concept

- powder metal metallurgy for forming the blank components
- High precision tools and processing for conventional forming

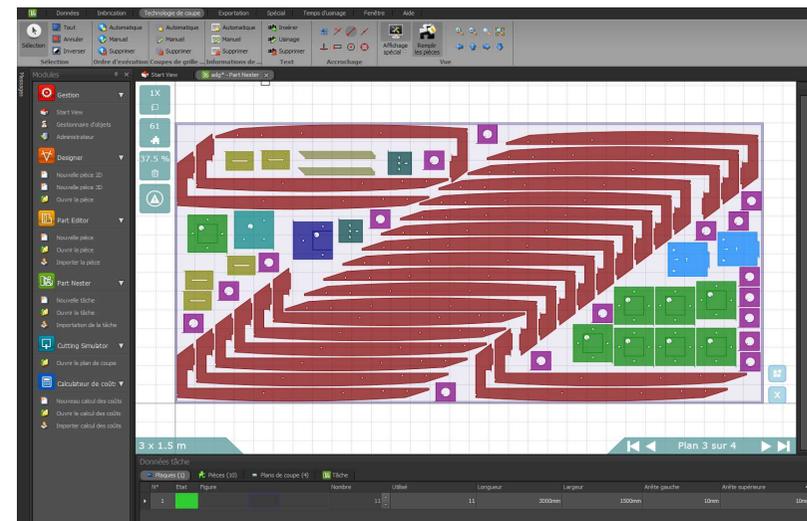
SKF arbeitet mit ISO 14001 Environmental Management System
(für 118 Standorte in 35 Ländern)

Bessere Materialverwertung



Die manuelle Platzierung von Zuschnitten auf einem Rohblech ergibt eine oft schlechte Materialnutzung.

Mittels Nesting Software (ca. 15 k€ kann diese Nutzung bis zu 30 % gesteigert werden.



Klimaneutrale Mineralwasserfabrik



Ziel:

Erreichung der Klimaneutralität
Corporate Carbon Footprint
Product Carbon Footprint

Maßnahmenplan ermöglicht 30 %
Reduktion der Emissionen

Methode: Waren- und Wertstromanalyse

Materialiensubstitution:

Stretchfolie zur
Ladungssicherheit (Energie
und fossil basiertes Material)
→ Biobasierte Folie zum
Wickeln

Materialreduktion I:

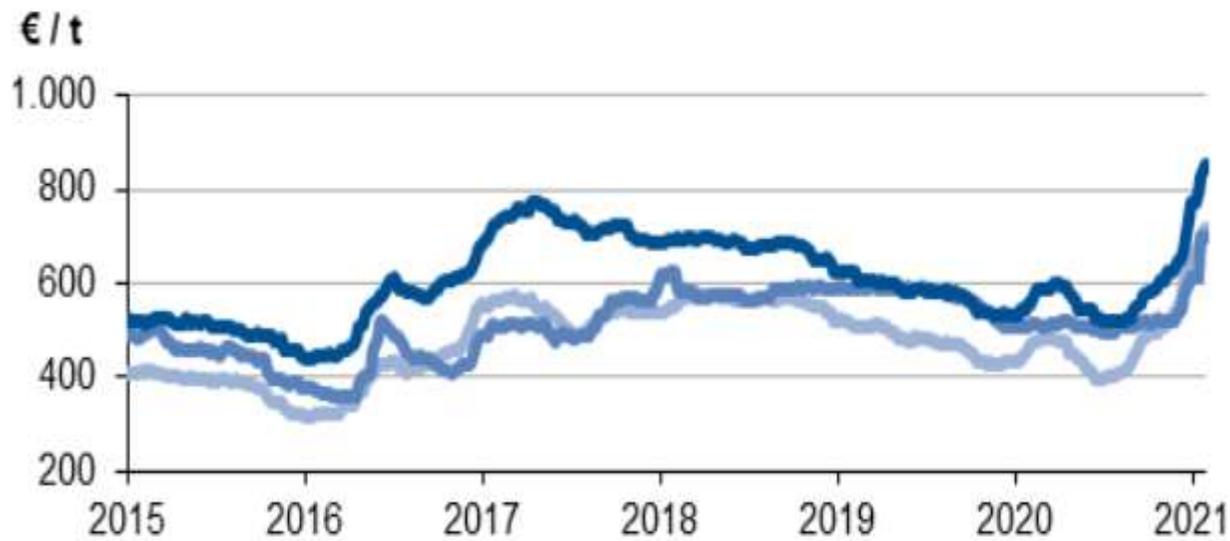
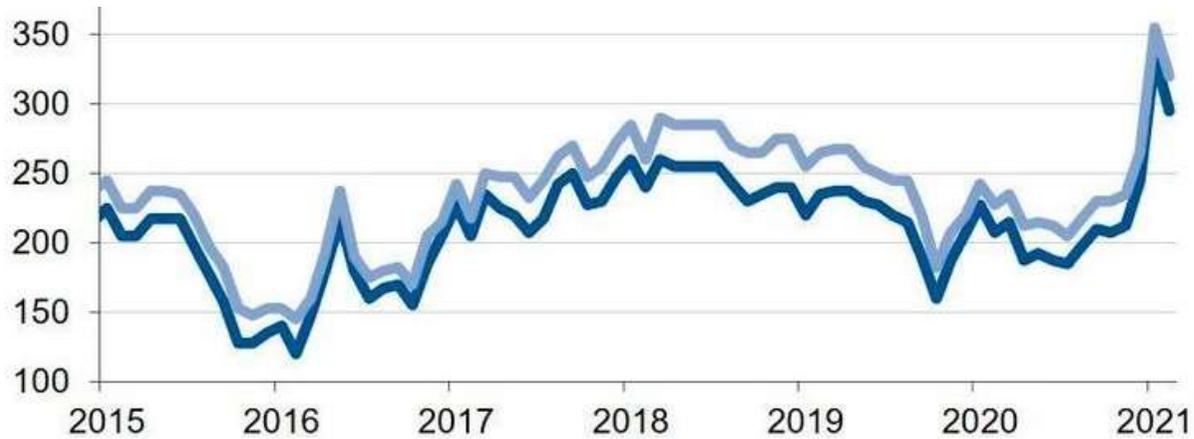
Kunststoffverschluss (für 8%
des gesamten CO₂ Ausstoßes
verantwortlich) → geringere
Wandstärke und Höhe = - 15 %

Materialreduktion II:

Reinigen der Glasflaschen,
Brauchwasser und Spülmittel
→ Aufbereitung und Reduktion
von Brauchwasser



Abfälle und Verschnitt sind Wertstoffe



- Thin Sheet, zinc coated
- Wire rod
- Hot wide strip

Cleverer Verpackungskonzepte steigern die Materialeffizienz und senken die Materialkosten

- Use standard carriers for reuse to a maximum.
- In case of series production with partners design specified carriers
- At least use materials ready for being recycled (e.g. wrapping material and support structures made of paper or cardboard)
- Light weight construction saves material and energy for transportation

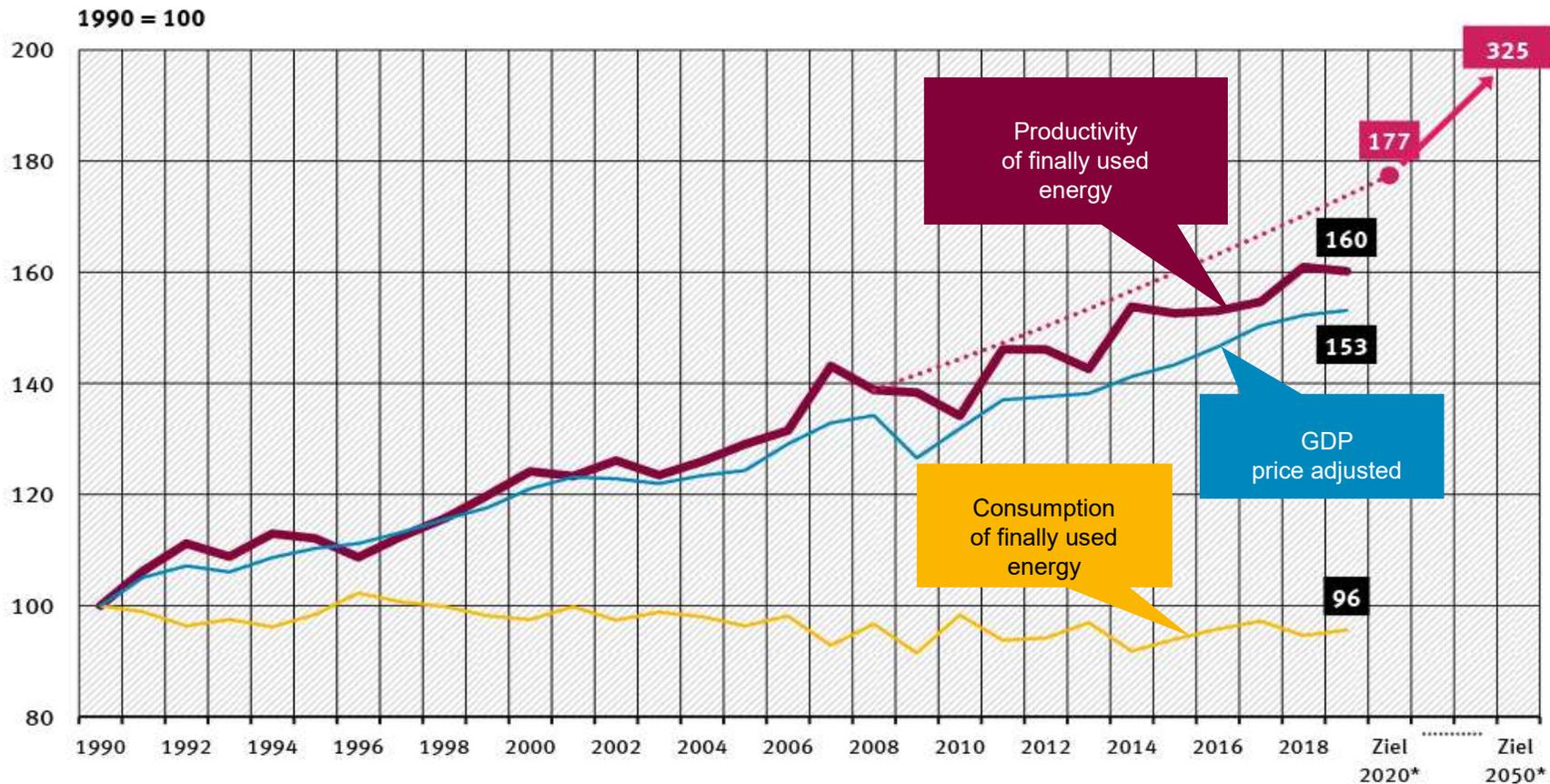


ENERGIE - EFFIZIENZ



1/3 der in Österreich verwendeten Energie geht in die Industrie

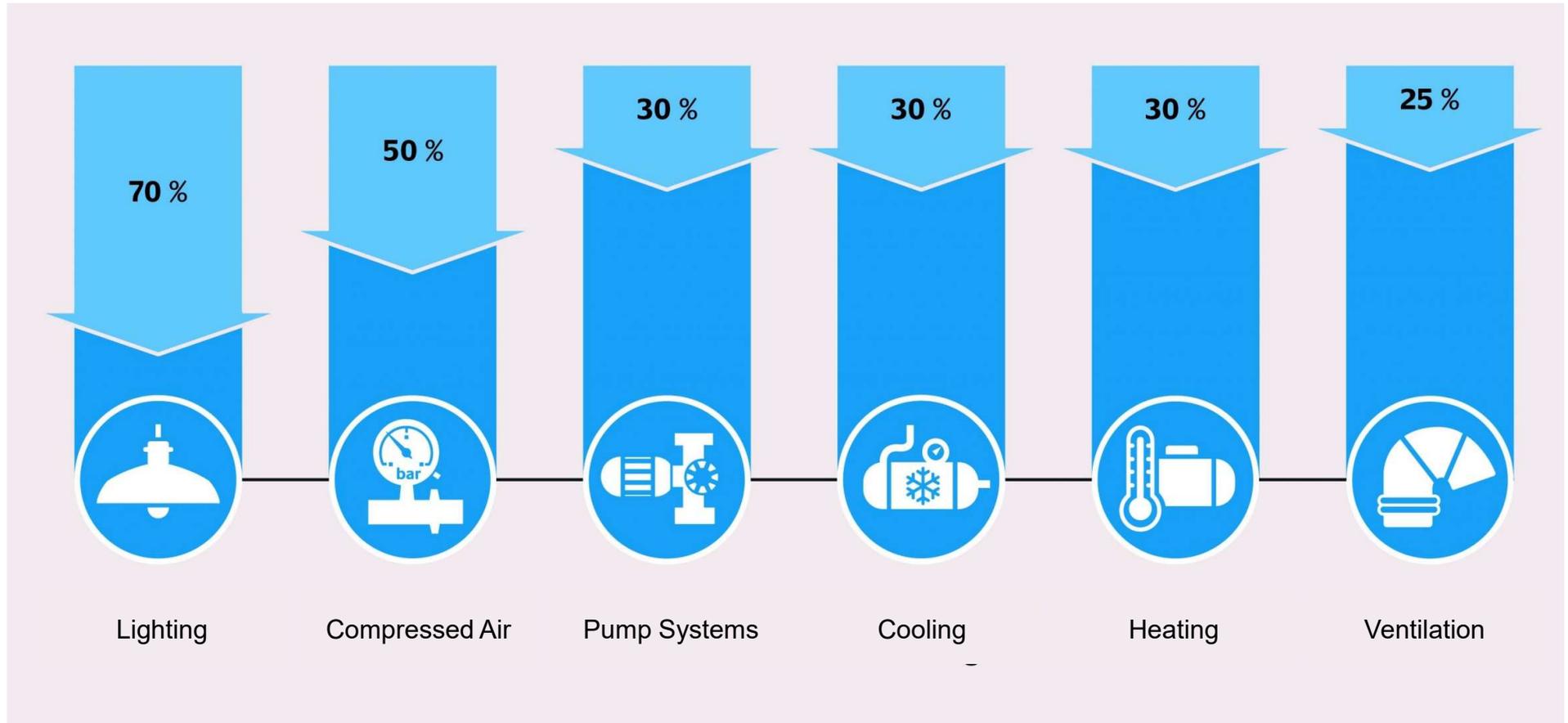
Energie-Effizienz und Energie-Produktivität



For a systematic approach the standard **ISO 50001** (Energy management system EnMS 50001) is helpful.



Energie-Spar-Potentiale in der Industrie



SOURCE: Initiative Energieeffizienz, dena, 06/2014
Further Informations at www.industrie-energieeffizienz.de

Energie-Effizienz benötigt Transparenz

Es gibt ausreichend, um Energieverbräuche sichtbar zu machen (Wer Wann Wieviel)
 Viele dieser SW-Pakete sind ISO 50001 (Energie Management System) kompatibel



Source: Pri:logy GmbH

Typical Features:

- Continuous Data Analysis
- Automated Reporting and Alarm
- Scalable Integration of facilities and devices (vendor independent)

Energie-Effizienz betrifft auch die bauliche Infrastruktur

The **ETA factory** of TU Darmstadt is an energy efficient model factory of the future and follows an interdisciplinary approach by regarding

- **Building**
- **Machinery**
- **Technical Infrastructure**



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

In order to reduce

- energy consumption &
- CO₂- emissions

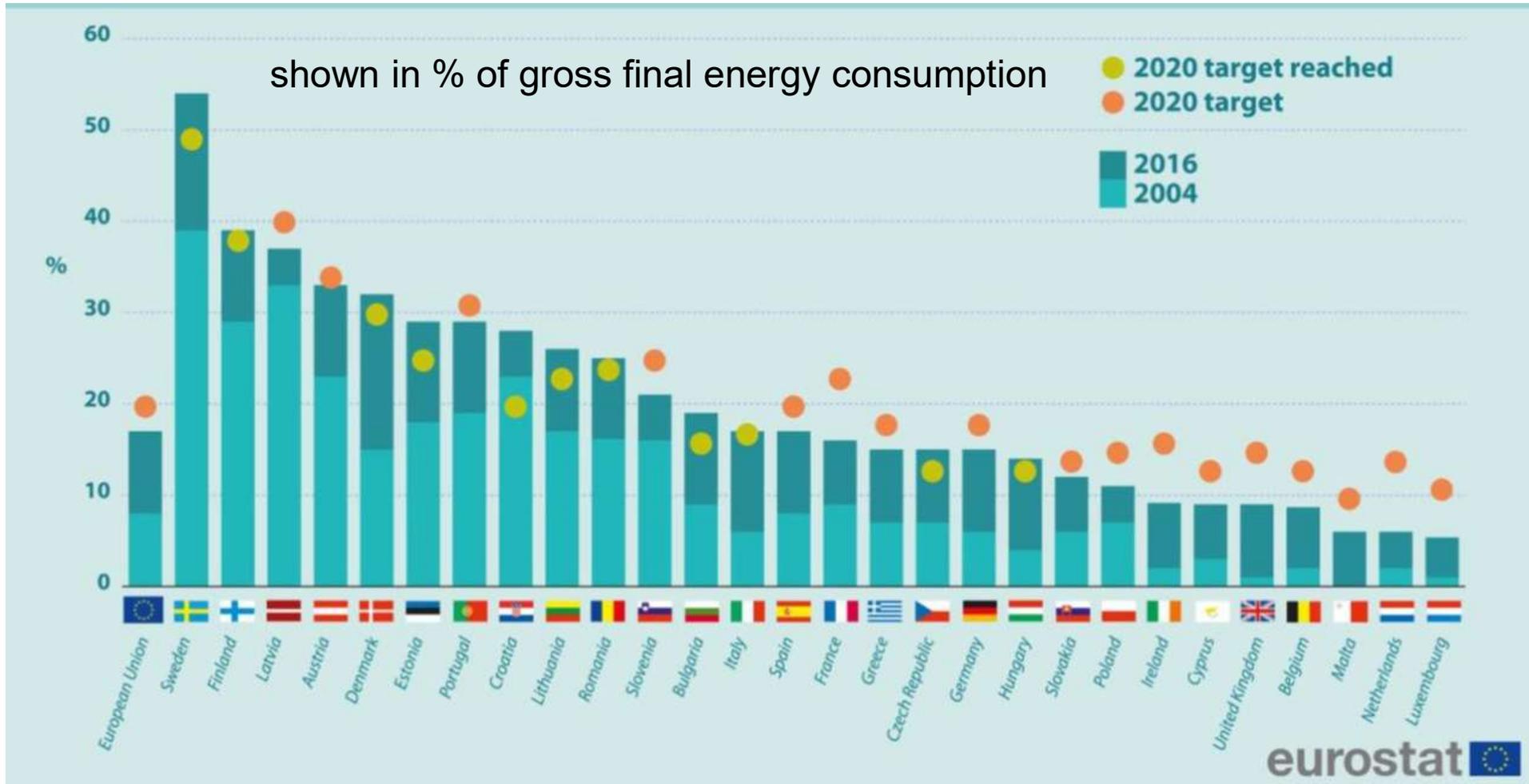
of industrial production processes.



www.eta-fabrik.tu-darmstadt.de



Anteil der Energie aus erneuerbaren Quellen im EU-Vergleich





Zusammenfassung

- Industrie 5.0 ist weniger eine neuerliche technologische Revolution, sondern betont in der Folge auf Industrie 4.0 die Themen Menschzentrierung, Resilienz und Nachhaltigkeit.
- Assistenzsysteme und digitale Fortbildung sind Kernansätze, um die immer weniger arbeitenden Menschen zu entlasten und in ihren Entscheidungen zu unterstützen.
- Resilienz ist eine Fähigkeit, die in guten Zeiten aufgebaut werden muss, um sie in der Krise verfügbar zu haben. Risikoanalyse, Ressourcenstreuung und trainierte Flexibilität sind wichtige Instrumente für gelebte Resilienz.
- Nachhaltigkeit ist ein Auftrag in Verantwortung gegenüber den nächsten Generationen. Infolge zunehmender gesetzlicher Regelungen wird die Freiwilligkeit dazu immer geringer. Nachhaltiges Arbeiten sollte dennoch mehr als Chance denn als Bedrohung gesehen werden.

Ihre Anmerkungen?

Ihre Fragen ?

