

Wahlfach Fertigungstechnik FS08

- **Prof. Dr. Konrad Wegener**

Fachgebiet Werkzeugmaschinen und
Fertigungstechnik

- **Dipl.-Ing. Carl Wyen**

Vorlesungsassistent
Übung Trennen



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IWF

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

Fertigungstechnik

1.1 Zielsetzung:

- Funktionen Fertigungsbetrieb
- Wichtigste Fertigungsverfahren kennen
 - Einsatzgebiet
 - Anwendungsgrenzen
- Grundkenntnisse der Fertigungsmittel
- Kenntnisse zur Verwirklichung von Produktideen
- Kenntnisse zur eigenen Vertiefung



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IWF

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

1.1 Fertigungstechnik als Memory



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IWF

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

1.1 Fokusvertiefung Produktionstechnik

Ausbildungsziele

Kenntnisse für die Erstellung
von Fertigungsmitteln



Kenntnisse für die Verwirklichung
von Fertigungsaufgaben



Fertigungsorganisation, Fertigungsplanung



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IWF

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing



Vorlesungsplan Wahlfach Fertigungstechnik 4. Semester:

Termin:	Dozent	Thema
27.02.	K. Wegener	Grundlagen der Fertigung
05.03.	K. Wegener	Fertigungsorganisation
12.03.	P. Hora	Verfahren des Umformens 1
19.03.	P. Hora	Verfahren des Umformens 2
26.03.	Osterferien 21.03. – 30.03.	
02.04.	K. Wegener	Umformmaschinen / Trennen
09.04.	K. Wegener	Grundlagen der Zerspanung 1
16.04.	K. Wegener	Grundlagen der Zerspanung 2
23.04.	Exkursion	
30.04.	K. Wegener	Drehen
07.05.	K. Wegener	Lasertechnik
14.05.	W. Knapp	Qualität
21.05.	F. Kuster	WZM als mechatronisches System
28.05.	K. Wegener	Verfahrenswahl, Ausblick

Organisation

Vorlesung:

- Mittwoch,
14:15 – 16:00 Uhr
- Hörsaal ML H44

IWF

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

Wahlfach Fertigungstechnik FS08 - Übungen

Übungsübersicht Wahlfach Fertigungstechnik 4. Semester

Übung	Titel	Übungsleiter	Ort
A	Demo Spanlänge / Prozessüberwachung	R. Margot, (A. Gil Boeira)	CLA A5
B	Demo Hexaglide / Simulation	C. Jaeger, (M. Steinlin)	CLA A5
C	Übung Zerspanungswerkzeuge	A. Weber, (R. Glaus)	CLA D14.1
D	Übung Elemente einer Werkzeugmaschine	M. Suter, (M. Gull)	CLA A5
E	Übung Werkstückmesstechnik	T. Liebrich, (J. Mayr)	CLA B2
F	Demo betriebliche Simulation eines FFS	Z. Sarosi, (F. Sellmann)	CLA F40
G	Übung Verschleiss, Spanform	F. Wagner, (G. Vargas)	CLA B2
H	Übung Umformtechnik IVP	Dr. Reto Gruebler	CLA F2
I	Übung Betriebsorganisation	T. Lorenzer, (R. Hofer)	HG D3.1
K	Übung Zerspanung	E. Weingartner, (A. Gil Boeira)	ML H34.3
L	Übung Trennen	Z. Sarosi, (C-F. Wyen)	ML J37.1

Wahlfach Fertigungstechnik FS08 - Übungen

Übungsübersicht Wahlfach Fertigungstechnik 4. Semester

Übung	Titel	Übungsleiter	Ort
A	Demo Spanlänge / Prozessüberwachung	R. Margot, (A. Gil Boeira)	CLA A5
B	Demo Hexaglide / Simulation	C. Jaeger, (M. Steinlin)	CLA A5
C	Übung Zerspanungswerkzeuge	A. Weber, (R. Glaus)	CLA D14.1
D	Übung Elemente einer Werkzeugmaschine	M. Suter, (M. Gull)	CLA A5
E	Übung Werkstückmesstechnik	T. Liebrich, (J. Mayr)	CLA B2
F	Demo betriebliche Simulation eines FFS	Z. Sarosi, (F. Sellmann)	CLA F40
G	Übung Verschleiss, Spanform	F. Wagner, (G. Vargas)	CLA B2
H	Übung Umformtechnik IVP	Dr. Reto Gruebler	CLA F2
I	Übung Betriebsorganisation	T. Lorenzer, (R. Hofer)	HG D3.1
K	Übung Zerspanung	E. Weingärtner, (A. Gil Boeira)	ML H34.3
L	Übung Trennen	Z. Sarosi, (C-F. Wyen)	ML J37.1

- Organisation Übung:
 - 11 Übungen A - L
 - Exkursion
- Einführung zu den Rechenübungen H - L im Anschluss an diese Vorlesung



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IWF

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

Wahlfach Fertigungstechnik FS08 - Übungen

Übungsplan Wahlfach Fertigungstechnik 4. Semester:

Termin:	Laborübung/Demo							Hörsaalübung			
Mittwoch	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L
27.02.	Gemeinsame Einführung in die Rechenübungen H – L für alle Gruppen im ML H44										
05.03.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12.03.	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
19.03.	10	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9
26.03.	Osterferien 21.03. – 30.03.										
02.04.	9	10	11	1	2	3	4	5	6	7	8
09.04.	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6	7
16.04.	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6
23.04.	Exkursion										
30.04.	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5
07.05.	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4
14.05.	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3
21.05.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2
28.05.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1

- Übung
 - Mittwochs,
16:15 – 17:00 Uhr
- Einteilung in Kleingruppen gemäss Liste
- Testat:
 - Aktive Teilnahme an 10 von 11 Übungen,
 - Exkursion zählt als Übung



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IWF

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

Wahlfach Fertigungstechnik FS08

- Sprechstunden:
 - Jeden Mittwoch, 17:15 – 18:00 (im Anschluss an die Übung)
 - K. Wegener: CLA G2
 - C. Wyen: CLA F33, E-Mail: wyen@iwf.mavt.ethz.ch
- Prüfung:
 - Schriftlich, Prüfungsrelevant: Übung & Vorlesung
 - Zulassungsbedingung: Testat erfüllt
 - Zugelassene Hilfsmittel:
 - Taschenrechner ohne Formelspeicher
 - 10 Seiten Notizen auf DIN A4 (geheftet)
- Alle Infos auch auf www.iwf.mavt.ethz.ch



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IWF

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

1.1 Fokusvertiefung Produktionstechnik

Voraussetzung: Vorlesung Fertigungstechnik

Die Fokusvertiefung enthält drei Schwerpunkte

- Allgemeine Fertigungstechnik
- Umformtechnik

In der Fächerauswahl soll der Studierende in einem dieser Schwerpunkte mindestens 12 cts belegen.

Die restlichen 8 cts sind frei und können aus den Schwerpunktvorlesungen oder dem Wahlfachbereich gewählt werden.



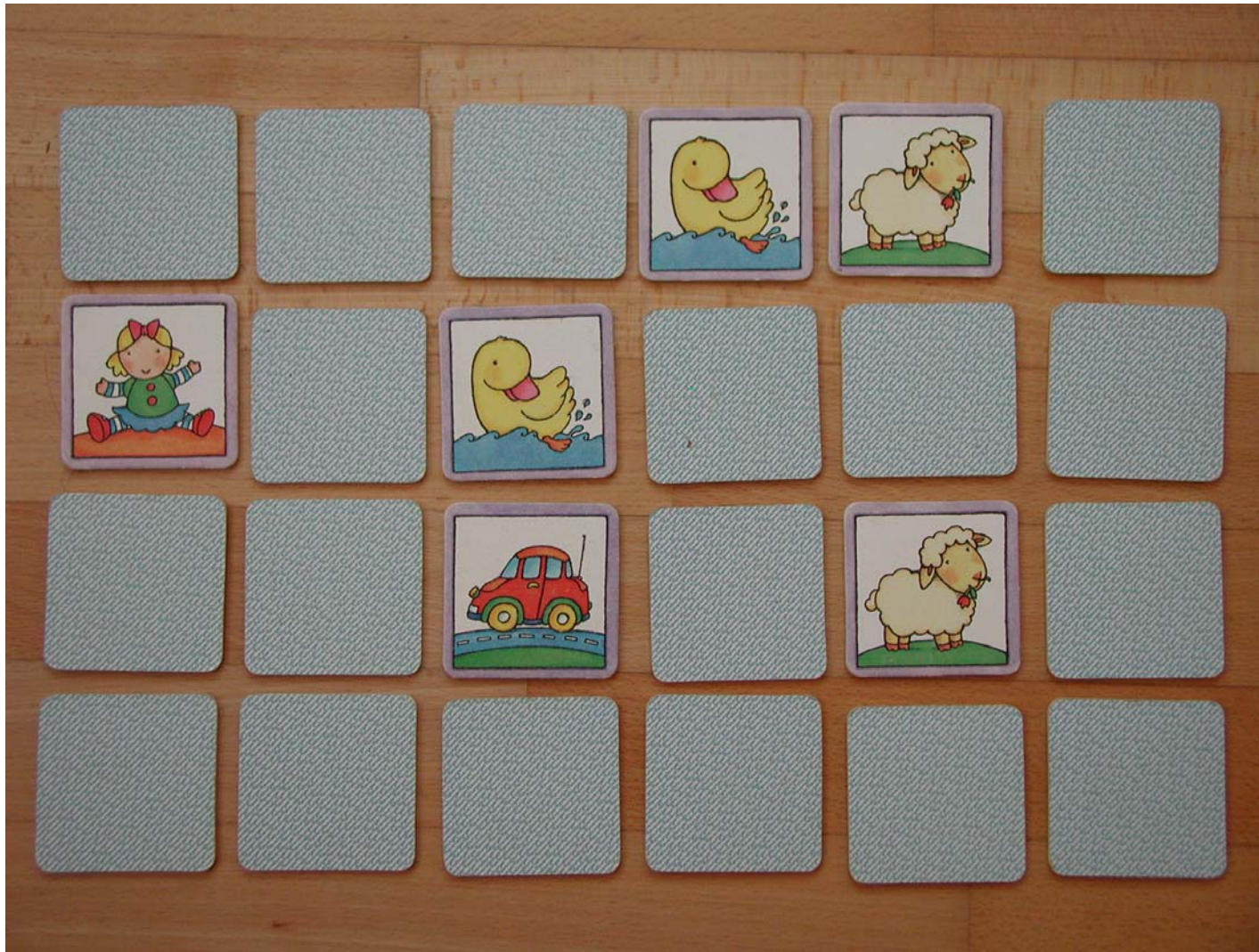
ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IWF

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

1.1 Fertigungstechnik als Memory



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IWF

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

1. Warum Produktionstechnik

Für keine Volkswirtschaft der Welt hat die Fertigungstechnik eine so hohe Bedeutung wie für die Schweiz.

Ohne Fertigungsinfrastruktur keine Technologieentwicklung.

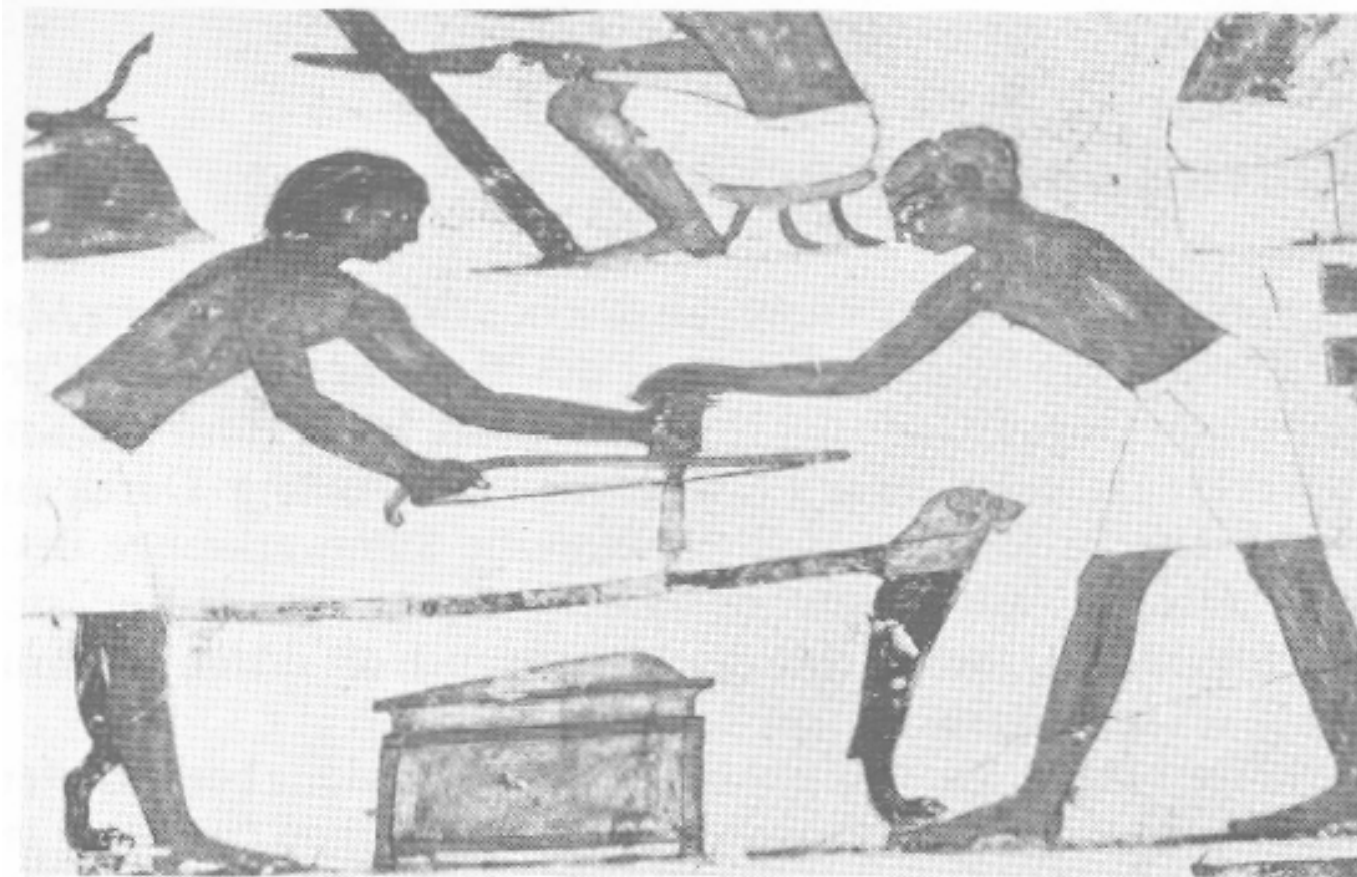
Statistik Werkzeugmaschinen (Zahlen für 2006)

(Quelle: Gardner Publications, Inc)

Land	Produktion			Verbrauch			Export		Bilanz	
	[Mio \$]	Rang	[\$/K/a]	[Mio \$]	Rang	[\$/K/a]	[Mio \$]	Rang	[Mio \$]	[\$/K/a]
Schweiz	2840	8	381.1	867	15	116.4	2514	5	1973	264.7
Japan	13522	1	106.2	7433	2	58.4	6889	2	6089	47.8
Deutschland	10277	2	124.7	5176	4	62.8	7519	1	5101	61.9
China	7000	3	5.4	12940	1	10.0	1160	8	- 5940	- 4.6
Italien	5452	4	93.9	3553	6	61.2	3258	3	1899	32.7
Korea	4144	5	85.3	5044	5	103.8	1650	7	- 900	- 18.5
Taiwan	3692	6	162.3	2540	7	111.6	2923	4	1152	50.7
USA	3625	7	12.4	6257	3	21.4	1810	6	- 2631	- 9.0

Alpenraum → Europas Werkzeugmaschinenschmiede
14951 Mio \$, 25.4% der weltweiten WZM - Produktion

1.4 Historie



Fiedelbogenbohrer 1450 v. Chr., belegt seit 2500 v. Chr.



ETH

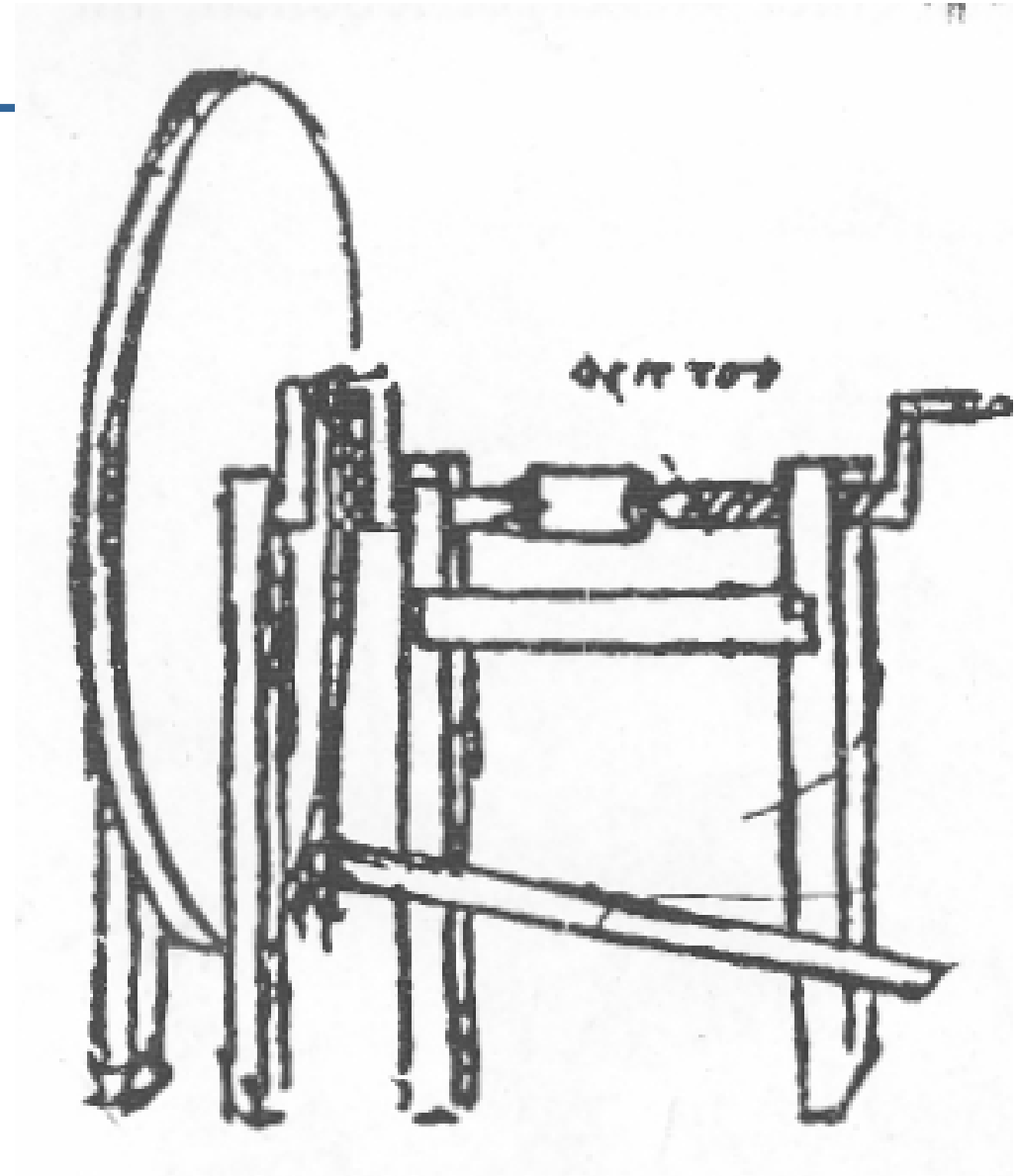
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IWF

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

1. Historie

Wippdrehmaschine zum
Schraubendrehen um 1500



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IWF

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

1. Historie

1500 Kanonenbohren

1690 Papin: atmosphärische
Dampfmaschine

1770 Beckmann, Göttingen:
Beginn wissenschaftliche
Erforschung der Bearbeitungs-
verfahren

1774 Wilkinson: Zylinderbohrmaschine
Metallbearbeitung
Steigerung der Genauigkeit

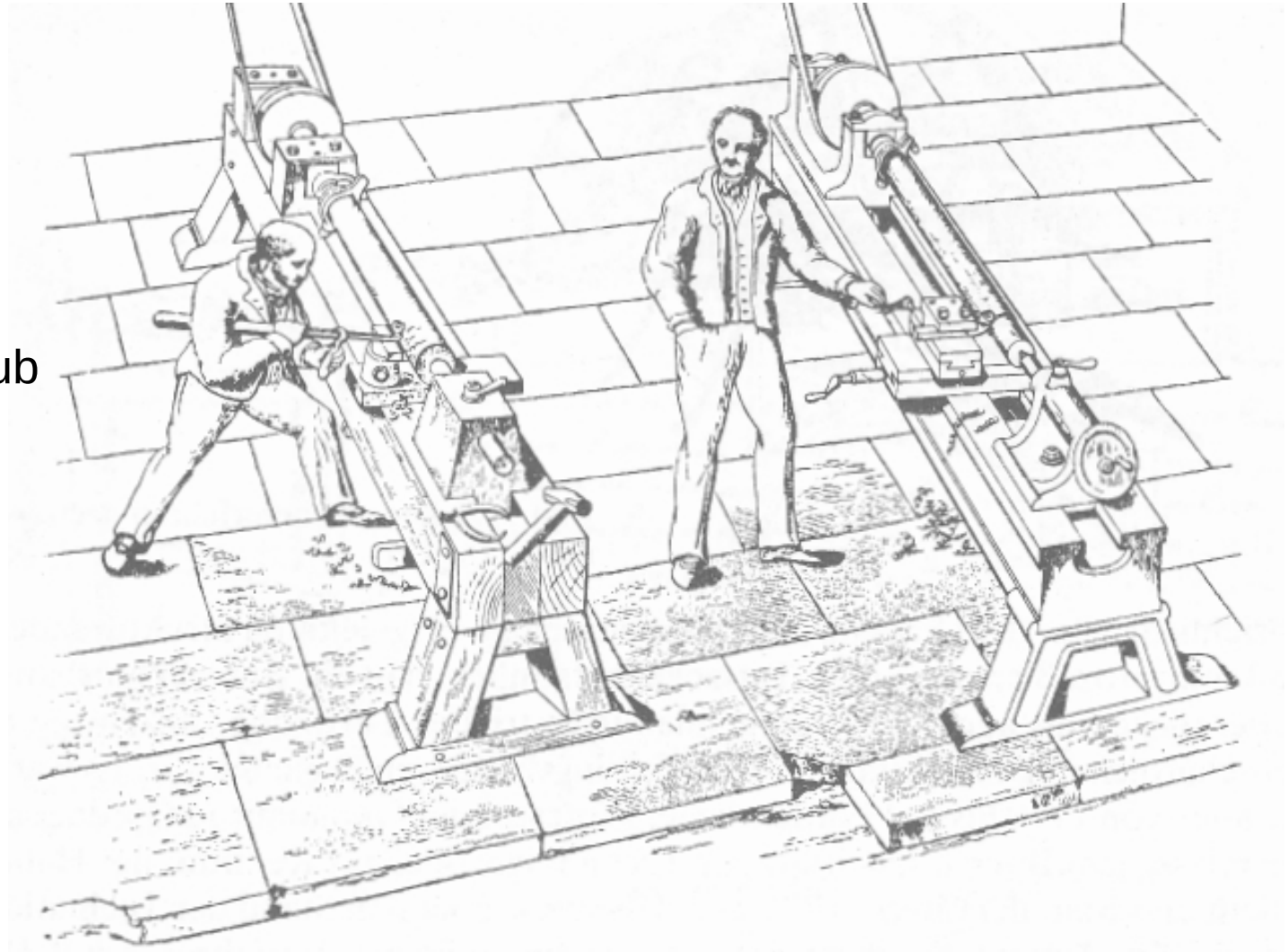
1890 Taylor: Erforschung Zerspanung
Grundlegende Arbeiten zur
Organisation der Fertigung

1904 Berlin Lehrstuhl für Werkzeug-
maschinen, Fabrikbetrieb und
Fabrikanlagen, Berlin



1. Historie

Supportdrehmaschine
von Maudslay mit
Transmissionsantrieb
1794:
automatischer Vorschub



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IWF

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

1. Historie

Entwicklung der Drehmaschine

1925: Eigenantrieb

1960: Geschlossenes Gestell für hohe Steifigkeit,
Hydraulische Nachformeinrichtung nach Schablone

1978: numerisch gesteuert, keine Handräder, Fahren über
Tastendruck oder per Programm

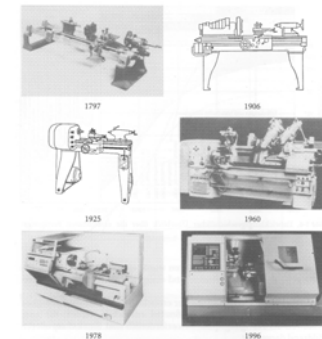
1996: Kapselung, Schrägbett, Werkzeugrevolver, angetriebene
Werkzeuge, Bearbeitungssimulation, Überwachung und
Ferndiagnose

Steuerung:

1942 Programmschaltungen

1953 Beginn NC – Technik

1975 CNC – Steuerungen mit Digitalrechner



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

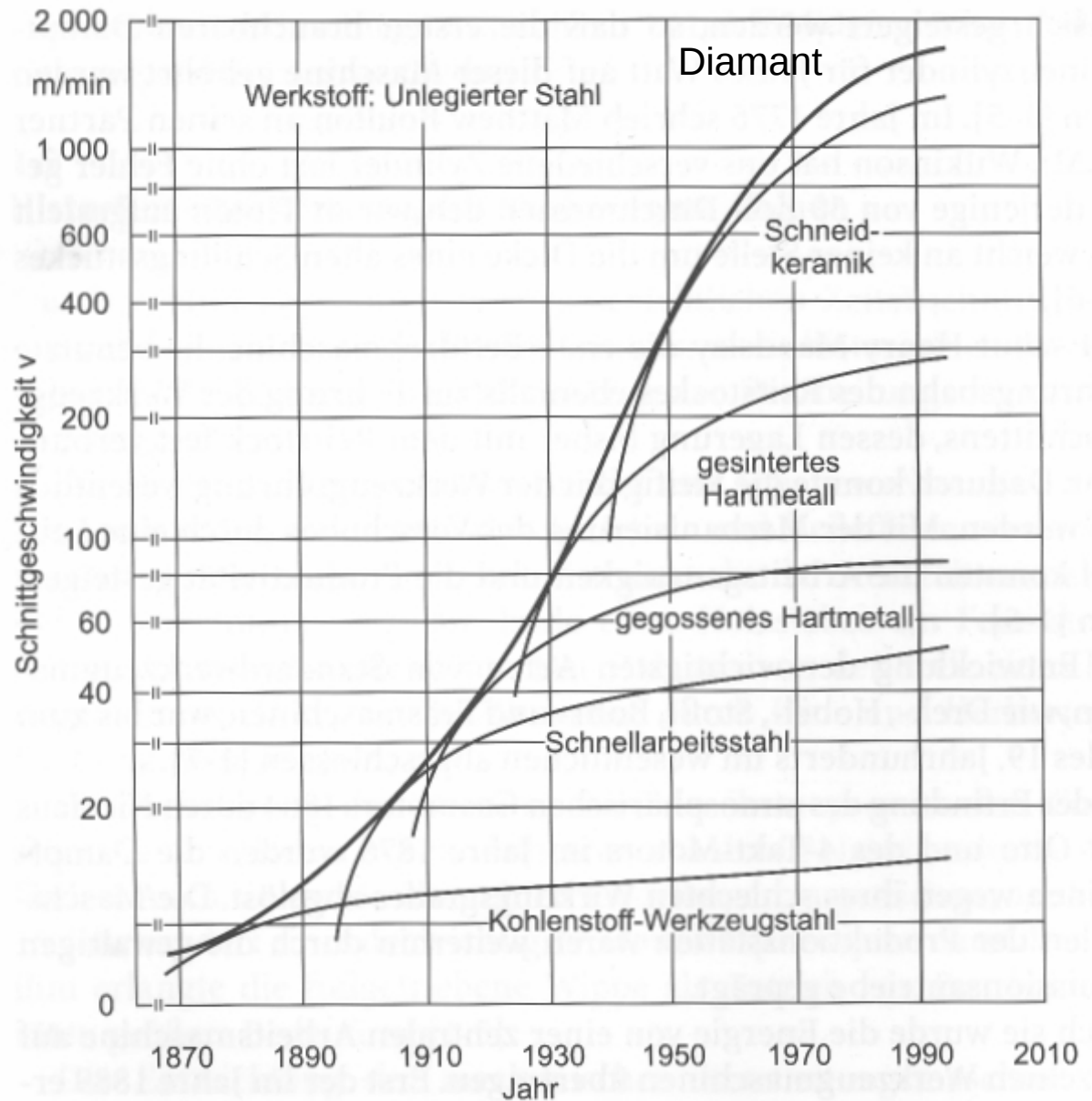
IWF

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

1. Historie

Entwicklung der
Schnittgeschwindigkeit
beim Drehen: Folge der
Werkstoffentwicklung

Folgerung:
Maschinenentwicklung



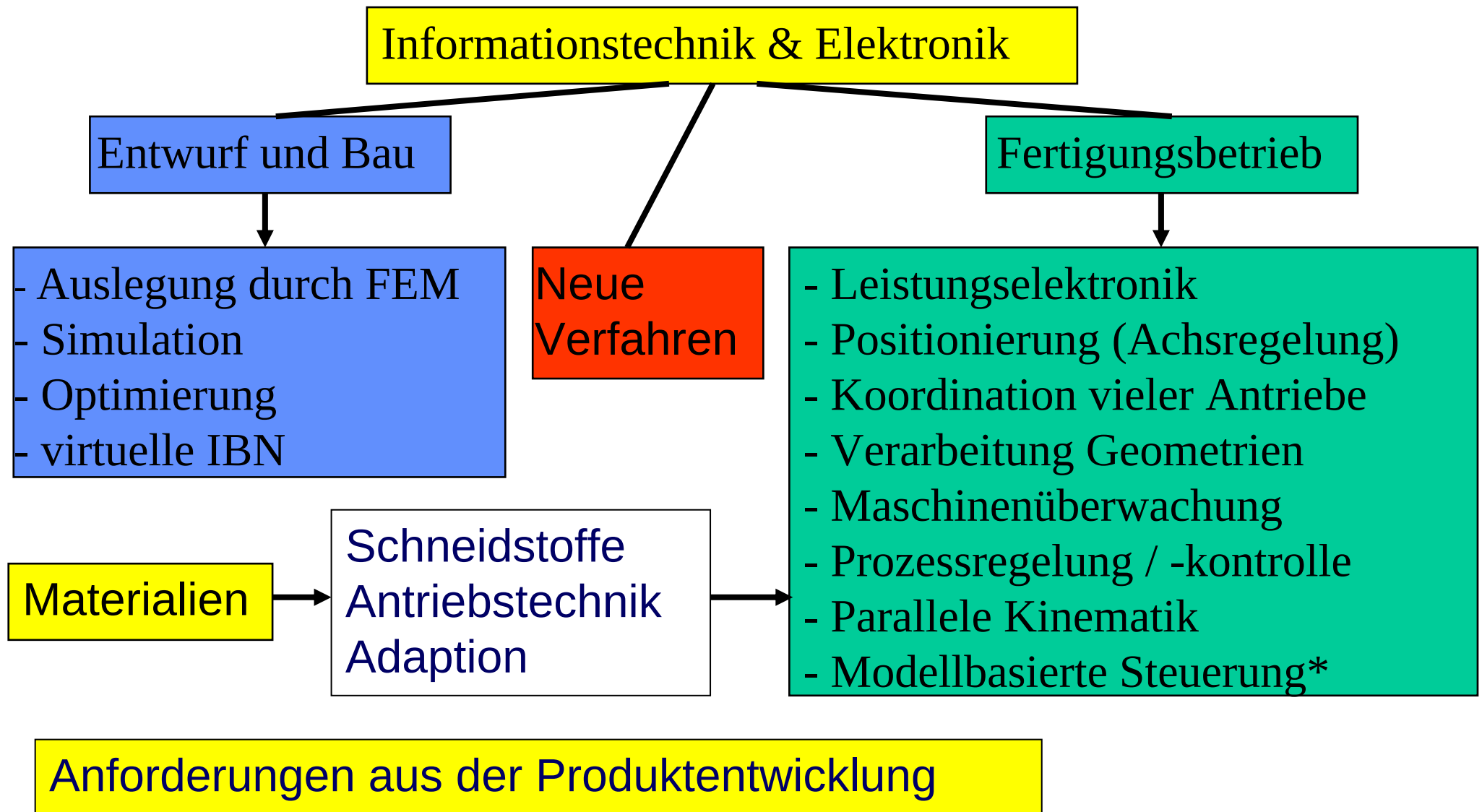
ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IWF

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

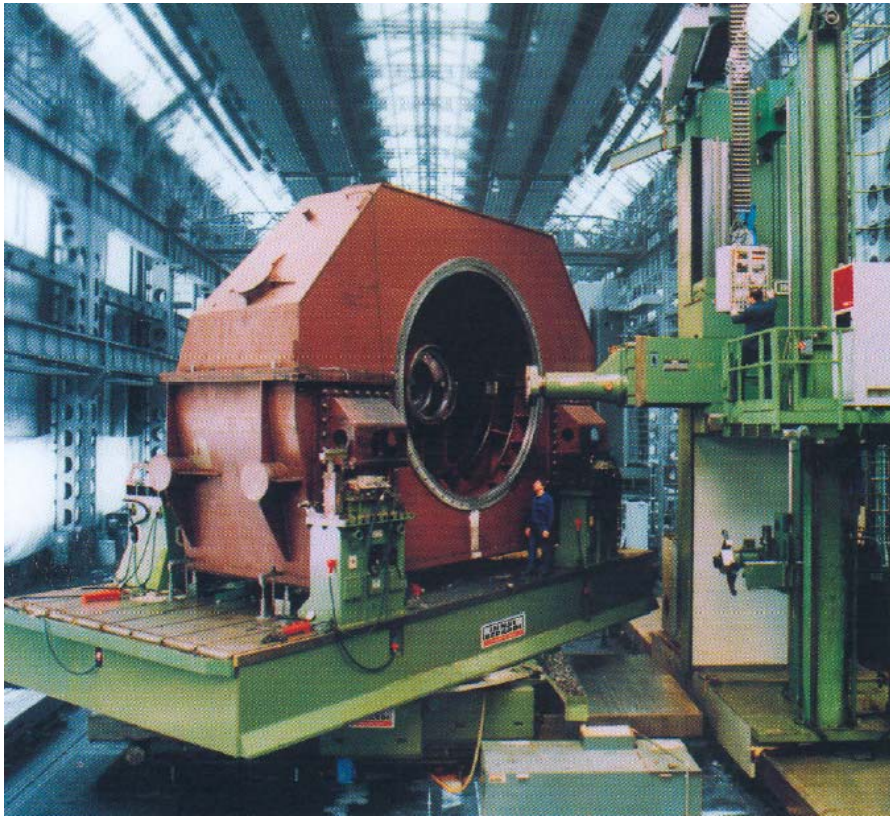
1.4 Innovationstreiber



1. Historie

Vergleich serielle mit paralleler Kinematik

Genauigkeit aus dem
Maschinenbau



Bessere Dynamik durch
geringe bewegte Massen



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IWF

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

1. Historie

Fertigungstechnik ist interdisziplinär:

- Prozesse, Maschinen
- Mechanik, Elektrik, Elektronik, Informationstechnik, Optik, Werkstoffe, Physik

Profilschweissen:

- Neues Verfahren: Laserhybrid

- Mechatronisches Gesamtsystem:

- Postprozessor
- 2 CNC – Steuerungen
- 27 Achsen
- 4 Sensoren
- 2 Kameras mit Bildverarbeitungssystem

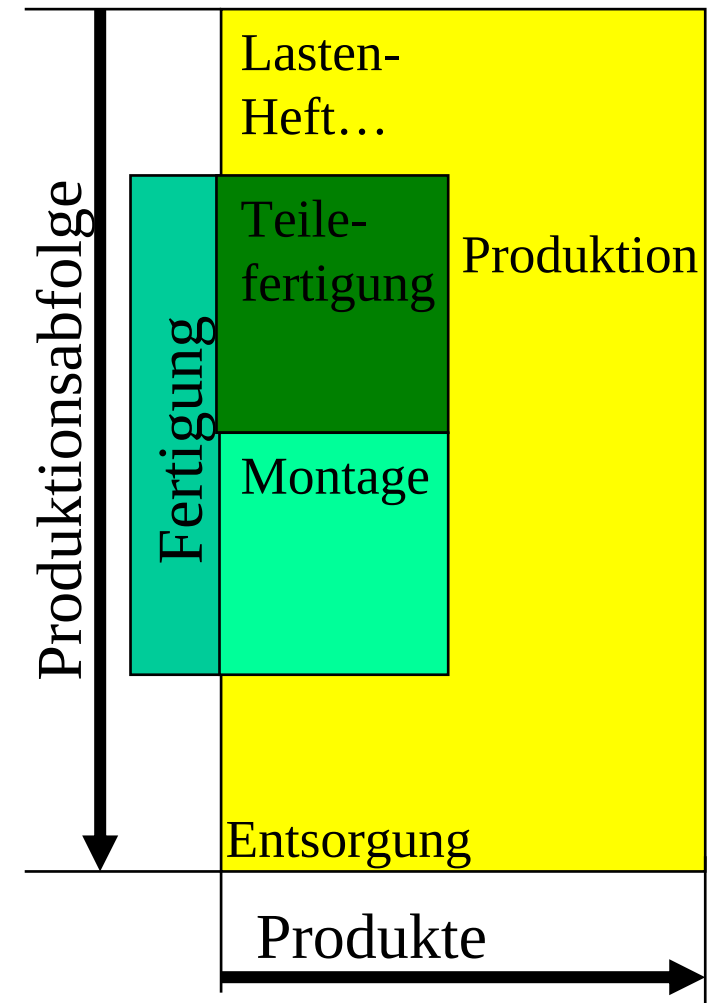


IWF

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

2. Systematisierung der Fertigungsverfahren

- Fertigen ist das Herstellen von Werkstücken mit geometrisch bestimmter Gestalt und festgelegten stofflichen Eigenschaften
- Fertigungsverfahren sind Methoden zur Erzeugung von geometrisch bestimmten festen Körpern
- Die Fertigung besteht aus der Teilefertigung und Montage
- Die Montage umfasst Vorgänge, die dem Zusammenbau geometrisch bestimmter Körper dienen.
- Unter Produktion versteht man die Summe der Tätigkeiten einschliesslich der Planungsschritte zur Erzeugung eines materiellen Produkts. Sie beginnt beim Lastenheft und endet bei der Entsorgung.



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IWF

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

2. Einteilung der Fertigungsverfahren

Das **Fertigungsverfahren** umfasst die grundsätzliche Beschreibung der Art wie Stoffzusammenhalt oder Eigenschaften verändert werden können.

Der **Fertigungsprozess** ist der konkret an einem Produkt ablaufende Vorgang.

Ein Fräsprozess braucht ein Teil, an dem der Vorgang abläuft.

DIN 8580

Zusammenhalt schaffen	Zusammenhalt beibehalten	Zusammenhalt vermindern	Zusammenhalt vermehren	
1. Urformen, Formschaffen	Form ändern 2. Umformen	3. Trennen	4. Fügen	5. Beschichten
	6. Stoffeigenschaften ändern Umlagern von Stoffteilchen	Aussondern von Stoffteilchen	Einbringen von Stoffteilchen	

Zusätzlich 7: Stoffaufbereitende Verfahren

2. Fertigungsverfahren: 1. Urformen

Urformen ist Fertigen eines festen Körpers aus formlosem Stoff durch Schaffen des Zusammenhaltes. Dabei treten die Stoffeigenschaften des Werkstückes bestimmbar in Erscheinung.

Bei einigen Urformverfahren können auch Hilfsstoffe, z.B. Bindemittel verwendet werden.

Urformverfahren werden auch beim Fügen und Beschichten verwendet.

Metalle: Giessen mit verllorener Form, Druckguss, Kokillenguss, Schleuderguss, Wachsausschmelzverfahren

Kunststoffe: Schleudergiessen, Spritzgiessen, Pressen, Extrudieren,



ETH

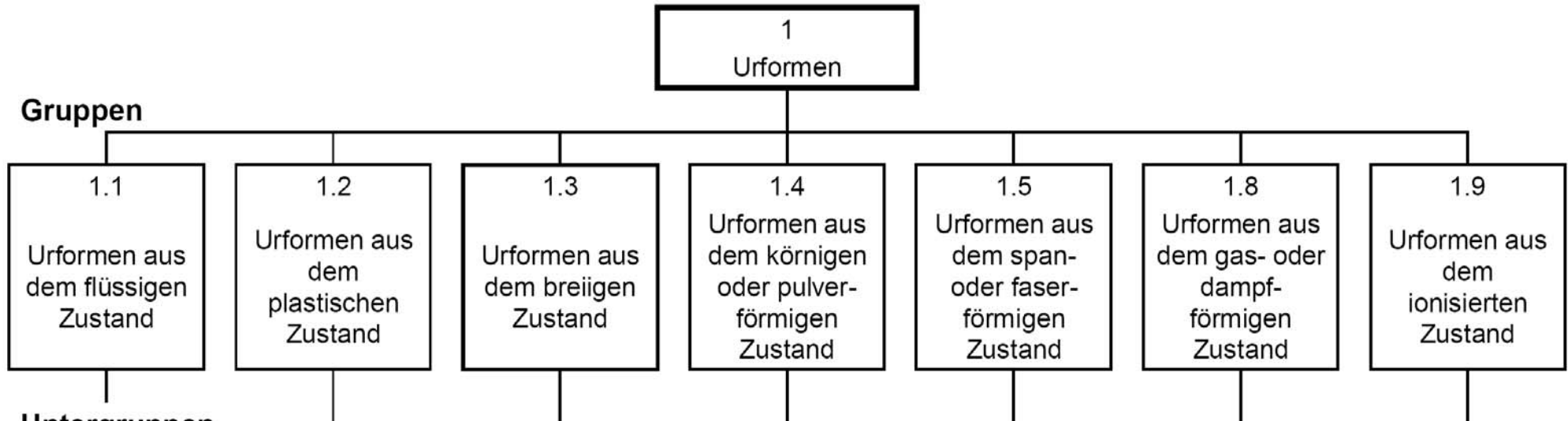
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IWF

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

2. Fertigungsverfahren: 1. Urformen

Hauptgruppe



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

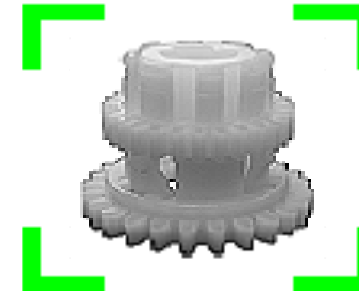
IWF

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

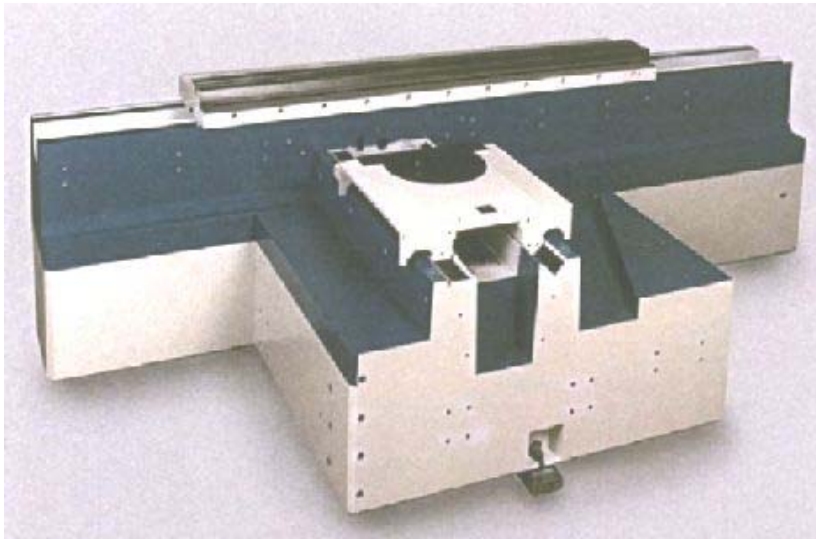
2. Fertigungsverfahren: 1. Urformen



Spritzguss



Miniatursierung



Mineralguss

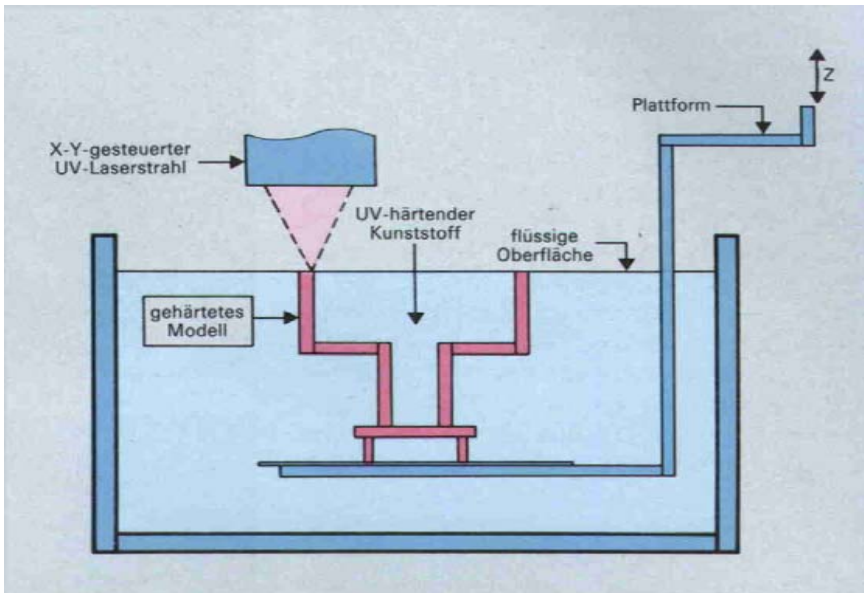


Werkzeuge



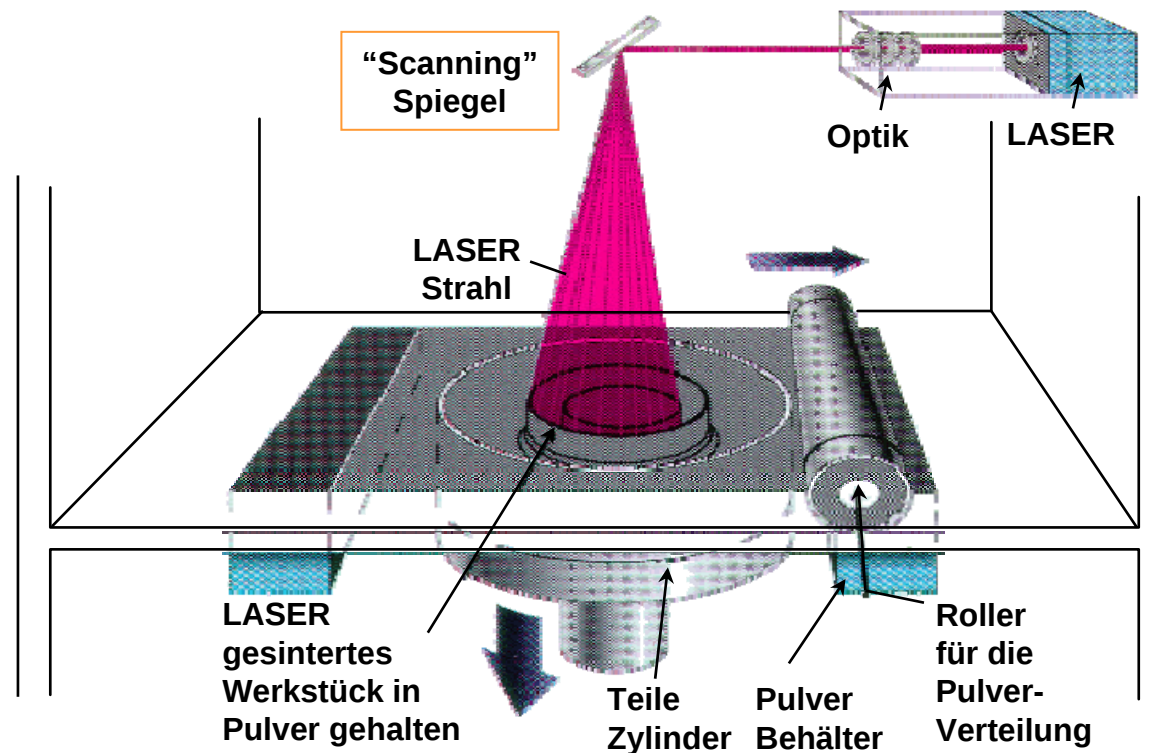
Al - Druckguss

2. Fertigungsverfahren: 1. Urformen



Generative Verfahren:
Ohne materialisierte Hilfsmittel
werden Bauteile direkt aus 3 – D –
Daten erzeugt.

- Stereolithographie
- selektives Lasersintern
- selektives Laseraufschmelzen



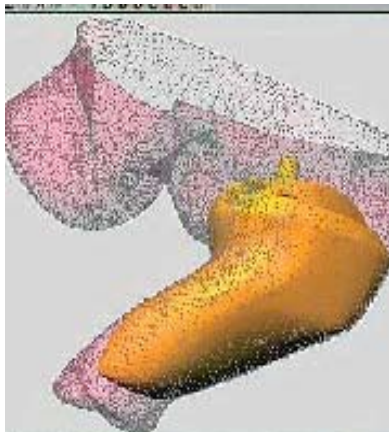
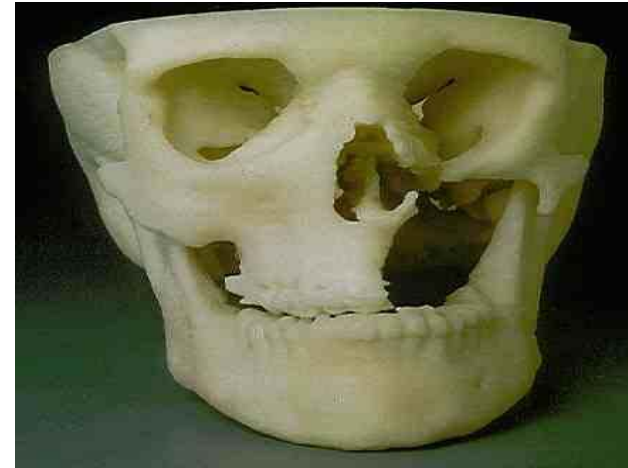
ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IWF

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

2. Fertigungsverfahren: 1. Urformen



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IWF

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

2. Fertigungsverfahren: Umformen

Umformen ist Fertigen durch bildsames (plastisches) Ändern der Form eines festen Körpers. Dabei werden sowohl die Masse als auch der Zusammenhalt beibehalten.

Umformverfahren werden auch beim Fügen verwendet.

Walzen, Blechumformung,
Massivumformung, Schmieden,
Innenhochdruckumformung



ETH

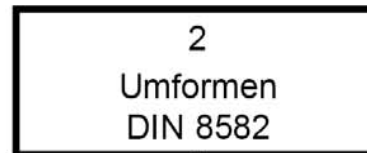
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IWF

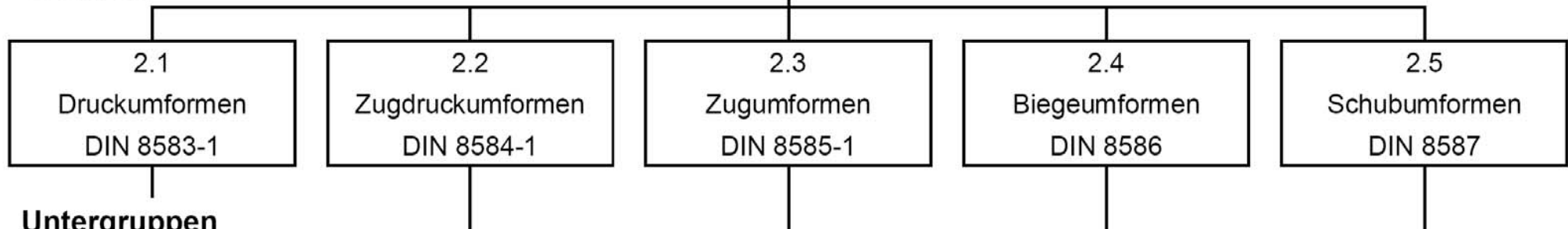
Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

2. Fertigungsverfahren 2. Umformen

Hauptgruppe



Gruppen



Untergruppen



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IWF

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

2. Fertigungsverfahren: 2. Umformen



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



IWF

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

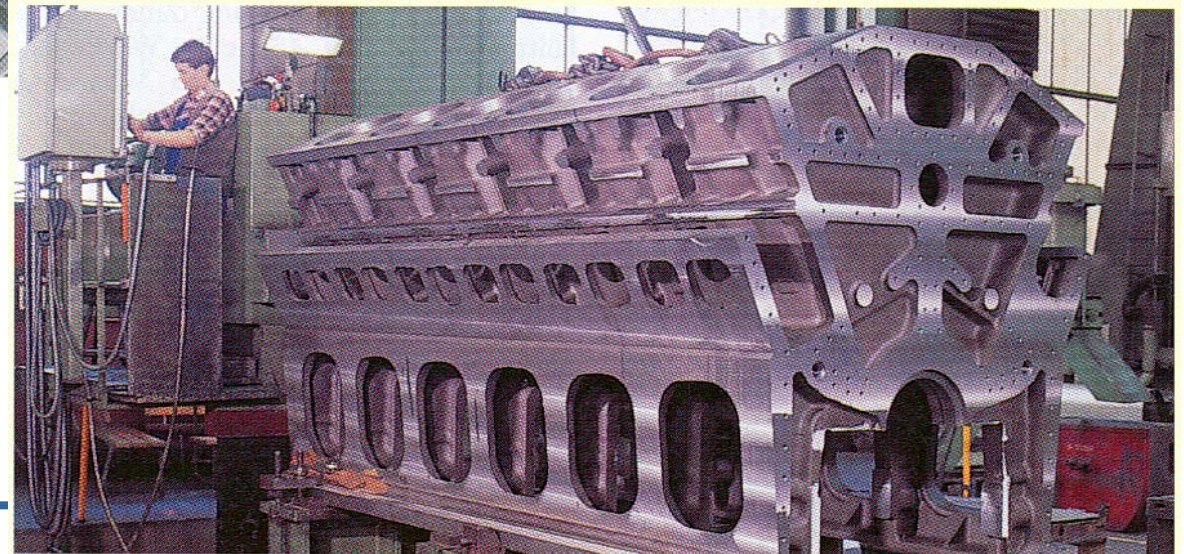
2. Fertigungsverfahren: 3. Trennen

Trennen ist Fertigen durch Ändern der Form eines festen Körpers, wobei der Stoffzusammenhalt örtlich aufgehoben wird.

Dabei ist die Endform ganz in der Ausgangsform enthalten.



Spanende Verfahren:
Fräsen, Drehen, Bohren, Schleifen
Stanzen, Wasserstrahlschneiden,
Laserschneiden, Funkenerosion,
chemisches Abtragen, Brechen

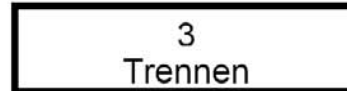


ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

2. Fertigungsverfahren: 3. Trennen

Hauptgruppe



Gruppen



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IWF

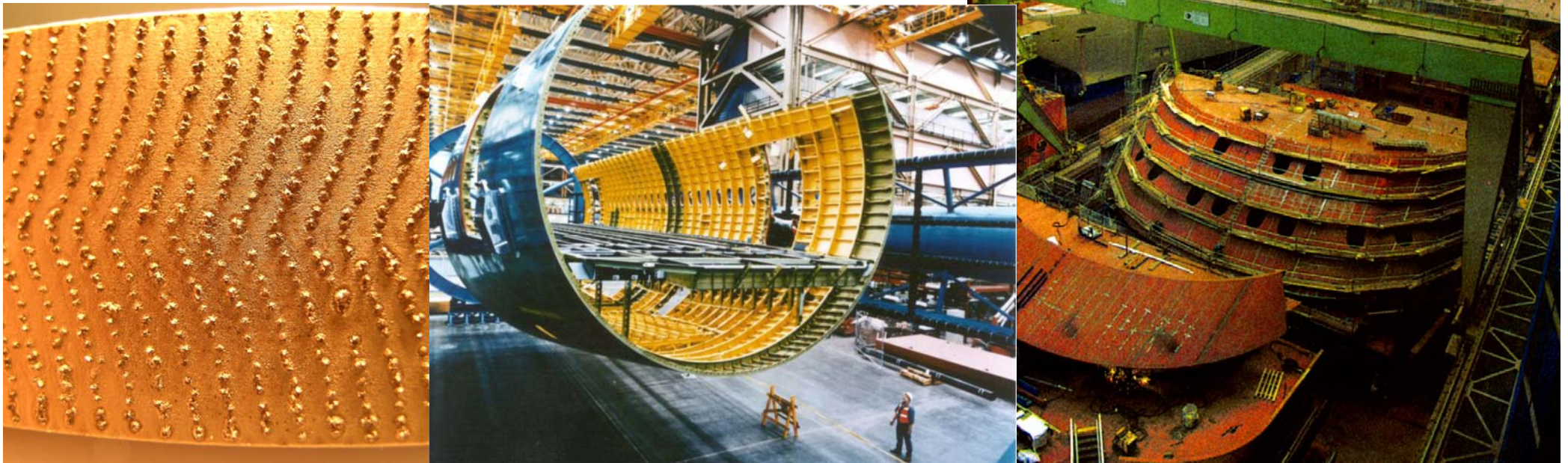
Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

2. Fertigungsverfahren: 4. Fügen

Fügen ist auf Dauer angelegtes Verbinden wobei mindestens ein Fügepartner von geometrisch bestimmter Form sein muss.

Lösbare und unlösbare Verbindungen, .

Schweissen, Kleben, Löten, Nieten, Schrauben,
Füllen, Zusammensetzen, Angalvanisieren,
Ausgiessen



2. Fertigungsverfahren: 5. Beschichten

Beschichten ist Fertigen durch Aufbringen einer fest haftenden Schicht aus formlosem Stoff auf ein Werkstück.

Nicht Plattieren,

PVD, CVD, Galvanisieren,
Lackieren



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

2. Fertigungsverfahren: 6. Stoffeigenschaft ändern

Fertigung durch Verändern der Eigenschaften des Werkstoffes,
Umlagerungen im submikroskopischen oder atomaren

Härten, Anlassen, Dressieren,
Kaltrecken,
Magnetisieren,
Polarisieren



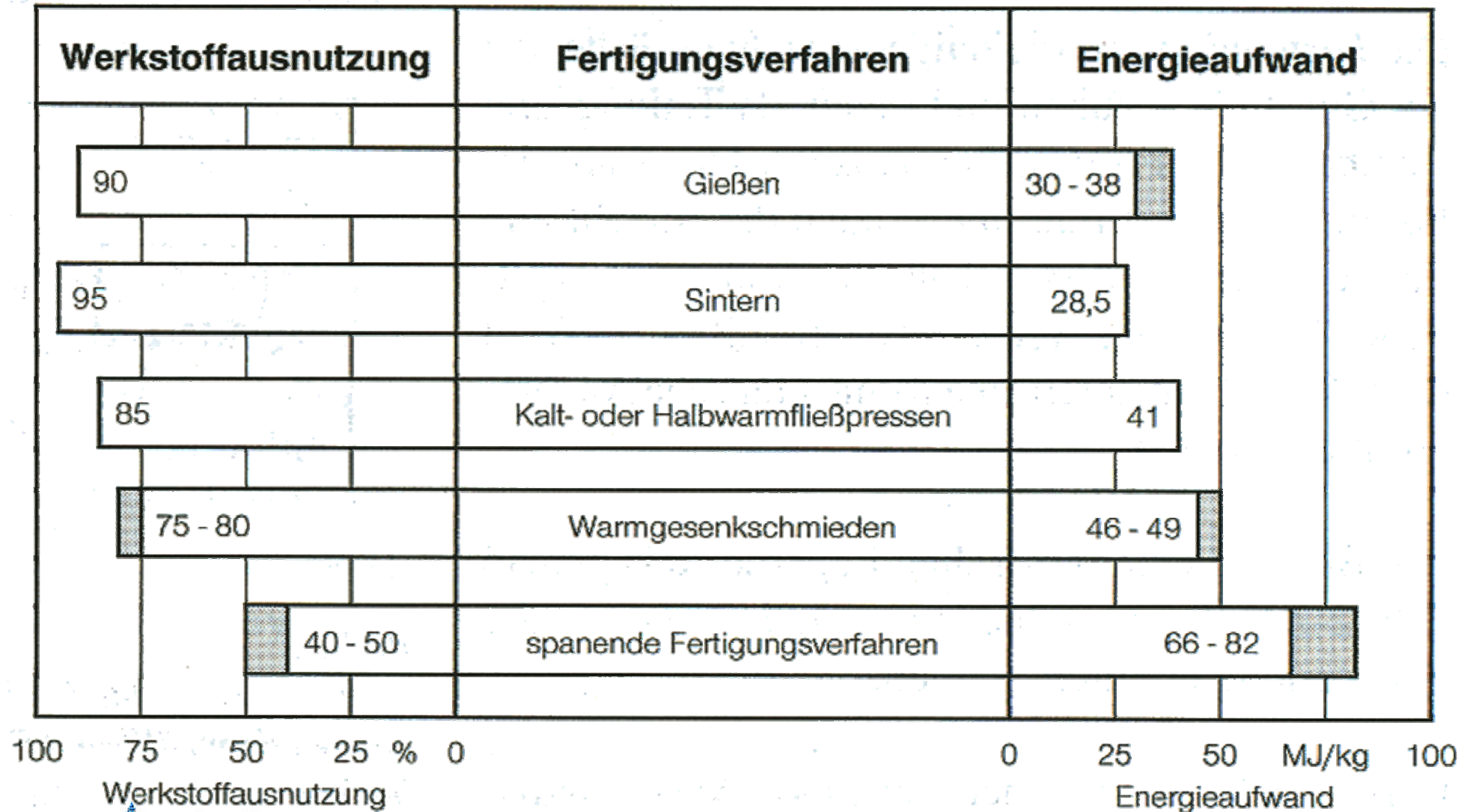
ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IWF

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

2. Werkstoffausnutzung und Energieaufwand



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IWF

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

Wiederholung Vorlesung 1

- Bedeutung der Fertigungstechnik
- Identifikation Innovationstreiber: IT, Materialien, Produkt
- Begriffe Fertigung / Produktion, Prozess / Verfahren
- Systematik der Fertigungsverfahren DIN 8580
- Urformen, Umformen, Trennen, Fügen, Beschichten, Stoffeigenschaften ändern
- Verfahrenswahlkriterien → Energie – und Stoffeinsatz



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IWF

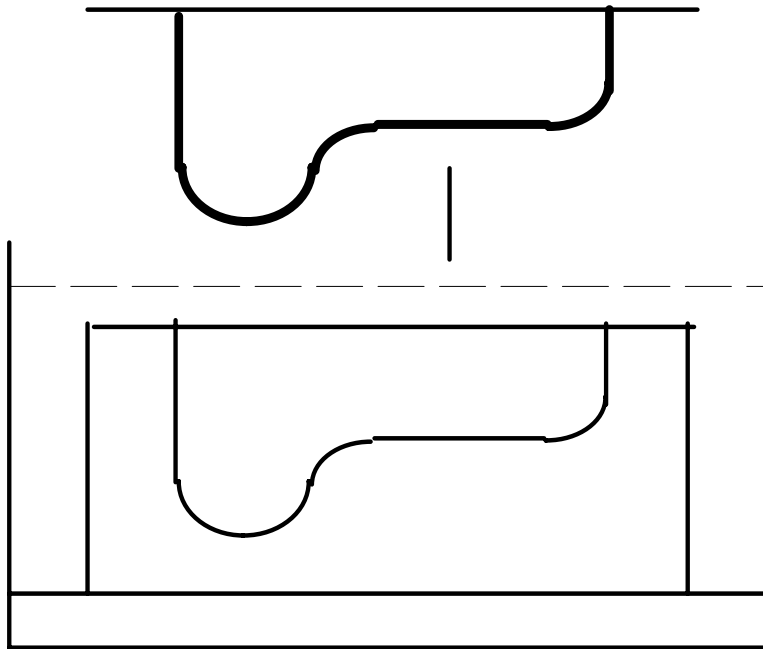
Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

2.6 ISO - Toleranzen und Rauigkeiten

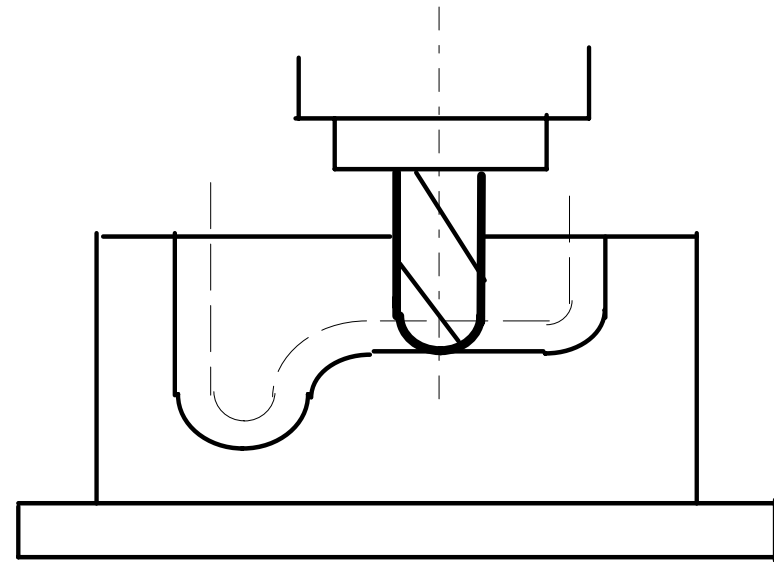
Fertigungsverfahren	erreichbare Genauigkeiten																					
	IT-Qualitäten												Rauhtiefe R _z [µm]									
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	0,25	1	2,5	4	10	16	63	250	1000	
Giessen						■	■	■	■	■	■	■					■	■	■	■	■	
Sintern					■	■	■	■	■	■	■	■				■	■	■	■	■	■	
Gesenkschmieden				■	■	■	■	■	■	■	■	■					■	■	■	■	■	
Präzisionsschmieden				■	■	■	■	■	■	■	■	■					■	■	■	■	■	
Kaltfliesspressen		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				■	■	■	■	■	■	
Walzen			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	
Schneiden						■	■	■	■	■	■	■					■	■	■	■	■	
Drehen		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	
Bohren							■	■	■	■	■	■						■	■	■	■	
Planfräsen		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	
Hobeln		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	
Räumen		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	
Rundschleifen	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

normal erreichbar
 durch Sondermassnahmen erreichbar

2.7 Abbildende und erzeugende Verfahren



Abbildendes Verfahren: Senkerodieren



Erzeugendes Verfahren: Formfräsen

Abbildend: Giessen, Gesenkschmieden, Bohren, Profilfräsen

Erzeugend: Formfräsen, Drehen, Lasergravieren



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

IWF

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung
Institute of Machine Tools and Manufacturing

2.8 Grobkriterien Verfahrenswahl

1.) Faustregel: Genaue Verfahren langsam

Schruppen $\leftrightarrow$ Schlichten

→ genaue Verfahren teuer:

→ Pro ISO – Stufe → Kostenfaktor 1.3

2.) Beherrschung eines Verfahrens, Freigaben, Zulassungen

→ Eintrittsbarrieren für neue Verfahren

3.) Mengenbezogene Stärken der Verfahren

Faustregel: grosse Stückzahlen → abbildend

4.) Kosten / Stück

5.) Umweltgesichtspunkte

Einsatz Medien, Energie, Maschinen - / Werkzeugverschleiss