

Von der Idee bis zur Umsetzung: Aufbau effizienter Produktionsstrukturen

Planung und Aufbau einer Getriebefabrik in Dresden



Dr. Andreas Merchiers,
Schalker Eisenhütte Maschinenfabrik GmbH

Bochum, 24. Juni 2014

- 1 Vorstellung der Eickhoff-Gruppe
- 2 Konzeption, Planung und Aufbau einer Getriebefabrik
- 3 Lessons Learned

- 1 Vorstellung der Eickhoff-Gruppe**
- 2 Konzeption, Planung und Aufbau einer Getriebefabrik**
- 3 Lessons Learned**

Die Eickhoff-Gruppe

- Familienunternehmen gegründet 1864
- Seit 5 Generationen im Familienbesitz
- Firmensitz in Bochum (Deutschland)
- Ca. 1800 Mitarbeiter weltweit
- Jahresumsatz (2013): über 360 Mio €
- Tochtergesellschaften und Vertretungen in:
 - Australien
 - China
 - Großbritannien
 - Polen
 - Russland
 - Südafrika
 - USA





Eickhoff Group

Foundry Products



Underground Mining



Gearing Technology



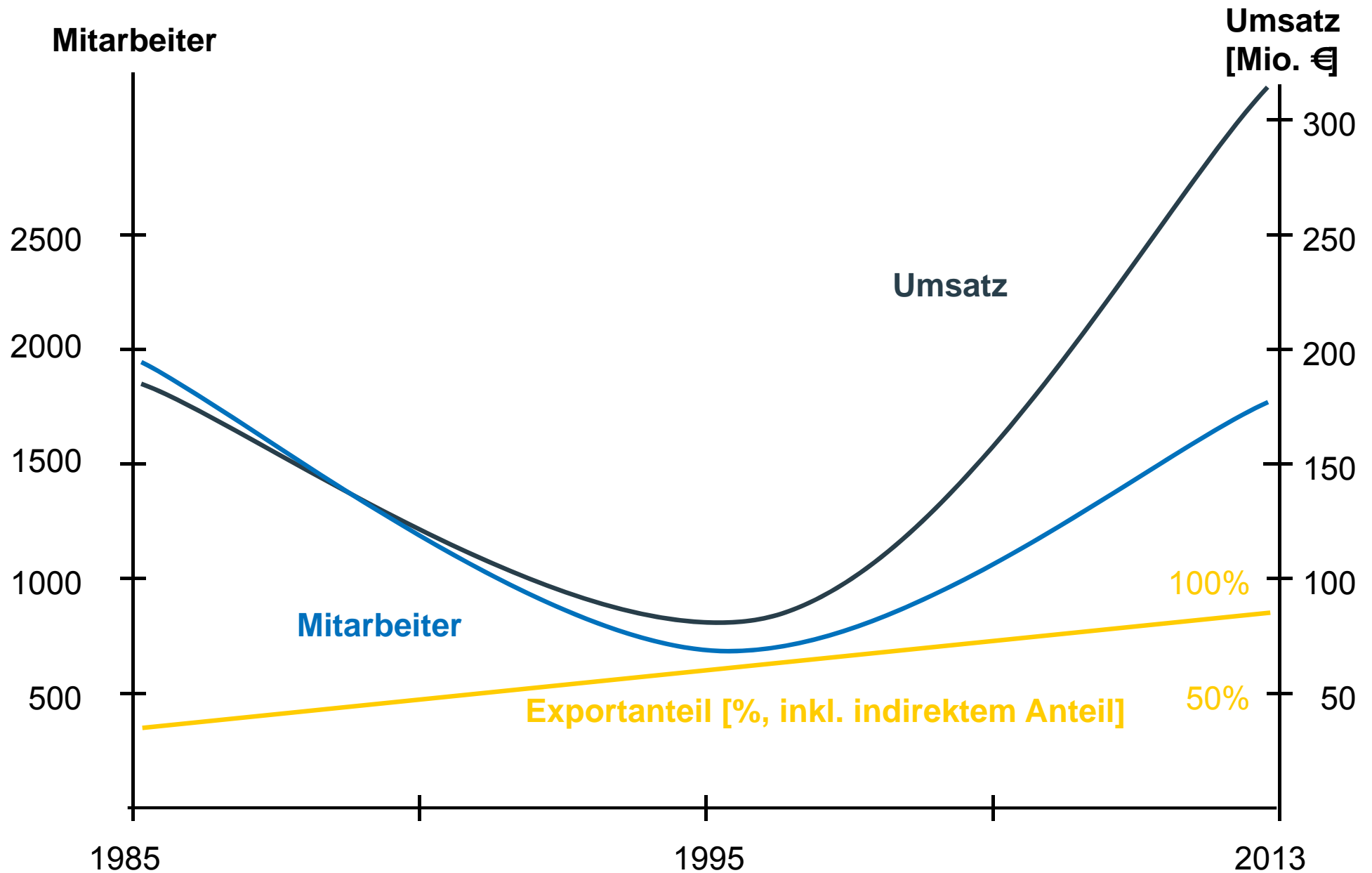
Mechanical Components

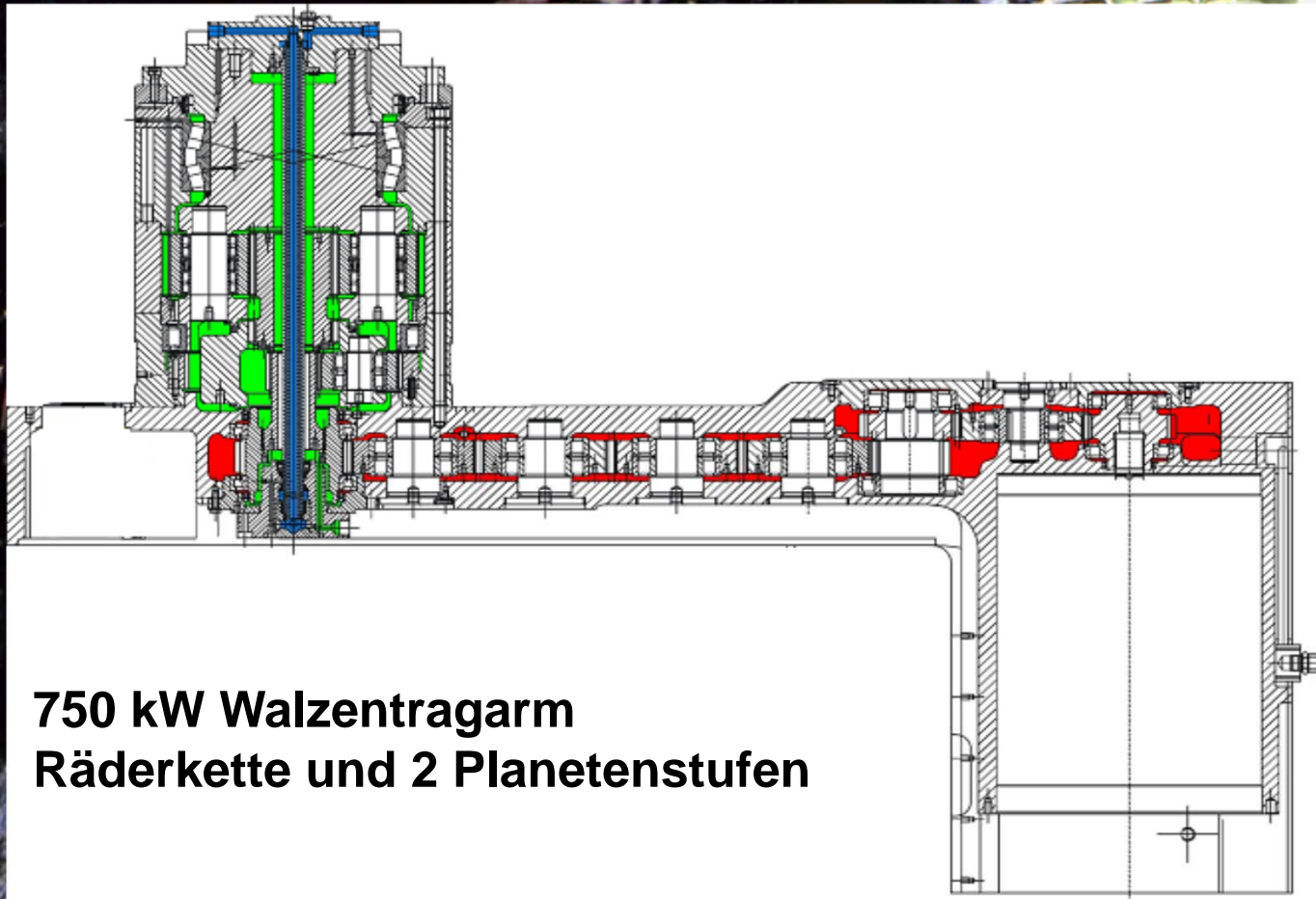


Rolling Stock Coke Oven



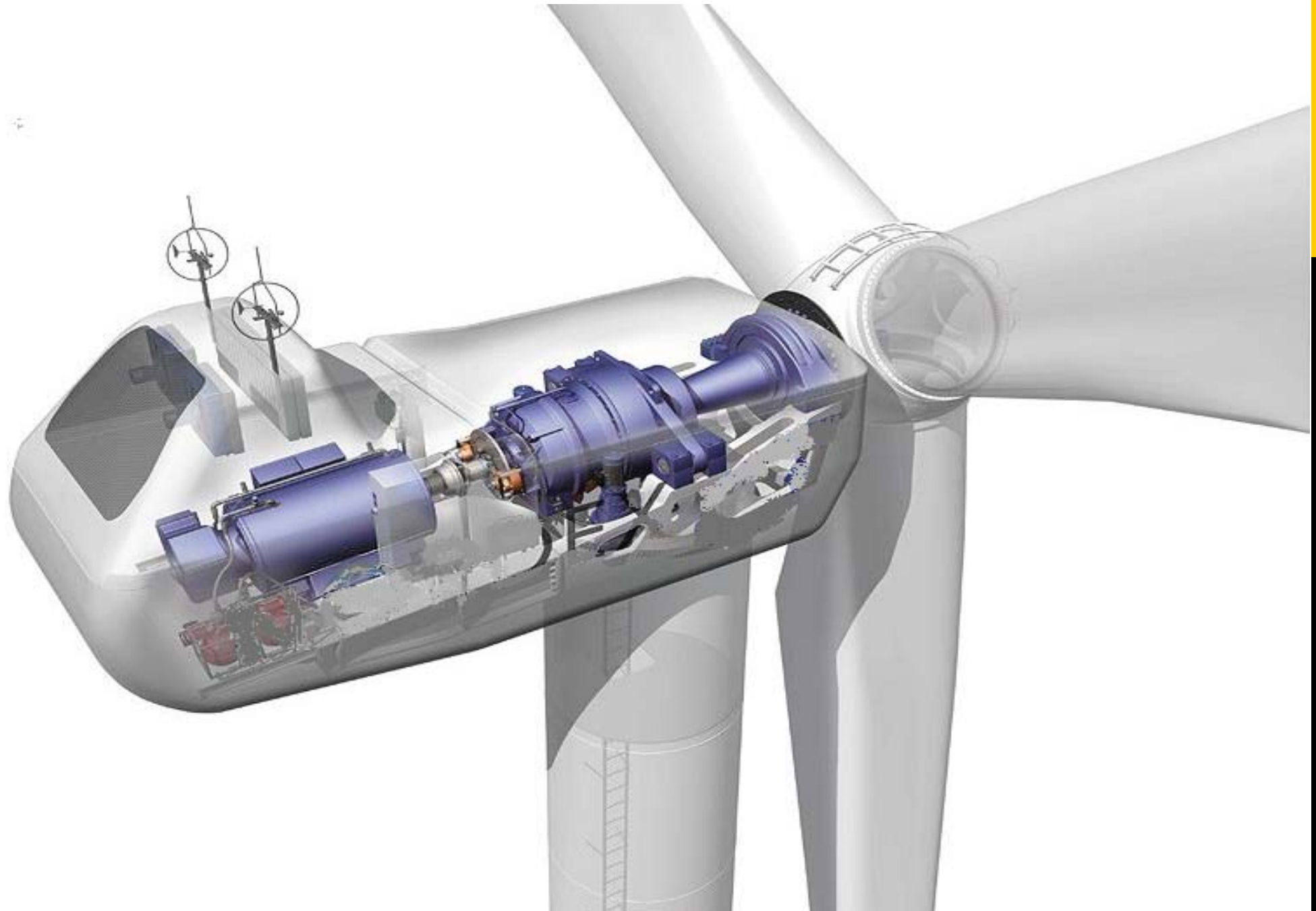
Die Eickhoff-Gruppe



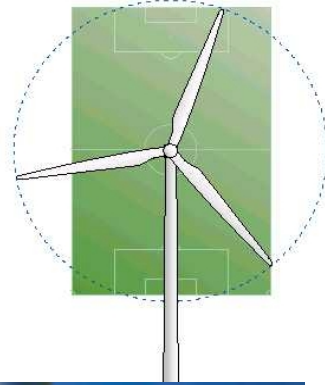


**750 kW Walzentragarm
Räderkette und 2 Planetenstufen**

Getriebe für Windenergieanlagen

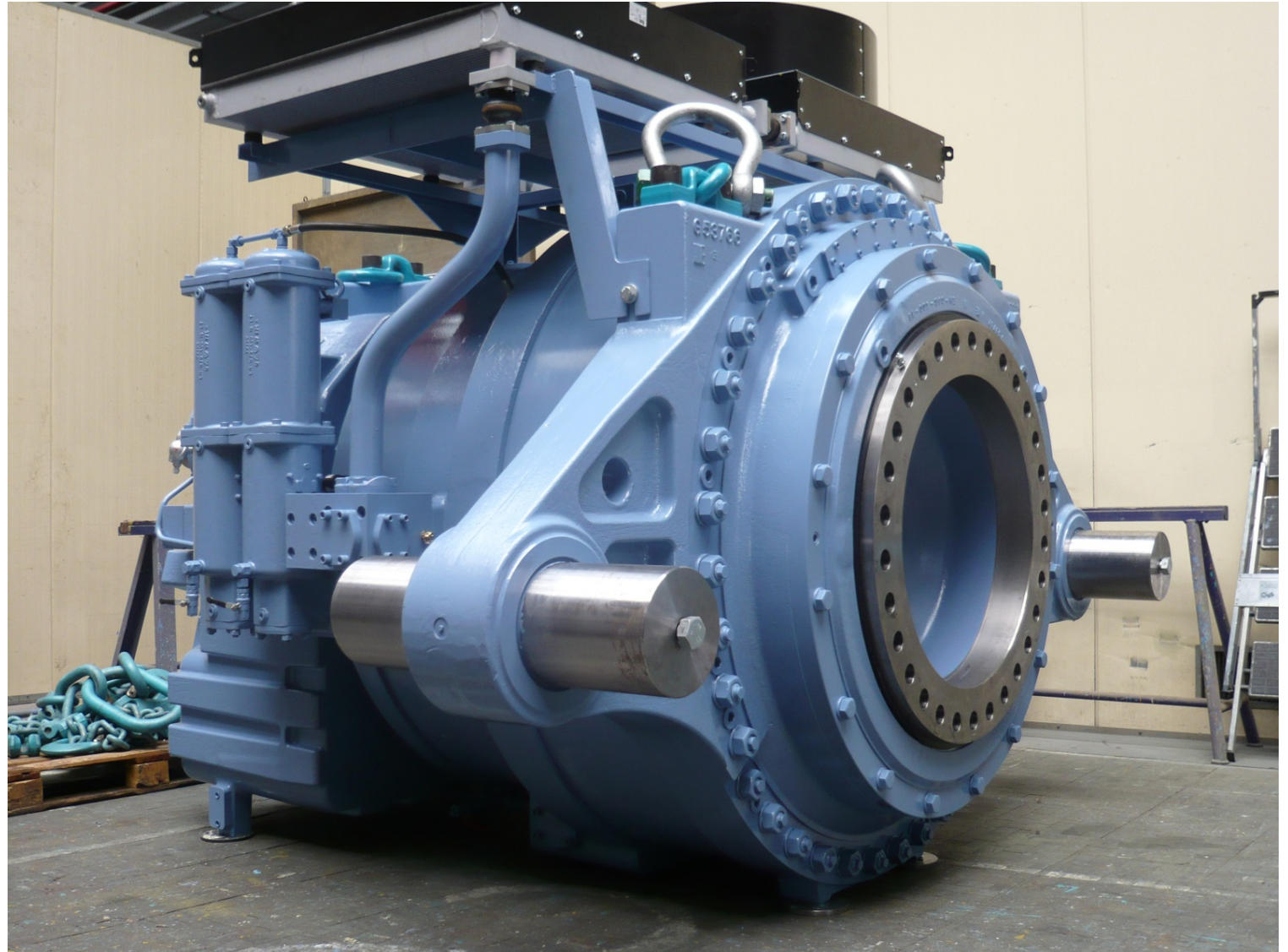


Arklow Windpark
Irische See
7 * 3,6 MW



Getriebe für Windenergieanlage

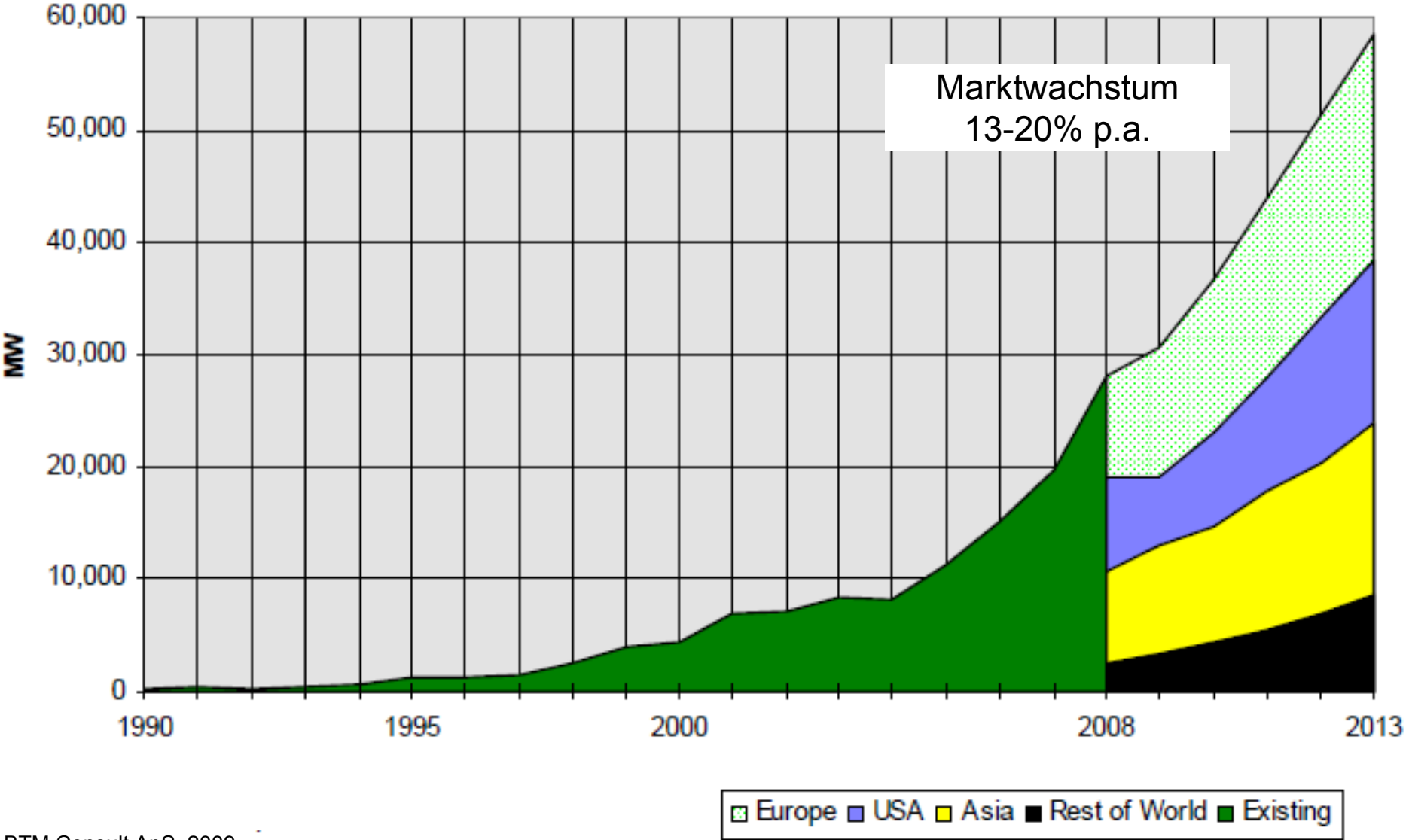
- Leistung: 3.300 kW
- Drehmoment: 2.525 kNm
- Gewicht: 28,7 Tonnen



Entwicklung der Windkraft

Annual Wind Power Development

Actual 1990-2008 & Forecast 2009-2013



Quelle: BTM Consult ApS, 2009.

Standort Bochum



Die Kapazitäten am Standort Bochum sind begrenzt.

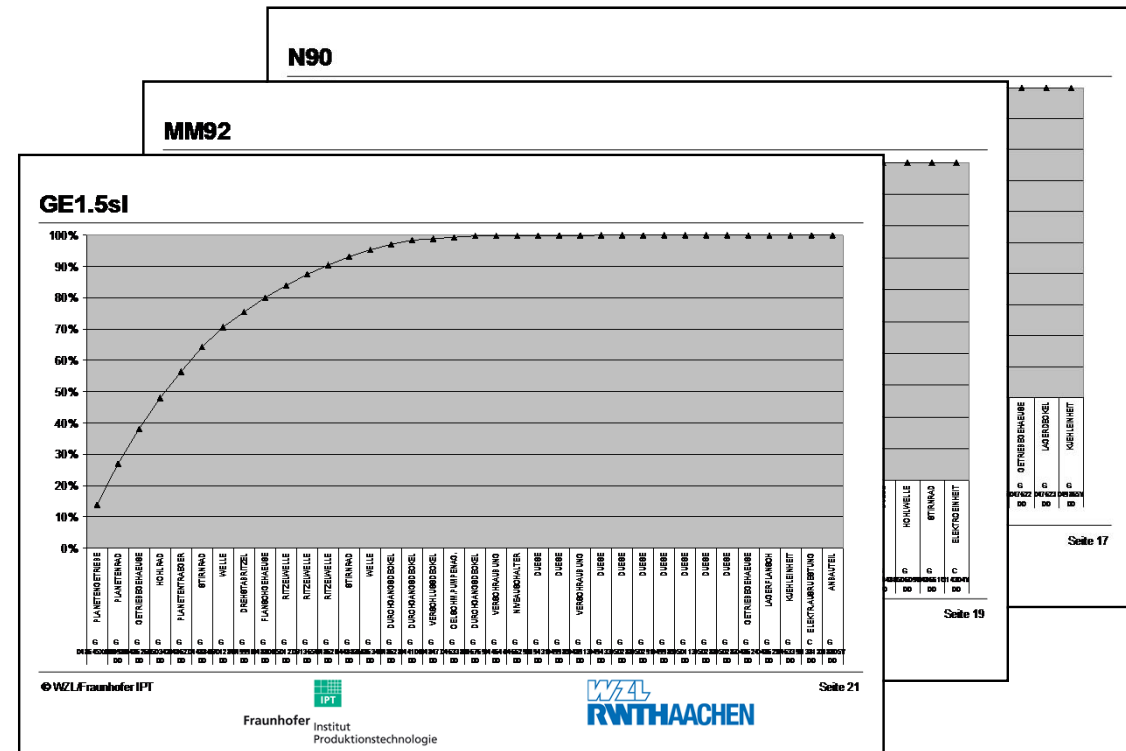
- 1 Vorstellung der Eickhoff-Gruppe
- 2 Konzeption, Planung und Aufbau einer Getriebefabrik
- 3 Lessons Learned

Identifikation der relevantesten Fertigungsteile eines Getriebes

Relevante Bauteile

Auswahlkriterien:

- Kostentreiber (A-Bauteil, bis 75%)
- Effiziente Fertigung
- Im Kundenfokus
(qualitativ wichtig, sicherheitskritisch, etc.)
- Einkaufsengpass
- Know-how-kritisch
- ...



...wenn ein Fertigungsteil ein Kriterium erfüllt, wird es näher analysiert...

Relevante Fertigungsteile (max. 10 Stk.)

Relevanteste Fertigungsteile eines Getriebes

Bauteil	Referenz	Teilzeichen
---------	----------	-------------

PLANETENRAD	GE 1.5	G 049989 00
GETRIEBEGEHAEUSE	GE 1.5	G 048626Z 00
HOHLRAD	GE 1.5	G 050342 00
PLANETENTRAEGER	GE 1.5	G 048627 00
STIRNRAD	GE 1.5	G 044884U 00
WELLE	GE 1.5	G 050128W 00
FLANSCHGEHAEUSE	GE 1.5	G 048801 00
DREHSTABRITZEL	GE 1.5	G 049990 00
RITZELWELLE	GE 1.5	G 048629 00

Kriterien				
Kostentreiber (A-Bauteil, bis 75%)	Effiziente Fertigung	im Kundenfokus (qualitativ wichtig, sicherheits-kritisch, etc.)	Einkaufs- engpass	Know-how- kritisch

X			X	X
X		(X)		
X			X	
X	X	X	X	X
X	X			
X	X			
X		X		
X	X			
	X			X



Die relevantesten Fertigungsteile werden im Rahmen der Kernkompetenzanalyse hinsichtlich

Prozesseffizienz

(Prozessbeherrschung im Verhältnis zum Wettbewerb)

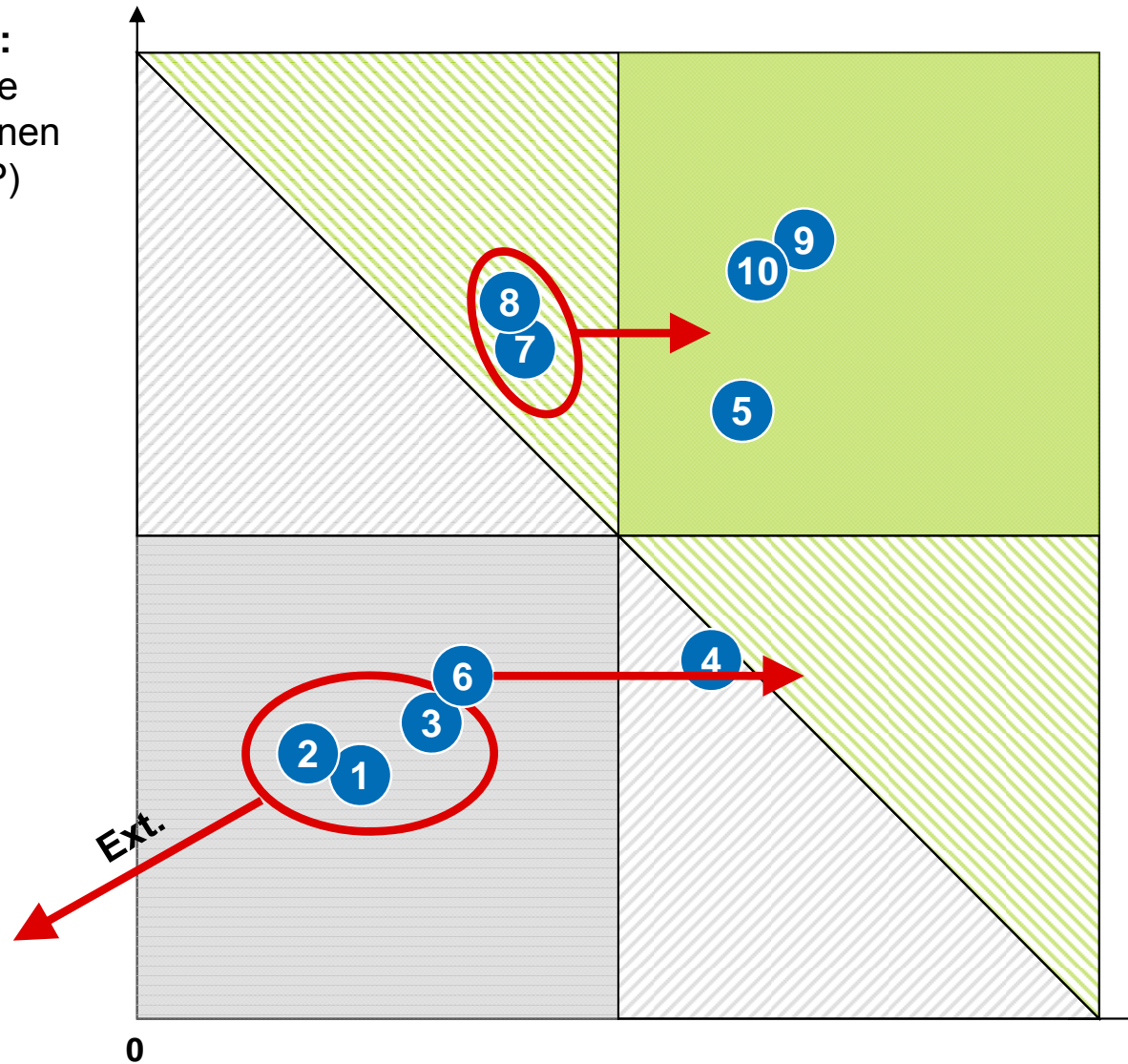
Prozesseffektivität

(Beitrag des Prozesses zum wahrgenommenen Kundennutzen)

untersucht.

Kernkompetenzanalyse: Ritzelwelle

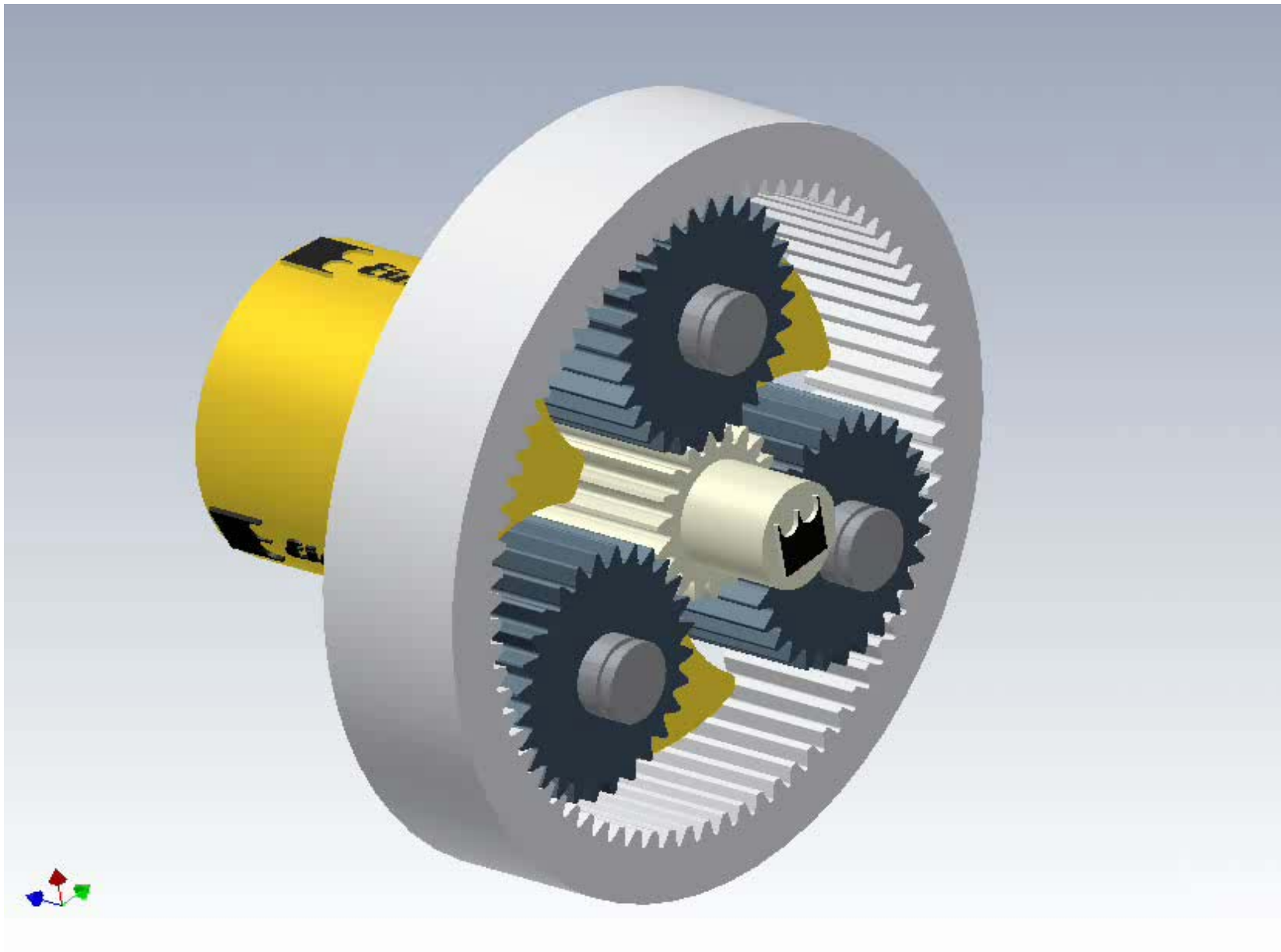
Prozesseffektivität:
Beitrag der Prozesse zum wahrgenommenen Kundennutzen (SEP)



- 1 Vordrehen
- 2 Warmbehandlung
- 3 Fertigdrehen
- 4 Verzahnungsfräsen
- 5 Einsatzhärten
- 6 Maßdrehen
- 7 Zentrierschleifen
- 8 Außenschleifen
- 9 Zahnflankenschleifen
- 10 Messen

Prozesseffizienz:
Prozessbeherrschung im Verhältnis zum Wettbewerb

Funktion eines Planetengetriebes



Bewertungsmodell für die Modulgrößen

Positiver Wert = Unterdeckung, d.h. an der Maschine bzw. Maschinengruppe sind noch Kapazitäten frei. (hier: 1488 Std.)

800 Getriebe

	Anzahl Maschinen	Invest [€]	Über-/ Unterdeckung [h]	Über-/ Unterdeckung [€]	Anzahl MA
Vordrehen					
Drehen Plan					
Hartdrehen	2	1.700.000	1.488	313.758	7
Maßdrehen	1	300.000	2.296	170.805	2
Bohren auf BAZ	1	500.000	3.495	433.352	1
Radialbohren					
Zentrierschleifen					
Bohrungsschleifen	2	1.600.000	1.790	355.257	7
Außenschleifen	1	400.000	2.725	270.336	2
Verzahnungsfräsen	3	3.000.000	106	26.294	5
Wälzstoßen	1	1.500.000	2.454	912.848	1
Profilschleifen	7	7.700.000	2.096	571.714	17
Gleichschleifen	1	150.000	3.478	129.388	1
Messen (Verzahnung)	1	1.100.000			4
3D-KMG-Messen					
		17.950.000	19.927	3.183.752	47

Ungenutztes Investitionskapital

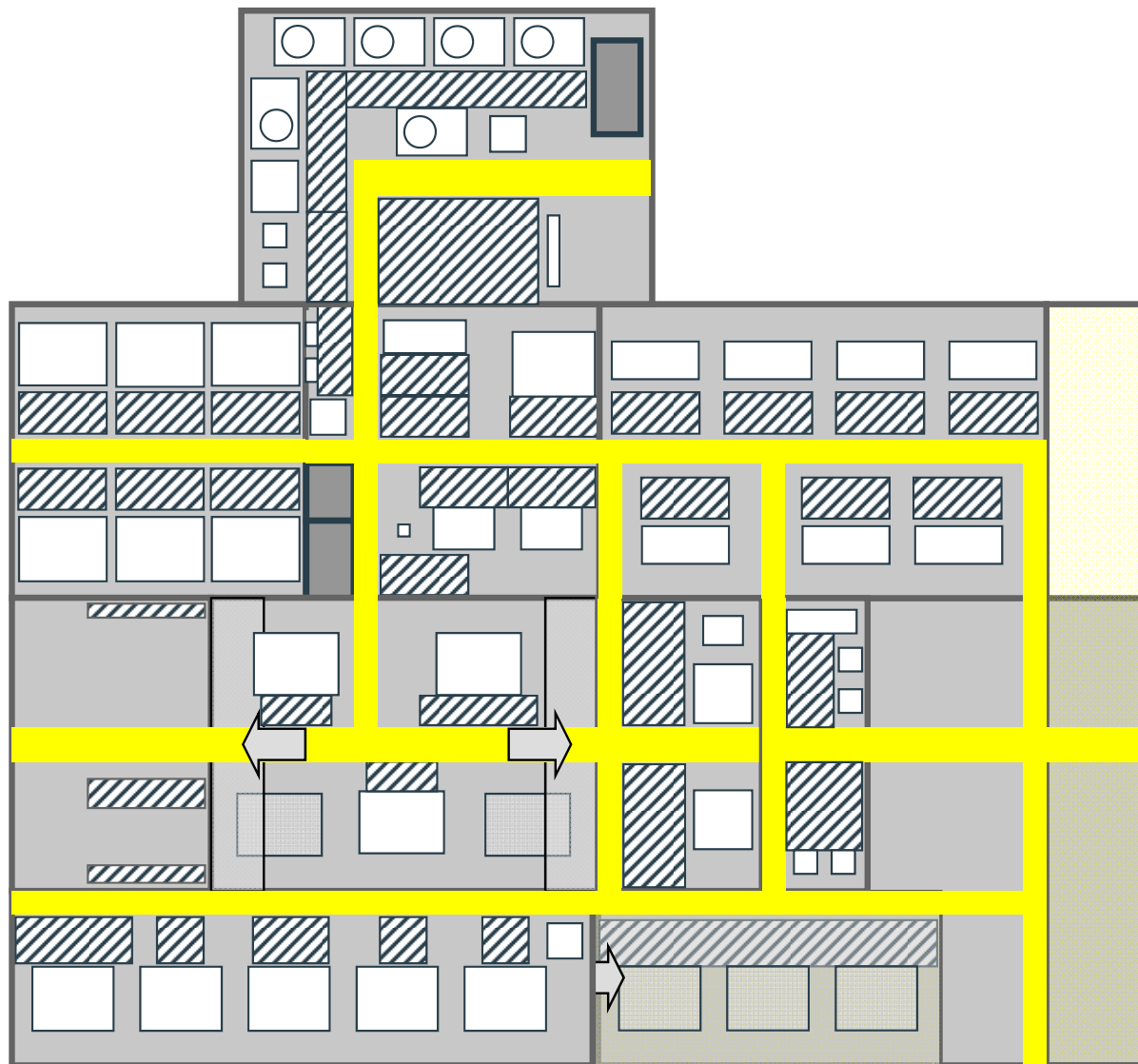
$$\sum \frac{\text{Invest (Maschinengruppe)}}{\text{Anz. Maschinen}} \times \frac{\text{Unterdeckung [h]}}{\text{Max. Auslastung [h]}}$$

Mitarbeiterbedarf

$$\frac{\text{Anz. Maschinen} \times \text{max. Auslastung [h]} - \text{Unterdeckung [h]}}{\text{Jahresarbeitszeit eines Werkers}} \times \text{Mann-Maschine-Faktor}$$

Die Modulauswahl erfolgt auf der Basis der Minimierung nicht genutzter Investitionen und der Zulieferersituation.

Beispiel Fertigungslayout



Bewertung der Alternativen

Erweiterungsmöglichkeiten (Meter offene Fassade)

**Bewertung der Layout-Alternativen
Fassadenöffnung bei der Erweiterung**

Alternative 1.1	Alternative 1.2	Alternative 1.3	Alternative 2.2	Alternative 3.1	Alternative 3.2
290* m	150 m	100* m	188 m	216 m	192 m

** mit Gang zwischen Fertigung und Montage

* Schaffung von Erweiterungsmöglichkeiten bereits bei der Erstbauung (~1300 qm → ~€ 1,3 Mio)

Die Angrenzenden Fassadenflächen bei der Erweiterung unterscheiden sich nur sehr gering. Die einzelnen Szenarien lassen sich über die Mehrkosten der Fassadenöffnung nicht differenzieren.

© WZL/Fraunhofer IPT Fraunhofer Institut Produktionstechnologie WZL RWTH AACHEN Seite 31

Materialfluss

Bewertung der Materialflüsse für sechs verschiedene Layoutalternativen und neun verschiedene Produkte

Materialflussanalyse ohne Erweiterung

	Alternative 1.1	Alternative 2.2
Drehfabrikat	572,8 m	491,6 m
Flanschenrad	598,6 m	491,6 m
Stirnrad 1 (H-Nummer)	353,3 m	385,1 m
Stirnrad 2 (H-Nummer)	373,7 m	405,3 m
Stirnrad 3 (H-Nummer)	381,8 m	425,3 m
Stirnrad 4 (H-Nummer)	371,7 m	405,3 m
Stirnrad 5 (H-Nummer)	457,8 m	487,2 m
Stirnrad 6 (H-Nummer)	511,7 m	537,2 m
Stirnrad 7 (H-Nummer)	334,5 m	385,1 m

Alternative 1.2 hat die besten Maß Alternative 2.2

Materialflussanalyse mit Erweiterung

	Alternative 1.1	Alternative 1.2	Alternative 1.3	Alternative 2.2	Alternative 3.1	Alternative 3.2
Drehfabrikat	572,8 m	491,6 m	491,6 m	730,2 m	638,2 m	608,2 m
Flanschenrad	598,6 m	508,6 m	508,6 m	638,2 m	648,2 m	608,2 m
Stirnrad 1 (H-Nummer)	354,5 m	385,1 m	385,1 m	438,2 m	338,2 m	418,2 m
Stirnrad 2 (H-Nummer)	407,1 m	405,3 m	405,3 m	557,2 m	538,2 m	485,3 m
Stirnrad 3 (H-Nummer)	372,8 m	372,8 m	372,8 m	567,2 m	556,5 m	556,5 m
Stirnrad 4 (H-Nummer)	423,8 m	426,8 m	426,8 m	537,2 m	547,2 m	461,2 m
Stirnrad 5 (H-Nummer)	454,8 m	487,2 m	487,2 m	438,2 m	438,2 m	482,2 m
Stirnrad 6 (H-Nummer)	505,2 m	512,2 m	512,2 m	288,2 m	187,2 m	328,2 m
Stirnrad 7 (H-Nummer)	373,2 m	358,2 m	358,2 m	468,2 m	572,2 m	572,2 m

Alternative 1.2 hat die besten Materialflüsse gefolgt von Alternative 1.1 und Alternative 3.2. Alternative 2.2 hat die schlechtesten Materialflüsse

© WZL/Fraunhofer IPT Fraunhofer Institut Produktionstechnologie WZL RWTH AACHEN Seite 34

Position der Härterei

Bewertung der Alternativen für die Härterei

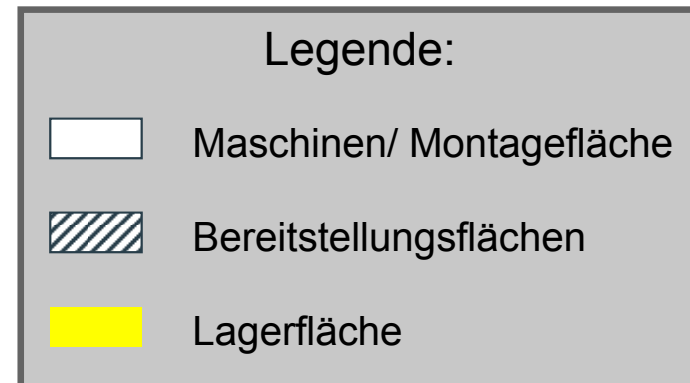
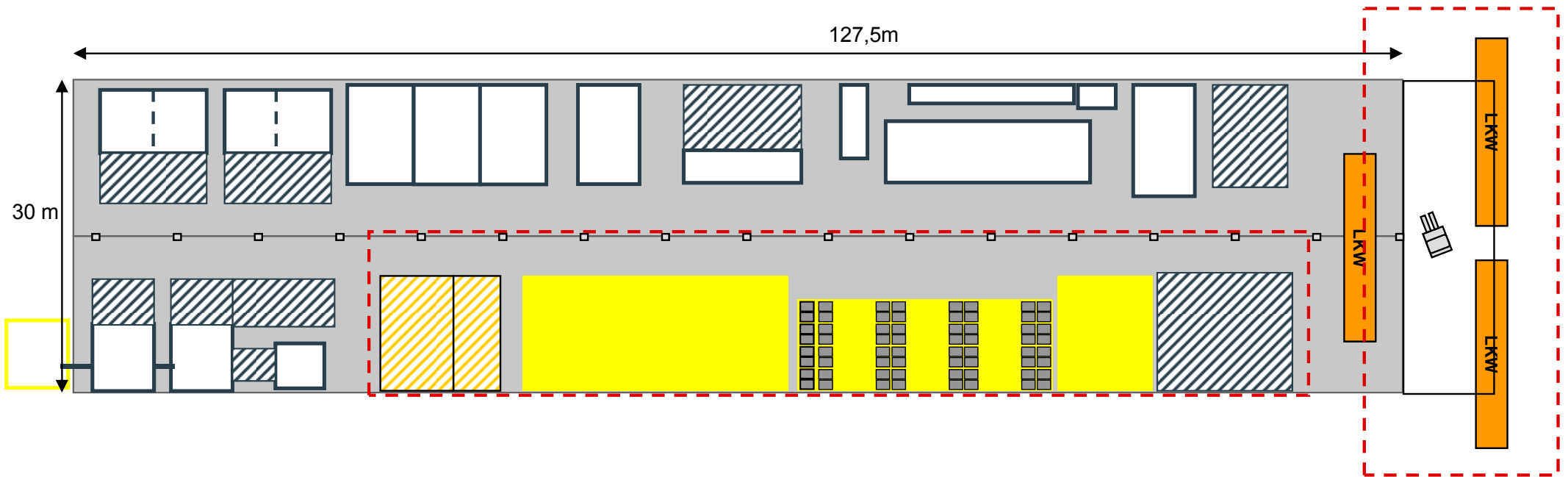
	Härterei direkt an der Fertigung	Härterei in die Fertigung integriert	Härterei von der Fertigung räumlich entfernt
Auslieferung externer Aufträge (über einstellbares WE)	Bedingt möglich	Über Wareneingang der Fertigung	Sehr gut möglich
Härterei ist anfallend	In unmittelbarer Nähe zur Fertigung	In die Fertigung integriert	Ja
Eigene Anbindung an AVI	Ja	Nur über zusätzliche Wareneingänge	Nein (Überdachter Zugang aus Fertigung)
Erweiterbarkeit	Gut möglich	Bedingt möglich	Gut möglich
Anzahl Schaltstellen	Ein Warenein- und -ausgang	Für optimalen Materialfluss mehrere Schaltstellen nötig	Ein Warenein- und -ausgang

Die Härterei als eigenständiger Bau an der Fertigung ist die beste Alternative. Die Härterei in die Fertigung integriert scheidet bei der Bewertung am schlechtesten ab.

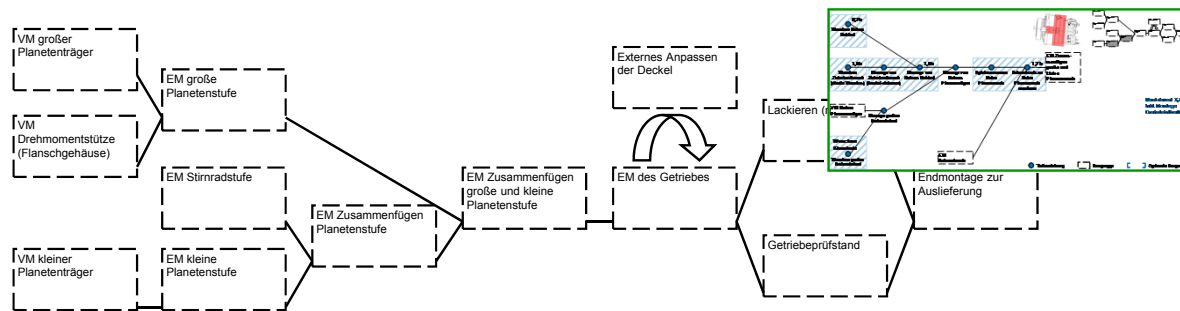
© WZL/Fraunhofer IPT Fraunhofer Institut Produktionstechnologie WZL RWTH AACHEN Seite 35

Ein optimaler Materialfluss bei zugleich guter Erweiterbarkeit und einer guten Anbindung der Härterei waren ausschlaggebend für die Wahl des Layouts.

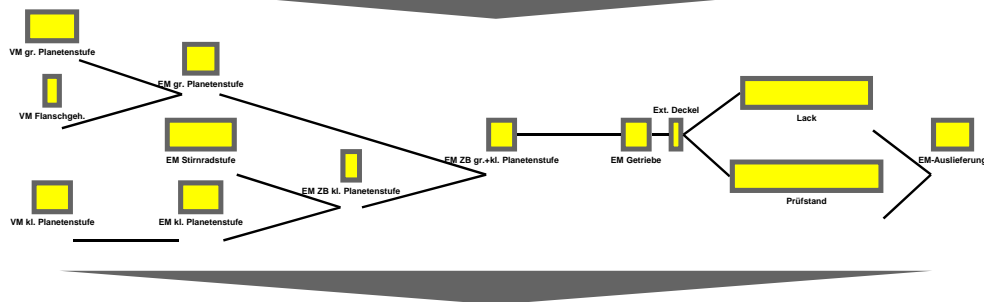
Beispiel Montagelayout



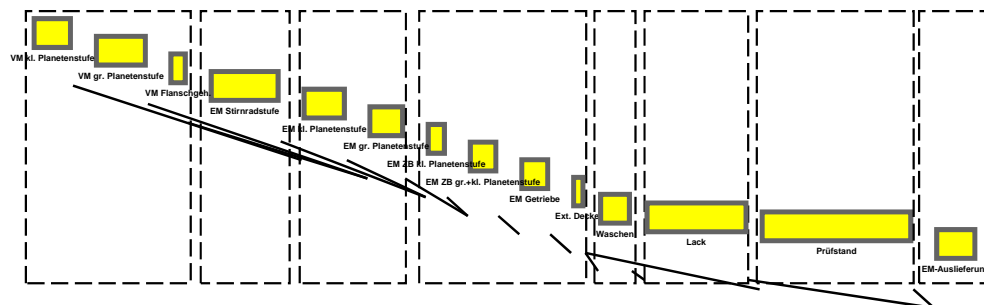
Zeitliche Betrachtung der Montagefolgen



Untersuchung der Struktur der Montagereihenfolgebeziehungen



Erhebung der Montagezeiten für die einzelnen Montageabschnitte



Ableiten von Montagestationen mit möglichst gleichen Montagezeitinhalten

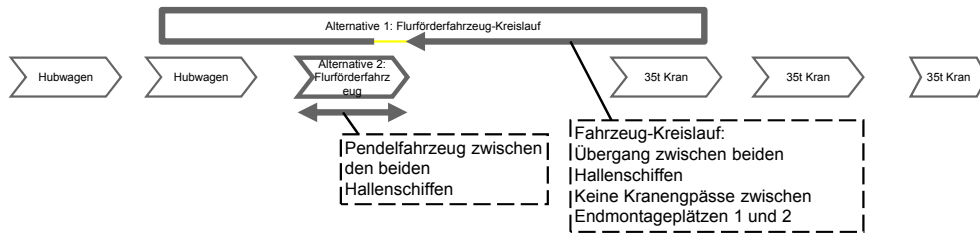
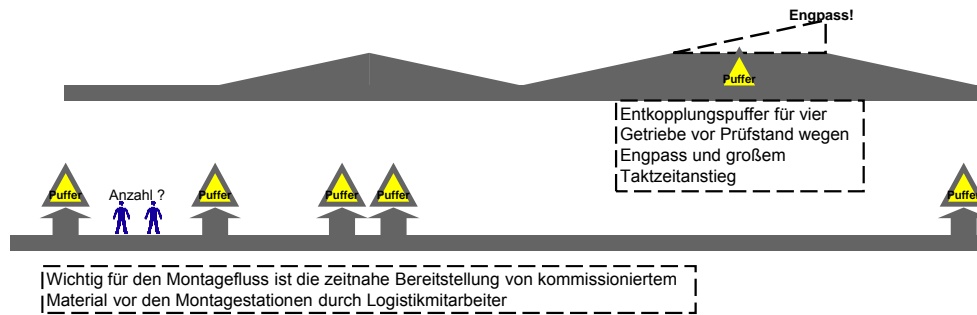
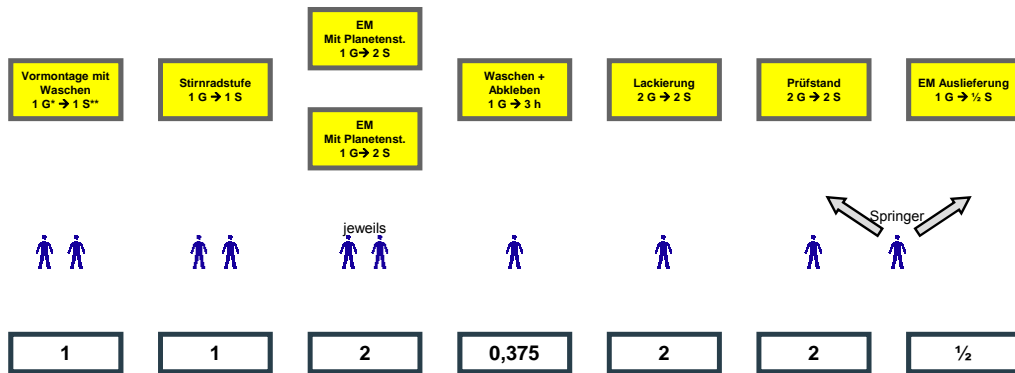
Station 1

...

Station 8

Die Abgeleiteten Stationen dienen als Grundlage für die weitere Leistungsabstimmung der Montageinhalte.

Leistungsabstimmung der Stationen



Die Abgeleiteten Stationen dienen als Grundlage für die weitere Leistungsabstimmung

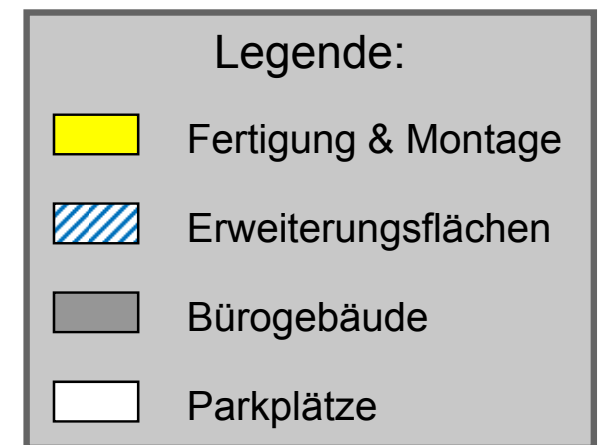
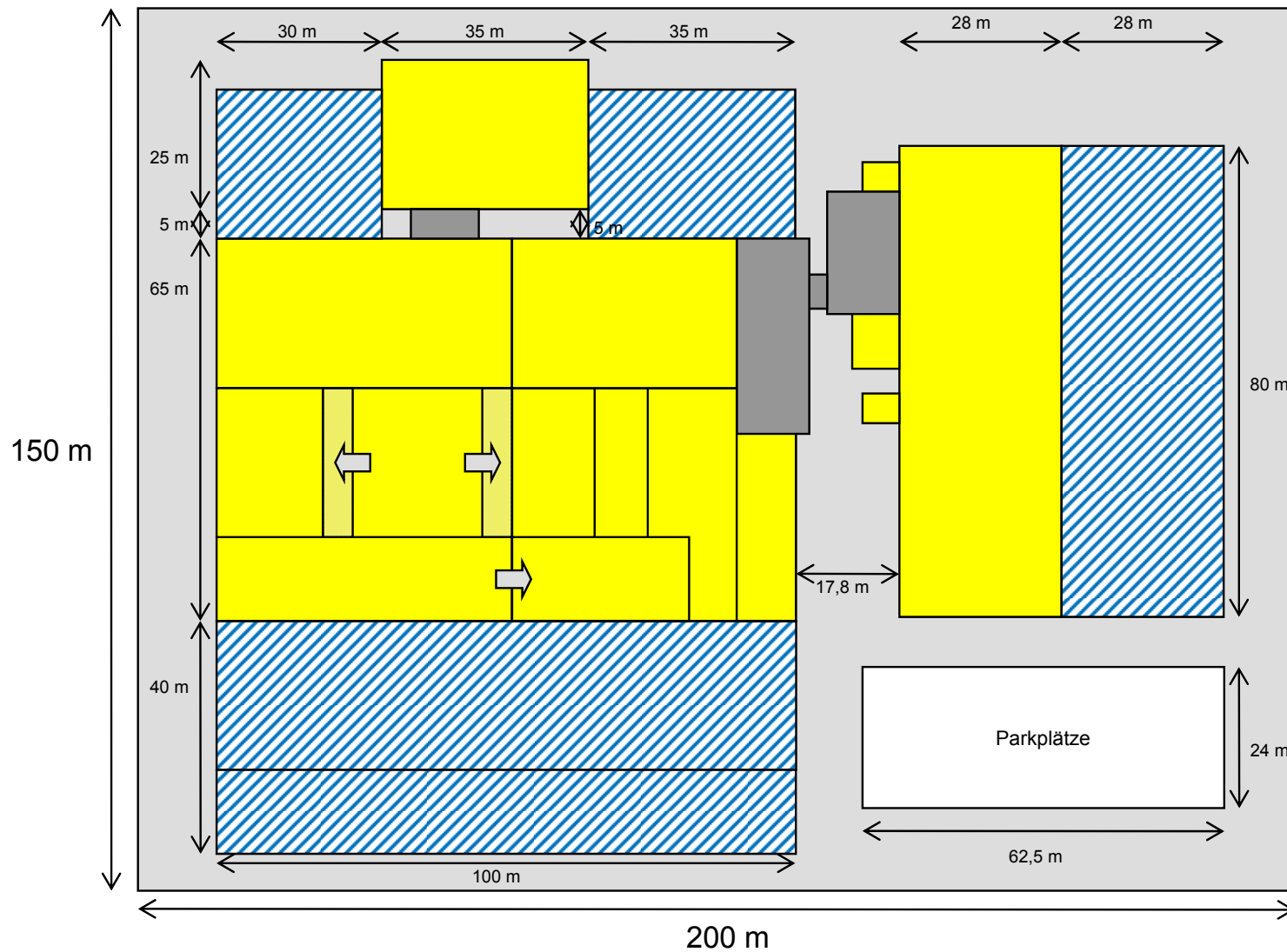
Anzahl Mitarbeiter pro Station

Durchlaufzeiten eines Getriebes pro Station in Schichten

Planung der Materialbereitstellung an der Linie und der Entkopplung von Stationen durch Puffer

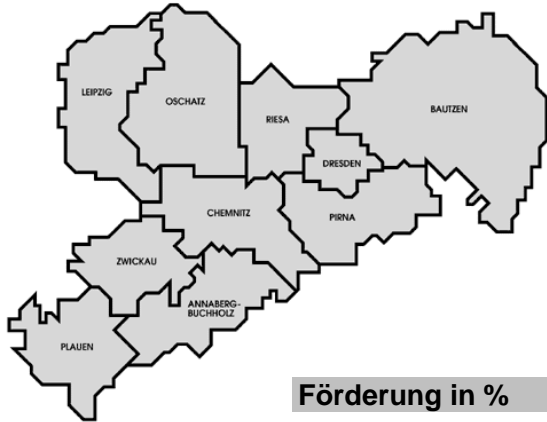
Planung des Materialtransports (Handlingsysteme) zwischen den Stationen

Übersicht Gesamtgrundstücksfläche



Auswahl von geeigneten Standorten

Beispiel für eine der betrachteten Zielregionen



Halle	Leipzig	Chemnitz	Dresden
Stadt Halle, Landkreise Bitterfeld, Saalkreis, Mansfelder Land, Sangerhausen, Merseburg-Querfurt, Burgenlandkreis, Weißenfels	Arbeitsagentur Leipzig	Arbeitsagentur Chemnitz	Arbeitsagentur Dresden

Regionen	# Beschäftigte	West-Region	Ost-Region
Chemnitz	28.927	28.927	28.927
Dresden	40.280		40.280
Halle	38.312	38.312	
Leipzig	49.413	49.413	49.413
Summe		116.652	118.620

Förderung in %	30 %	30 %	30 %	30 %
Steuervorteil (a = konst.)				
Steuervorteil (NPV = konst.)				
Steuer [%]	36%	36%	36%	36%
max. sonst.				
Beschäftigte	38.312	49.413	28.927	40.280
Arbeitslose	3.394	3.385	2.554	2.565
Entfernung nach Bochum	03:30	03:30	04:00	03:30
Auto	04:40	05:00	05:15	06:00
Flugzeug (inkl. An-/ Abreise und Check-In)	03:30	03:30	04:00	03:30
Bahn	04:15	04:45	06:00	06:20
Grundstückspreis[€]	750.000	750.000	600.000	600.000
Preis pro m ² [€] (Mittelwerte)	15	15	12	12



Eingrenzung möglicher Standorte aufgrund der geographischen Entfernung und des Arbeitskräftepotenzials in der Zielregion.

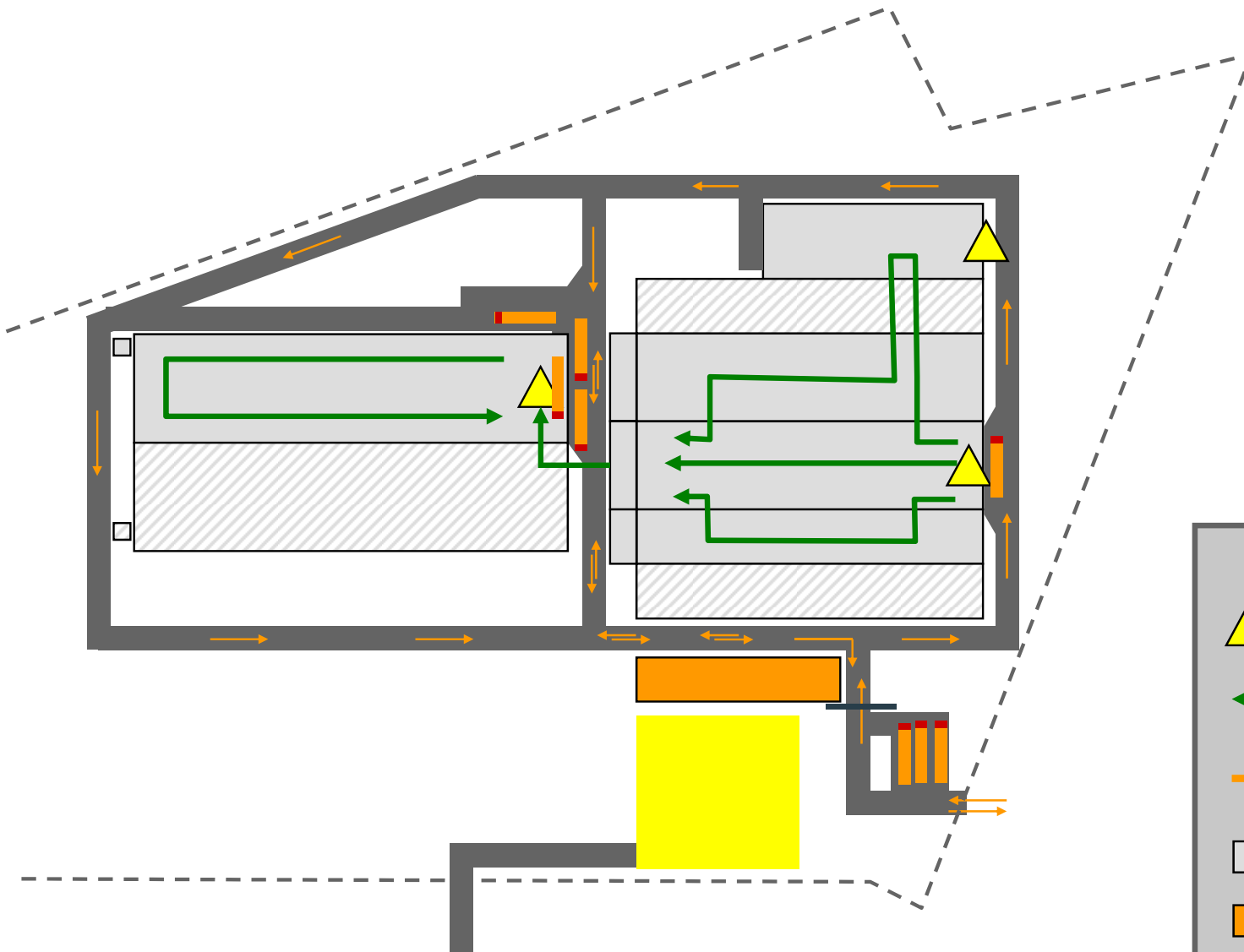
Qualitative Bewertung der Standorte

	Standort		SA				
	Bewertungskriterium	Gewichtung	Halle-Queis (stadt)	Sietzsch (Stadt)	Landsberg (Linde)	Brehna (Stadt)	Gröbers (privat)
Qualitative Bewertungskriterien	Arbeitskräfteverfügbarkeit	10	3	3	3	3	3
	Attraktivität (für Führungskräfte)	8,4	3	3	3	3	3
	Zugänglichkeit Autobahn	6,8	5	4	4	4	4
	Industrielle Struktur	6,3	4	4	4	4	3
	Arbeitsmarktpolitische Rahmenbed.	6,3	4	4	4	4	4
	Rechtl. Restriktionen An-/ Abfahrt	5,8	5	5	5	5	5
	Zugang zur Politik/ Eignung WiFö	3,7	5	5	5	5	5
	Länge des Genehmigungsverfahrens	2,6	5	5	5	4	5
	Zugang zum Flughafen	1,6	5	5	5	5	5
	Schnitt des Grundstücks	0,5	5	5	2	5	5
Gesamt		210,6	203,8	202,3	201,2	197,5	

Vergleich der Standorte

Standort		Gewichtung	SA	SH	Winterthur	Sachsen
			Halle-Queis	Behringen	Sulzer	Radeburg
Bewertungskriterium						
Qualitative Bewertungskriterien	Arbeitskräfteverfügbarkeit	10	3	2	4	3
	Attraktivität (für Führungskräfte)	8,4	3	4	5	3
	Zugänglichkeit Autobahn	6,8	5	3	4	5
	Industrielle Struktur	6,3	4	3	5	4
	Arbeitsmarktpolitische Rahmenbed.	6,3	4	5	5	4
	Rechtl. Restriktionen An-/ Abfahrt	5,8	5	3	3	5
	Zugang zur Politik / Eignung WiFö	3,7	5	5	4	2
	Länge des Genehmigungsverfahrens	2,6	5	4	4	5
	Zugang zum Flughafen	1,6	5	2	4	5
	Schnitt des Grundstücks	0,5	5	4	5	5
Gesamt			210,6	175,9	223,7	199,5
Quantitative Bewertungskriterien	Grundstückkosten [€/m ²]		15	100	200	25
	Bodenarbeiten [€/m ²]		40	10	10	? 40
	Zusatzkosten Grundstück [T€] (ca. 50 €/m ² sind in Kalkulation bereits berücksichtigt)	40.000 m ²	inkl.	2.400	6.400	inkl.
	Abschreibep Praxis (Maschinen)		9 Jahre, linear	6 Jahre, linear	6 Jahre, linear	9 Jahre, linear
	Abschreibep Praxis (Gebäude)		30 Jahre, linear	15 Jahre, linear	15 Jahre, linear	30 Jahre, linear
	Steuer					
				Lex Boni, 10 Jahre Steuerfreiheit	10 Jahre 50% auf Kanton- und Gemeindesteuern	
	Investitionsförderung [%]		30%	0%	0%	30%
	Investitionsförderung [T€]					
	Qualifizierungsförderung [T€]		ca. 1.000	350	600	ca. 1.000
Situation	Kalkulatorischer Zins [%]		15			
	HABEN-Zinsen [%]		2			
	SOLL-Zinsen [%]		6,5			
	Kapitalwertbetrachtung (Anz. Jahre)		10			
Quantitative Bewertung	Kapitalwert [T€]					
			Grundstücks - verkauf nicht berücksichtigt	Grundstücks - verkauf berücksichtigt	Grundstücks - verkauf berücksichtigt	Grundstücks - verkauf nicht berücksichtigt
	Amortisationsdauer [a]		5			
		33				

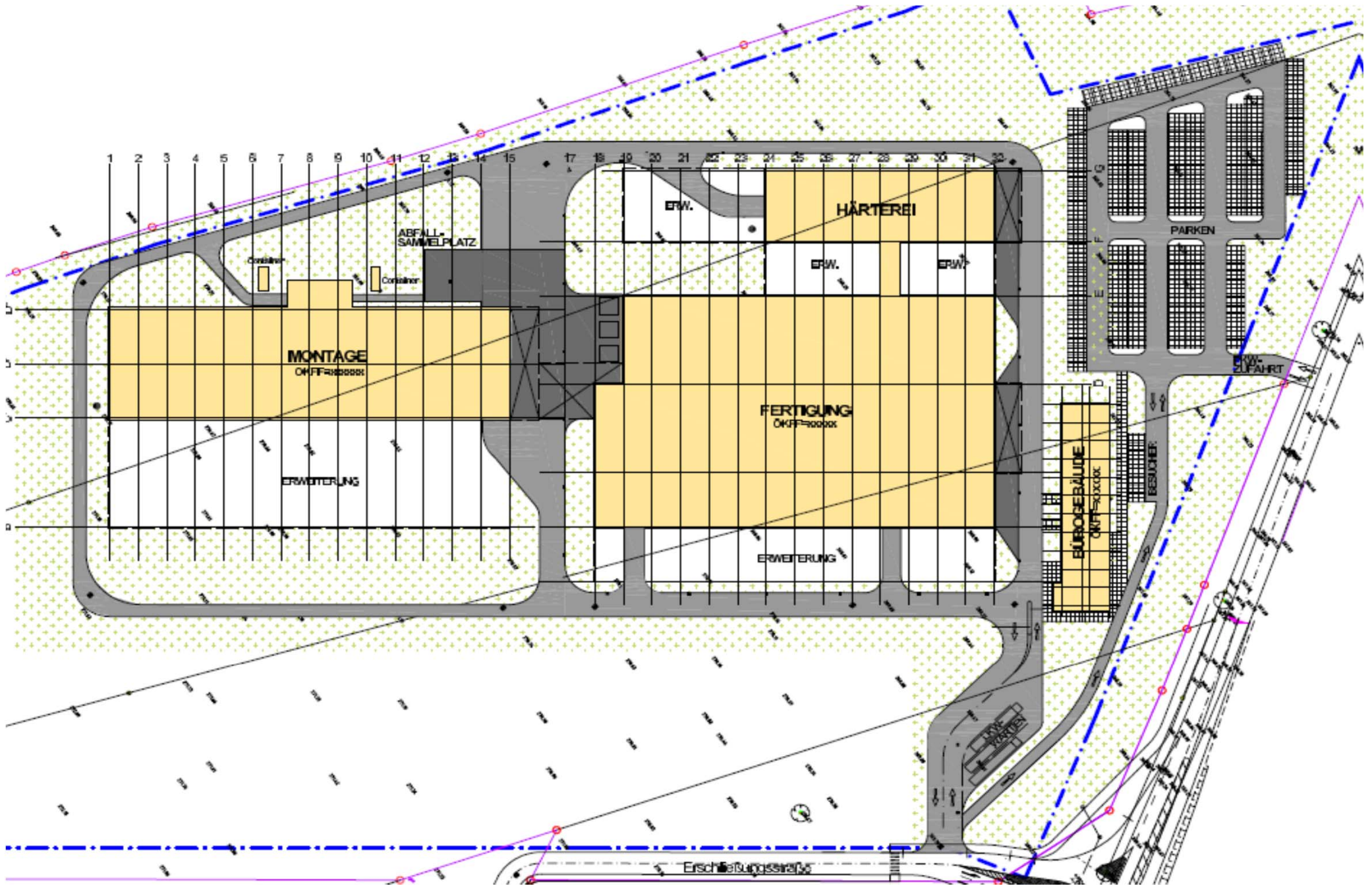
Gesamtkonzept Detailansicht



Legende:

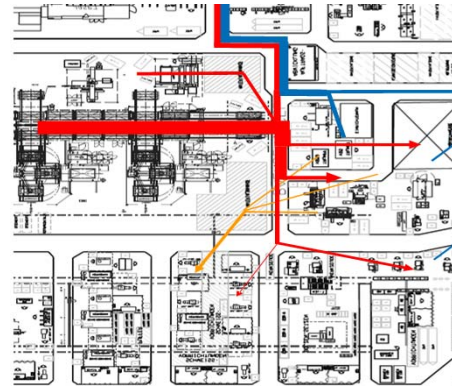
-  Logistikknoten
-  Interne Logistik
-  Externe Logistik
-  Fertigung, Montage, Härterei
-  Büro
-  Parkplätze

Umsetzung in Klipphausen



Vorgehensweise: Feinlayoutplanung I

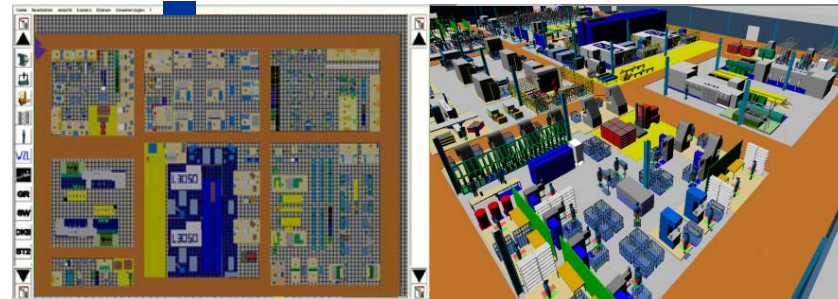
- Materialfluss- und Produktionsablaufsimulation mit Fast-Plan



Fast-Plan



- Partizipative Feinlayoutplanung und Arbeitsplatzgestaltung mit dem Fabrikplanungstisch



Fabrikplanungstisch

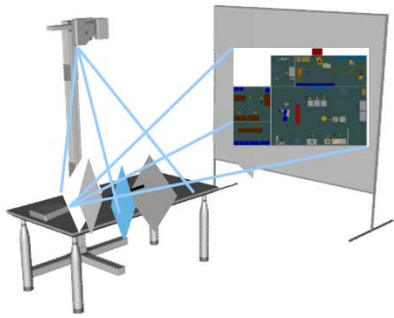


- Kameraflug durch die virtuelle Fabrik mit 3dsmax zur Visualisierung der Projektergebnisse



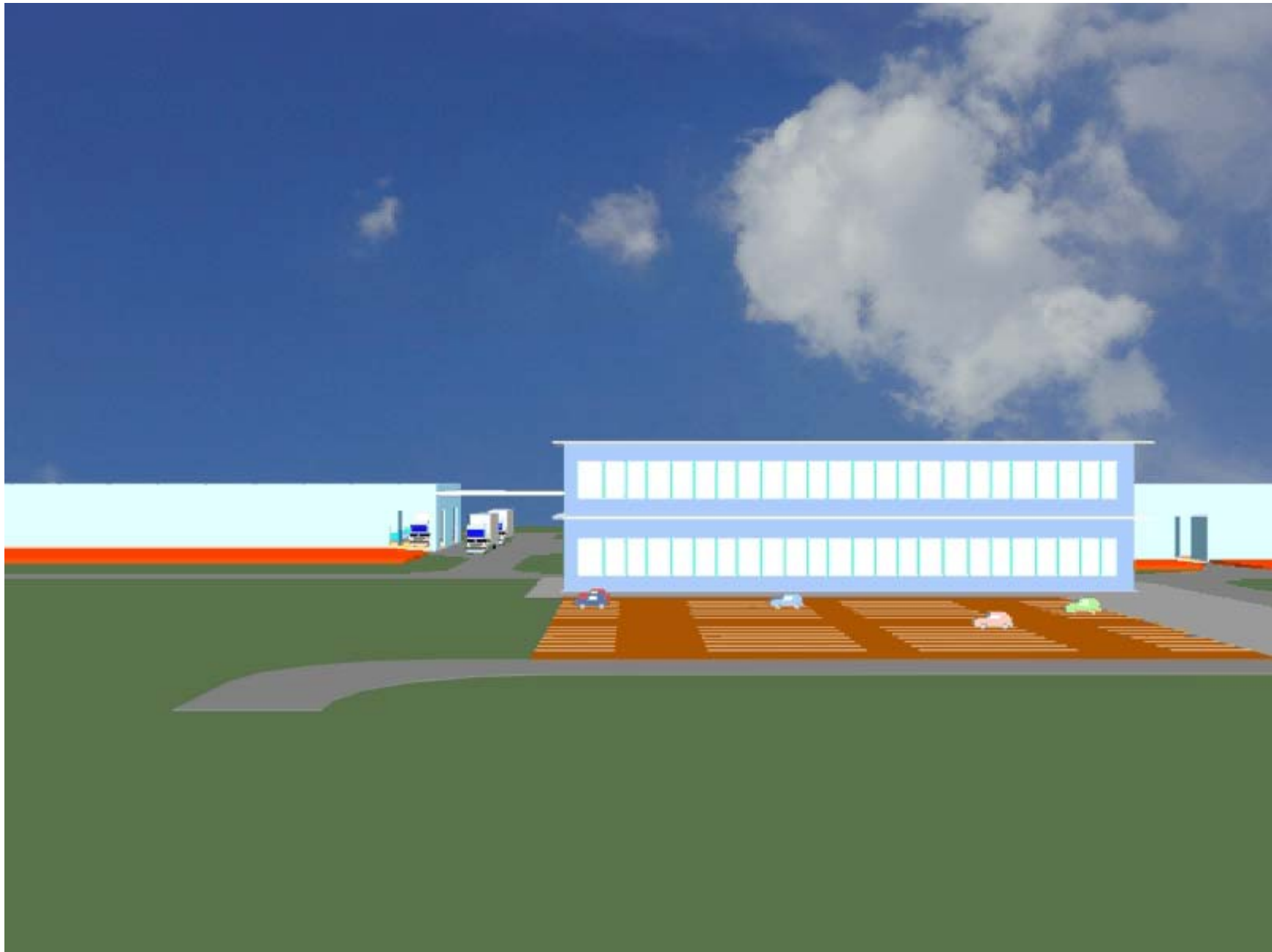
Autodesk 3dsmax

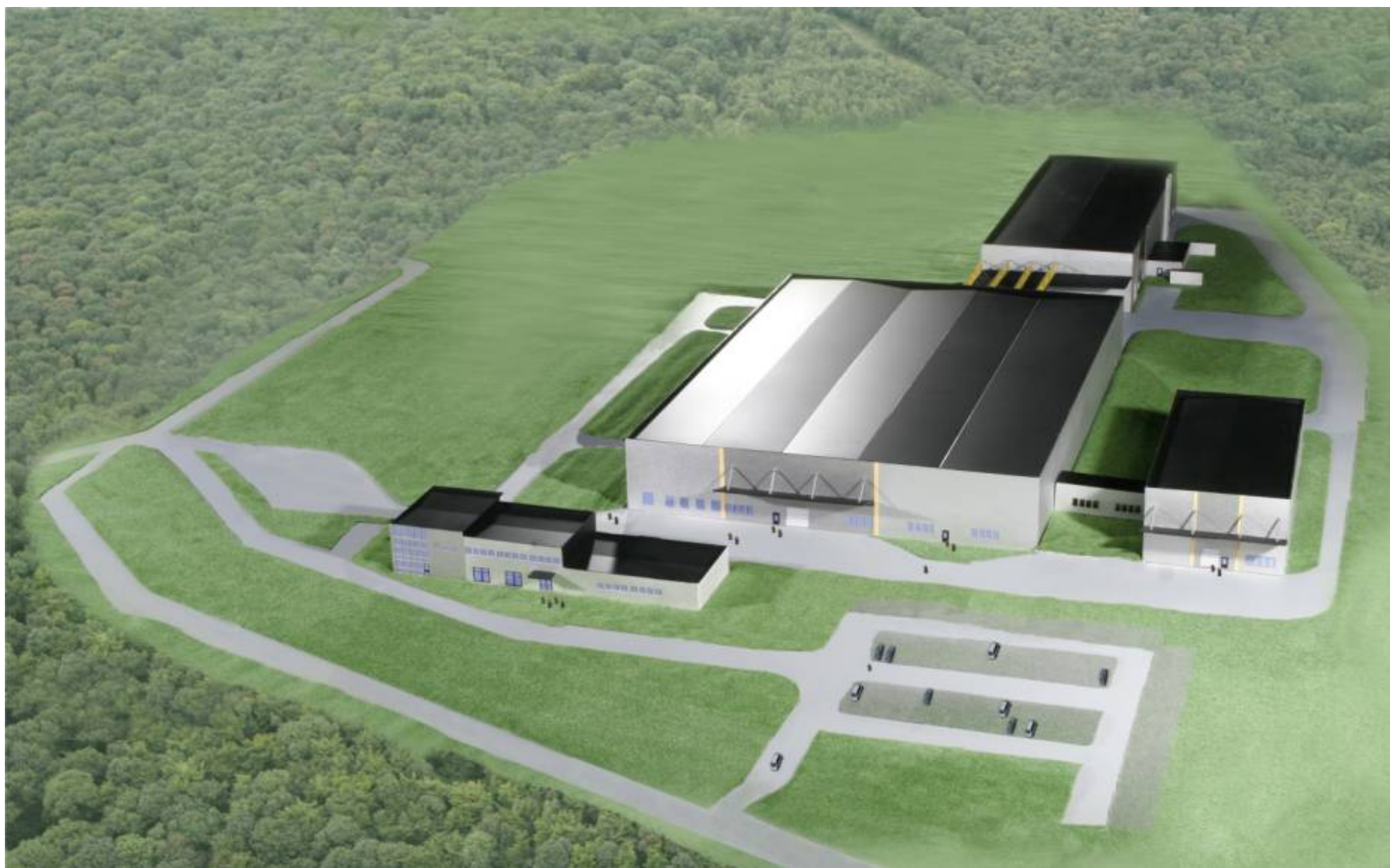
Vorgehensweise: Feinlayoutplanung II



Einsatz des
Fabrikplanungstisches







Bauphase

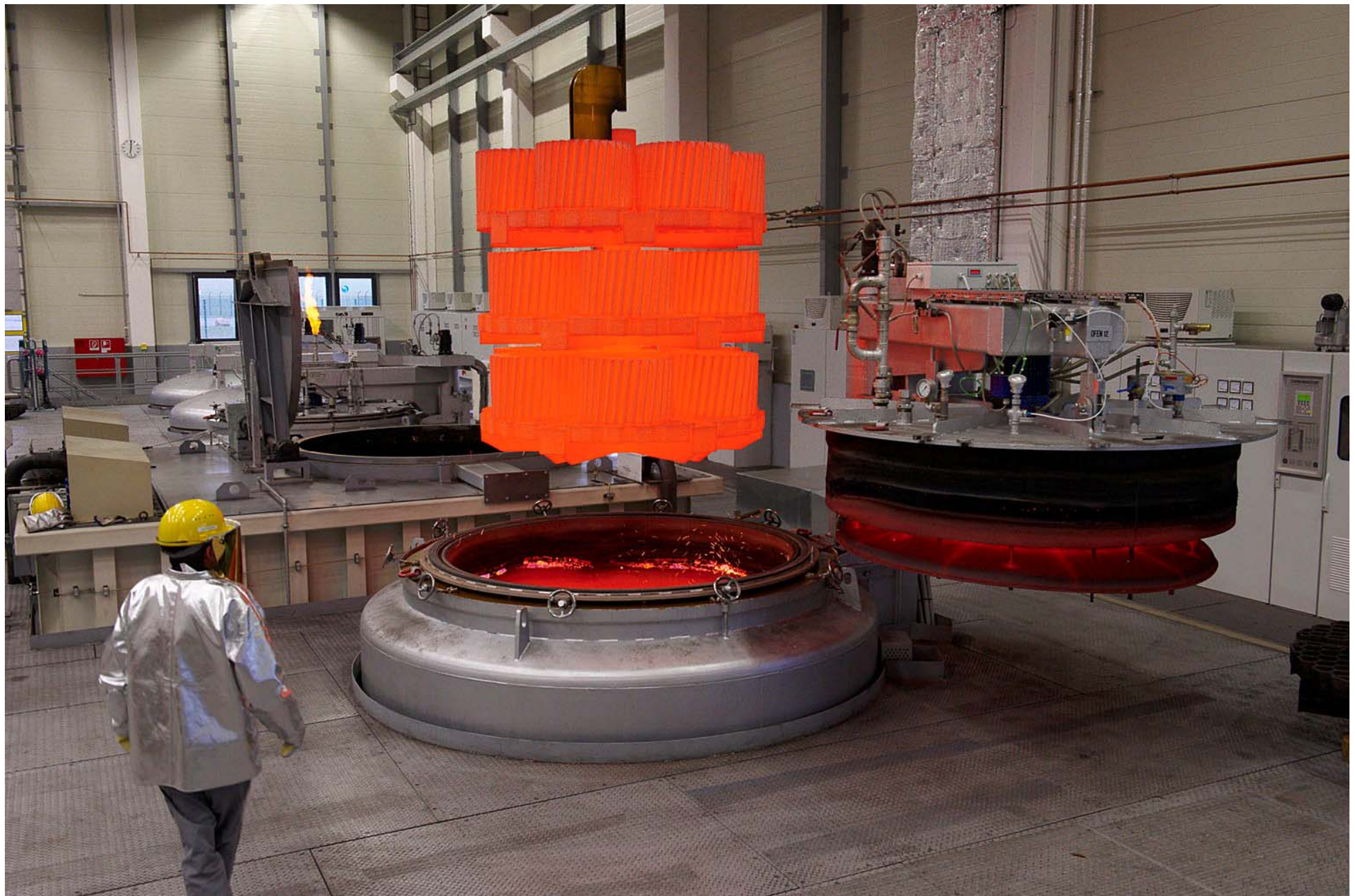


Beginn Planung: Oktober 2006
Aufbau der Maschinen: Juni 2008.

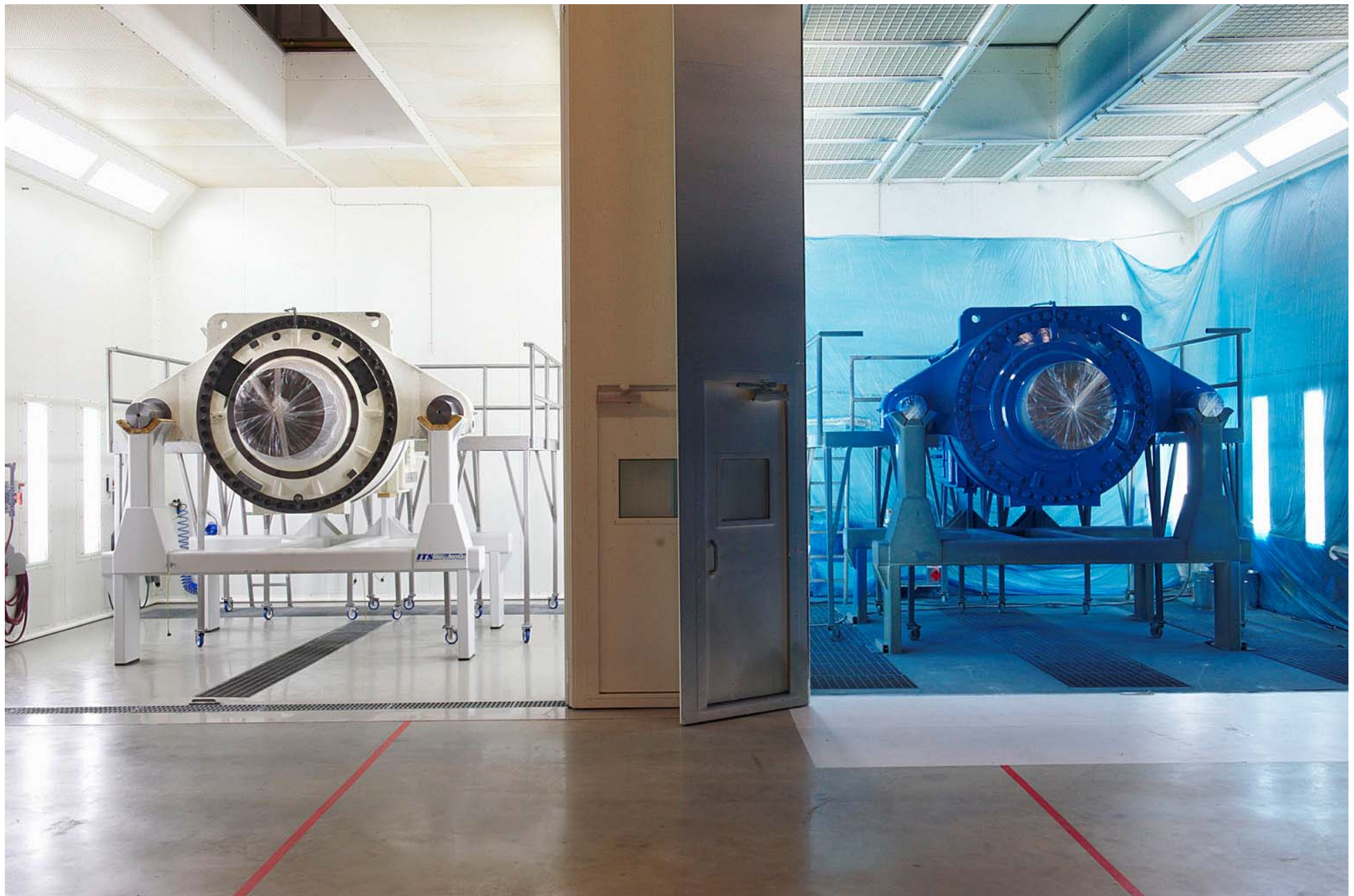
Kompetenz im Windkraftgetriebebau



Kompetenz im Windkraftgetriebebau



Kompetenz im Windkraftgetriebebau



Kompetenz im Windkraftgetriebebau



Kompetenz im Windkraftgetriebebau



- 1 Vorstellung der Eickhoff-Gruppe
- 2 Konzeption, Planung und Aufbau einer Getriebefabrik
- 3 Lessons Learned



- **Die Kapazitäts-Planung und die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sollten möglichst modular aufgebaut werden, so dass Änderungen schnell eingearbeitet werden können**
- **Frühzeitige Einbindung von Planern und Architekten**
 - ... mit Blick auf weitere Ideen
 - ... mit Blick auf die Standortwahl
- **Frühzeitiges Einbinden der Maschinenhersteller**
 - ...dauert länger als man denkt...
- **Wichtig ist der gute Partner vor Ort**
 - ... für Arbeitskräfte
 - ... Behörden
 - ... und für zukünftige Herausforderungen