



# **Der Arbeitsplangenerator als PPS-Komponente bei Einzel- und Kleinserienfertigung**

**Prof. Dr. Karlheinz Haberlandt  
UB-JEK**

## **Der Arbeitsplangenerator als PPS-Komponente**

### **1. Arbeitspläne als elementare Produktionsdaten**

- Wann ist der Einsatz eines APG sinnvoll?
- Westland Gummiwerke als Pilot-Kunde
- Anforderungen an den Arbeitsplan

### **2. Elemente des Expertensystems APG**

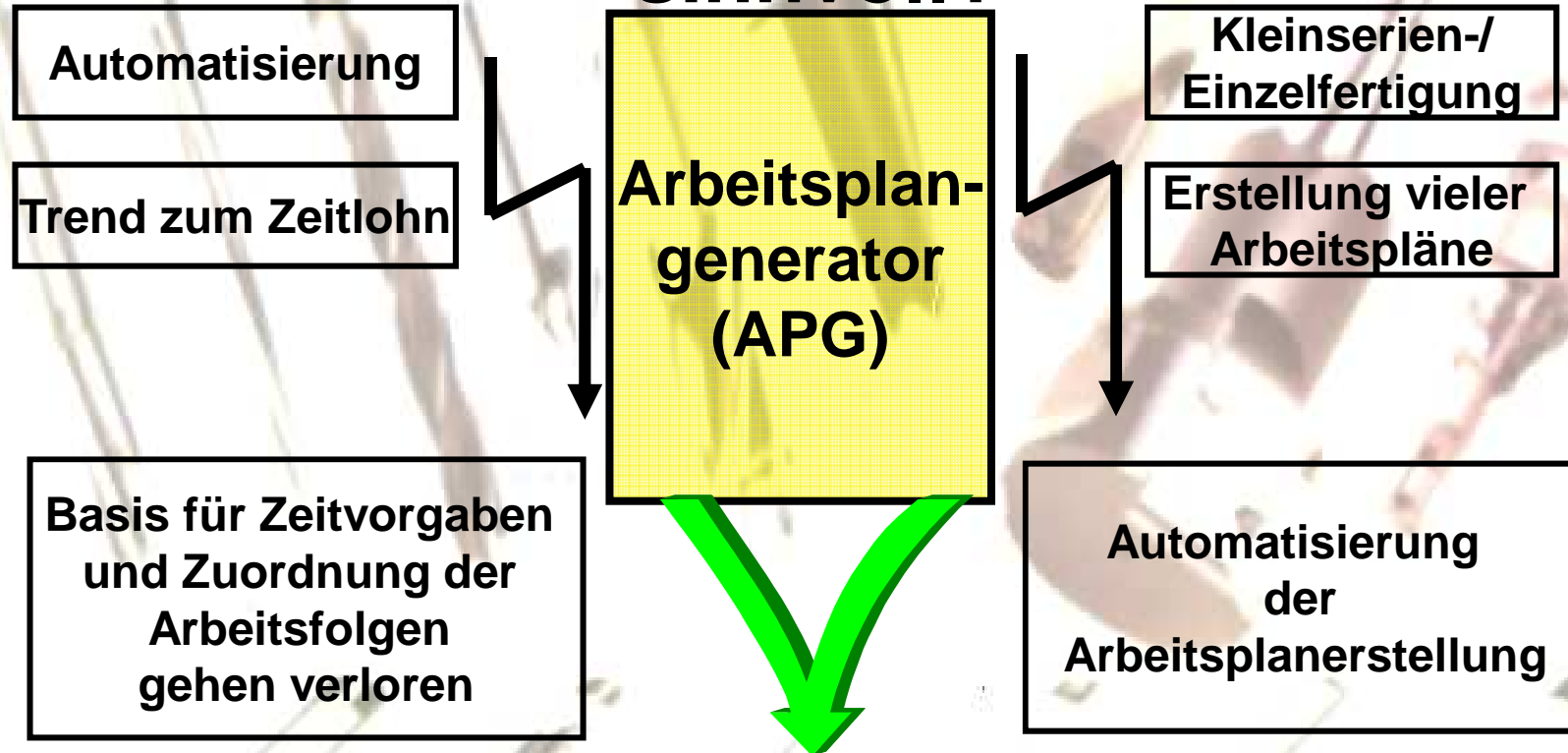
- Struktur des APG
- Fertigungsablauf
- Der Mutter-Arbeitsplan
- Die Kapazitätseinheiten (Betriebsmittel und Arbeitsplätze)
- Planzeitberechnungen
- Alternative Arbeitspläne als APG-Output

### **3. Vorteile und Nutzen des APG**

### **4. Weiteres Vorgehen**



# Wann ist der Einsatz eines APG sinnvoll?



Einsatz eines APG in der Art eines Expertensystems wie bei Firma Westland

# APG Arbeitsplan-Generator

## 1. Arbeitspläne als elementare Produktionsdaten



Rationelle Konfektionierung



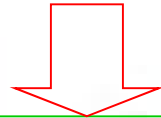
**Standorte: Melle, Fürstenu, Otrocovice - ca. € 50 Mio. Umsatz – 350 Mitarbeiter**  
**Sparten: Walzen und technische Artikel**



# Sparte Walzen

## Erstausrüstung

- Gummierung von Neukernen der Druckmaschinenindustrie
- Kleinserienfertigung



## Regummierung

- Gummierung bereits eingesetzter Walzen
- Einzelfertigung



### Daten zur Auftragsstruktur

Auftragspositionen pro Jahr	ca. 40.000
gefertigte Walzen pro Jahr	ca. 135.000
aktuelle Auftragsposition	1.800 bis 2.400
Anzahl Walzen pro Auftragsposition	1 bis 100
aktuelle Fertigungslose	1.000 bis 1.200
Anzahl verschiedener Arbeitsgänge	27
maximal mögliche Arbeitsgänge pro Walze	23
durchschnittliche Anzahl Arbeitsgänge	13



### Rahmenbedingungen für die Planung

- Walzen mit Längen von 10 bis 6000 mm
- ca. 100 verschiedene Gummimischungen
- 75 verschiedene Kapazitätseinheiten
- unterschiedliche Bearbeitungszeiten
- einzelne Walzen durchlaufen unterschiedliche Arbeitsgänge
- teilweise Fremdfertigung
- Transporte zwischen Stammwerk und Produktionsstätte Fürstenauf

➔ Individueller Arbeitsplan für jeden Auftrag

➔ Täglich 150 bis 200 neue Arbeitspläne



# Anforderungen an den Arbeitsplan

- Ermittlung der relevanten Arbeitsfolgen und Zuordnung zu den Kapazitätseinheiten (Betriebsmitteln / Arbeitsplätzen)
- Angabe von Planzeiten für die Zeitwirtschaft
- je nach Arbeitsplatz und einzusetzendem Betriebsmittel ggf. Angaben zu Arbeitshinweisen und zusätzlichen Arbeitsmitteln
- rechtzeitige Verfügbarkeit des Arbeitsplans

**Arbeitspläne sind unabdingbar  
für Ressourcenabgleich und Terminierung  
für Vorkalkulation und Preisbildung**



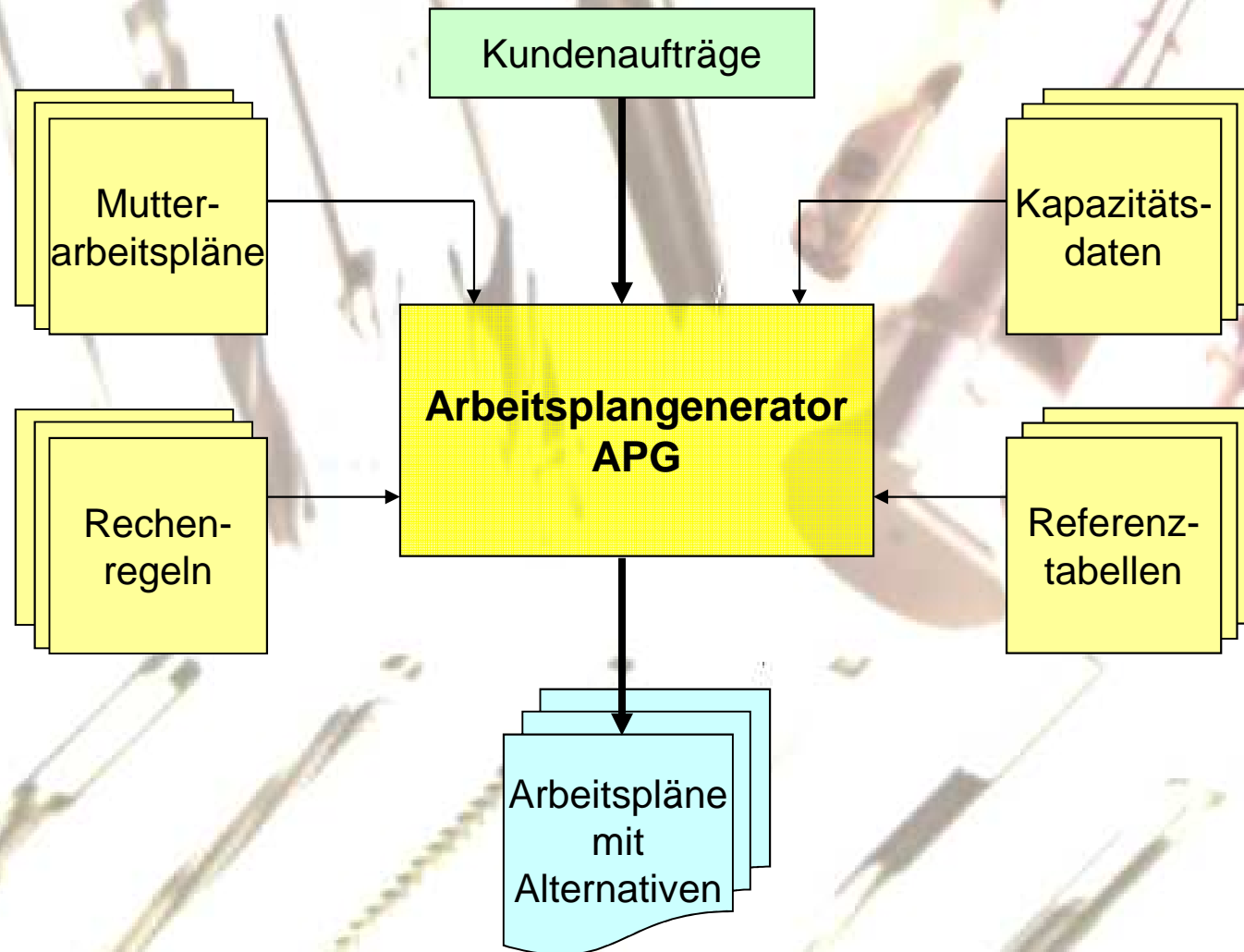


## 2. Elemente des Expertensystems APG



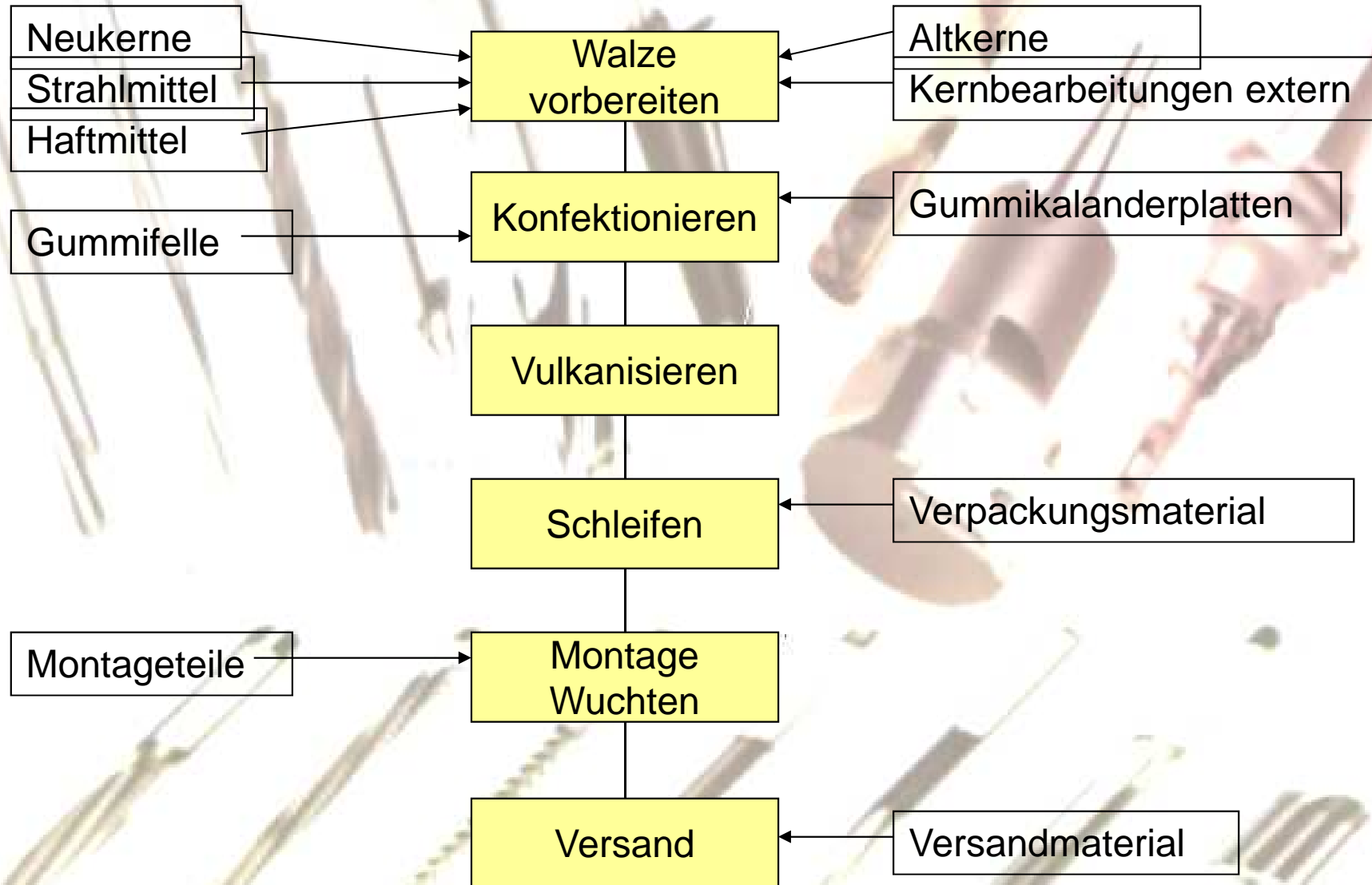


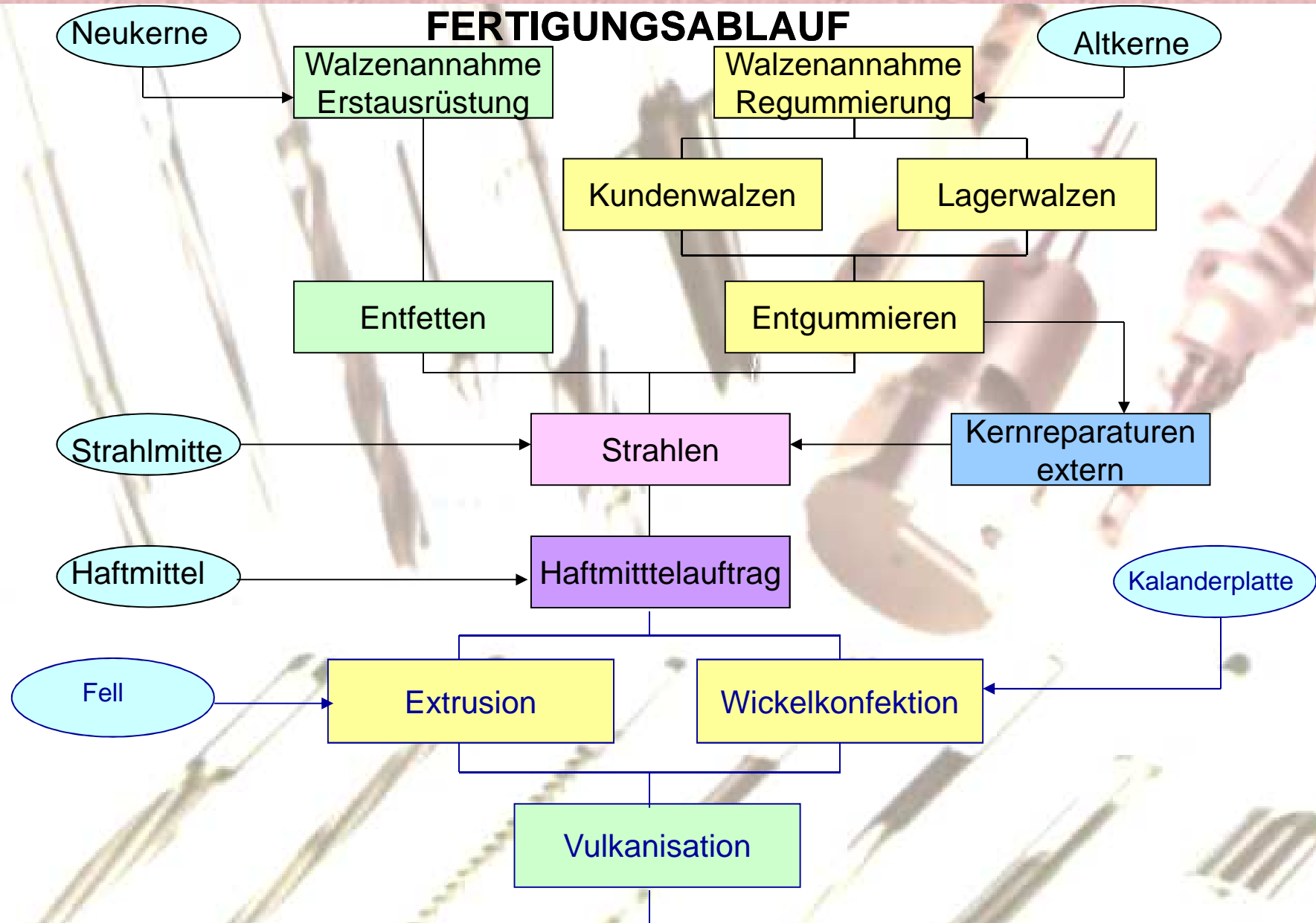
## Struktur des APG





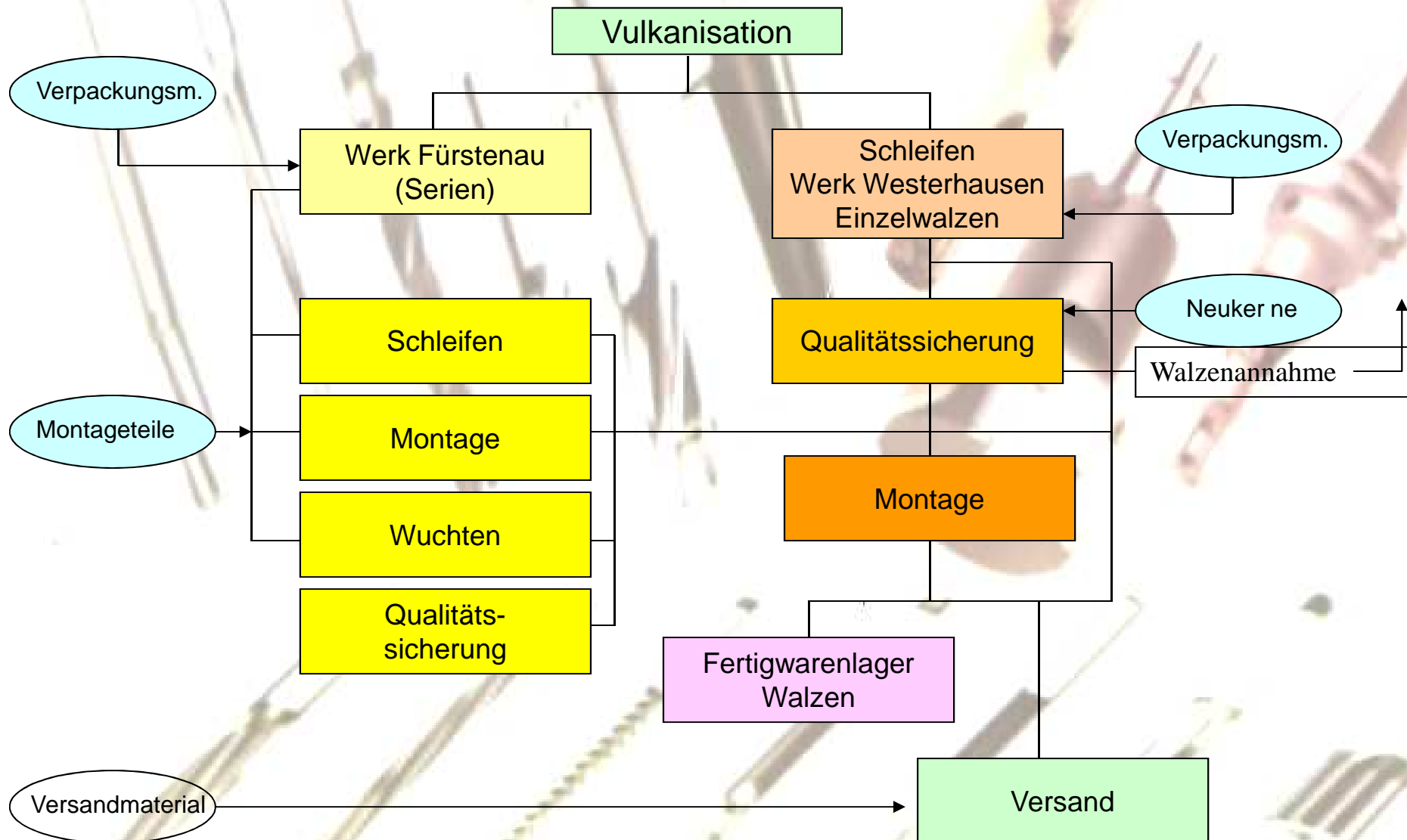
### Fertigungsablauf





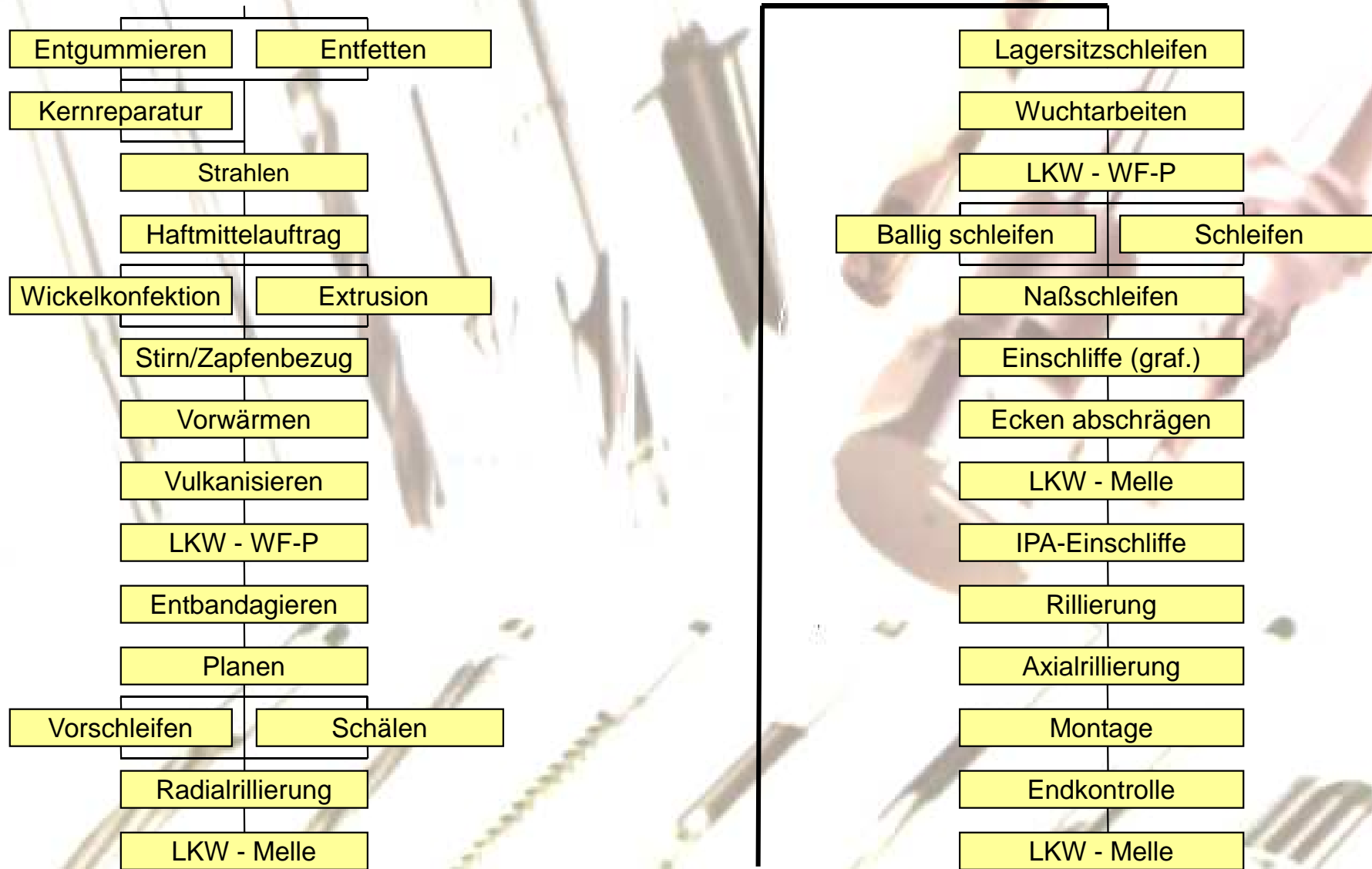


## FERTIGUNGSABLAUF Fortsetzung





### Arbeitsgänge der Sparte Walzen



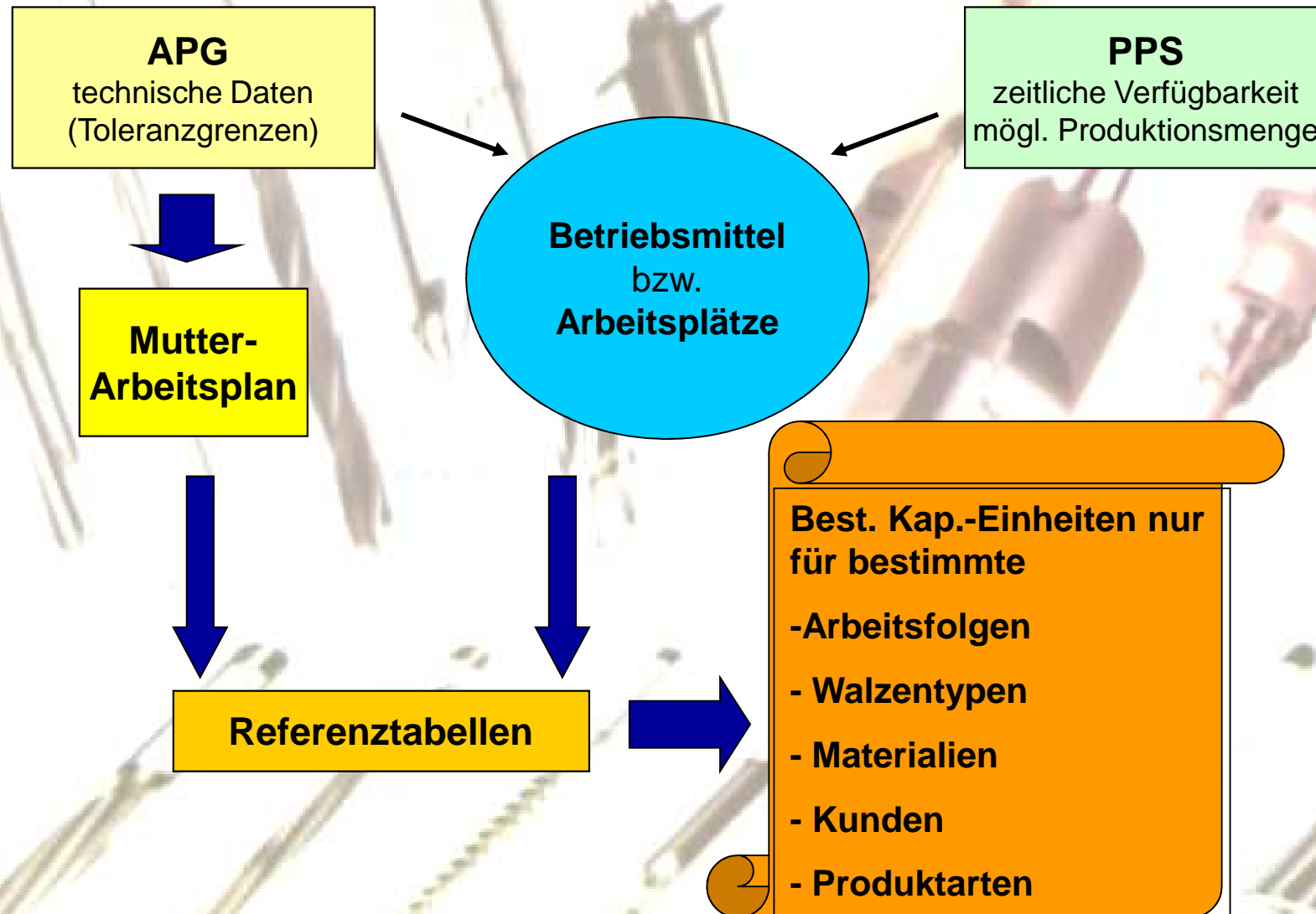


# Mutter-Arbeitsplan

Afo	Bezeichner	Fstu	Fst	ArtBed	Rezept1Bed	Rezept2Bed	RezeptBed	AusfBed	KernBeBed
10	Entgummierung	600,0	10	GU GA AU					
20	Entfetten	600,0	10	GK					
30	Kernreparatur	600,0	15						2 3
40	Strahlen	600,0	20	~SL					
50	Haftmittel	600,0	20	~SL					
100	Wickelkonfektion	600,0	25	~SL			~C253-12		
110	Extrusion Rüsten	600,0	25	~SL			C252-01 C302-		
111	Extrusion Ausführen	600,0	25	~SL			C252-01 C302-		
120	Stirn-/Zapfenbezug	600,0	25					12 20 21	
300	Vorwärmen	700,0	30	~SL	~D	>45			
310	Vulkanisieren	700,0	30	~SL					
350	Transport W-F	800,0	35						
400	Entbandagieren	800,0	38	~SL		>45			
410	Planen	800,0	38	~SL					
420	Schälen	800,0	38	~SL		>45			
430	Vorschleifen	800,0	38			<=45			
440	Radialrillierung	800,0	38					34 36 37	
450	Transport F-W	800,0	48						1 4 5
460	Lagersitzschleifen	800,0	50						4 5



### Kapazitätseinheiten (Betriebsmittel und Arbeitsplätze)





# Planzeitberechnung

Afo	Kost	Mag	Marr	Kchr	HaerteBed	Bedingung	TrBer	TeBer	Kommentar
10					=100			$7,4 + (KD \cdot 0,05) + (BL \cdot 0,0018)$	Härte-Rezept2='00'
10					<100			$1,25 + (KD \cdot 0,088) + (BL \cdot 0,0022)$	
20								$\text{Max}(1; 3,14 \cdot BL \cdot (KD/97000))$	
40			105					$0,84 + (KD \cdot BL \cdot 0,000031)$	alte Schlick
40			104					$2,37 + (BL \cdot 0,00138)$	Diablo-Anlage
50			108					$4,27 + (KD \cdot BL \cdot 0,0000127)$	Manuell
50			107					2,35	Sprimag
100					>50			$\text{Max}(10; (0,00027 \cdot (FD \cdot 0,9) \cdot (BL \cdot 0,87) \cdot (GD \cdot 0,16)) + (BL/85) + (GD/5))$	
100					≤50			$\text{Max}(10; (((GD/80) + 0,45) \cdot (FD \cdot 0,54)) + (BL/100))$	
110			221				90		Extrusion Rüsten
110			220				33		Extrusion Rüsten
111			221					$-20 + (0,227 \cdot FD) + (0,238 \cdot GD) + (0,00146 \cdot BL)$	Extrusion Ausführen
111			220					$1,045 \cdot (1,015 \cdot FD) \cdot (1,000507 \cdot BL)$	Extrusion Ausführen
120								80	





### Alternative Arbeitspläne als TPS-Input

ANR	ANP	AFO	ABEZ1	FSTU	FST	KOST	MAGR	MANR	TR	TE	A	PK
204614	021	20	Entfetten	600	10	6323	110	110	0,00	1,57		
204614	021	40	Strahlen	600	20	6332	104	104	0,00	3,33		
204614	021	50	Haftmittel	600	20	6333	107	107	0,00	2,35		
204614	021	100	Wickelkonfektion	600	25	6325	202	202	0,00	14,71	G	
204614	021	100	Wickelkonfektion	600	25	6325	205	205	0,00	14,71	G	
204614	021	100	Wickelkonfektion	600	25	6325	208	208	0,00	14,71	G	
204614	021	110	Extrusion Rüsten	600	25	6328	220	220	33,00	0,00		
204614	021	111	Extrusion Ausführen	600	25	6328	220	220	0,00	5,59		
204614	021	310	Vulkanisieren	700	30	6330	6330	6330	0,00	0,00		
204614	021	350	Transport W-F	800	35	6389	9697	96	0,00	0,00	G	
204614	021	350	Transport W-F	800	35	6389	9697	97	0,00	0,00	G	
204614	021	410	Planen	800	38	6390	9002	1	0,00	3,80	F	A
204614	021	410	Planen	800	38	6390	9003	10	0,00	3,80	G	
204614	021	410	Planen	800	38	6390	9006	16	0,00	3,80	F	I
204614	021	410	Planen	810	38	6341	405	405	0,00	2,80	F	A
204614	021	410	Planen	810	38	6341	406	406	0,00	2,80	F	B
204614	021	410	Planen	810	38	6341	409	409	0,00	2,80	G	
204614	021	410	Planen	800	38	6390	9005	5	0,00	3,80	F	D
204614	021	410	Planen	800	38	6390	9002	6	0,00	3,80	F	E
204614	021	410	Planen	800	38	6390	9002	7	0,00	3,80	F	F
204614	021	410	Planen	800	38	6390	9009	8	0,00	3,80	F	G
204614	021	410	Planen	800	38	6390	9011	9	0,00	3,80	F	H



### 3. Vorteile und Nutzen des APG

- ☺ benutzerfreundlich und außerordentlich flexibel  
ohne zusätzliche Programmänderungen kann
- ☺ jede Komponente des Generators verändert werden  
die Planzeitberechnung beliebig modifiziert werden
- ☺ Reduzierung manueller Planungsaufgaben in der AV  
Bei 50 – 150 Arbeitsplänen pro Tag können 1-3 Mitarbeiter freigesetzt werden
- ☺ wichtige Voraussetzung und Ergänzung für eine automatisierte Fertigungssteuerung und Kalkulation



## 4. Weiteres Vorgehen

### ● Ausgangslage

- APG als benutzerfreundliches Expertensystem in APL programmiert (Pflege in Access)
- erklärungsbedürftig, Installation in Zusammenarbeit mit Experten des Anwenders
- bisher seitens UB-JEK kein Marketing