

„Ultraeffizienz“ Umsetzung am Beispiel einer neuen Fertigung

Würth Elektronik Standort Niedernhall



Dr. Klaus Wolfer
09. 12. 2015

Leiterplattenfertigung



Ausgangsprodukt

Kupferkaschiertes, glasfaserverstärktes Epoxidharz



Man unterscheidet

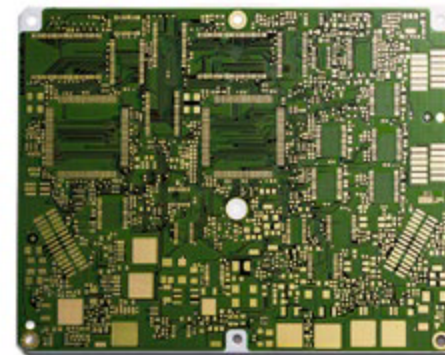
- Doppelseitige Leiterplatte (DS)
- Multilayer (mehrere Lagen verpresst) (ML)



Leiterplattenfertigung

Prozessschritte für DS und Außenlagen vereinfacht

1. Bohren
2. Durchkontaktieren
3. Image transfer
4. Leiterbahnaufbau
5. Ätzvorgang
6. Lötstopmmaske aufbringen
7. Endoberfläche aufbringen
8. Mechanische Endbearbeitung
9. Elektrisch prüfen

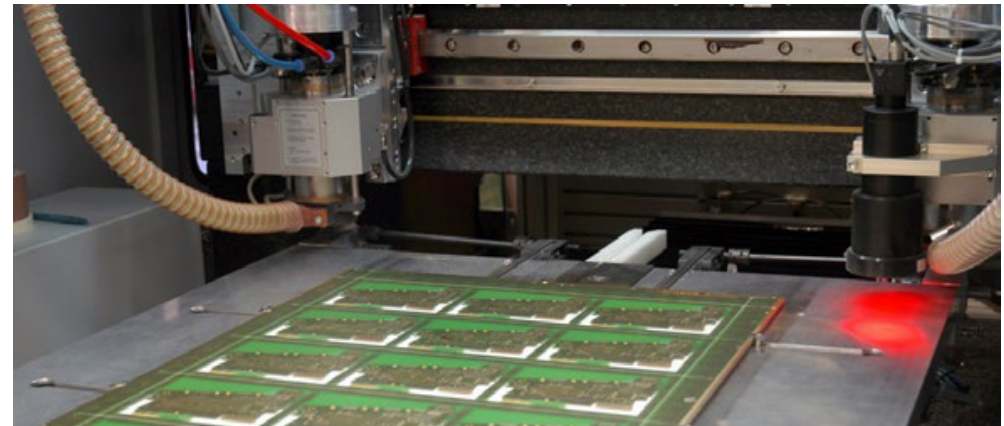


Leiterplattenfertigung



Prozessschritte für ML zusätzlich pro Lage

1. Imagetransfer
2. Ätzvorgang
3. Verlegen
4. Verpressen
5. Ab hier Außenlagenfertigung

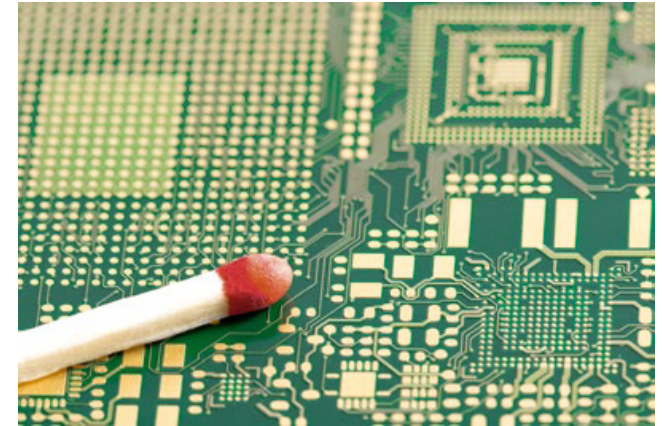


Komplexe Fertigung

Doppelseitige Leiterplatte

54 Einzelprozesse, davon 36 Nassprozesse

Abwasseranfall: 130 – 160 l/m² Leiterplatte

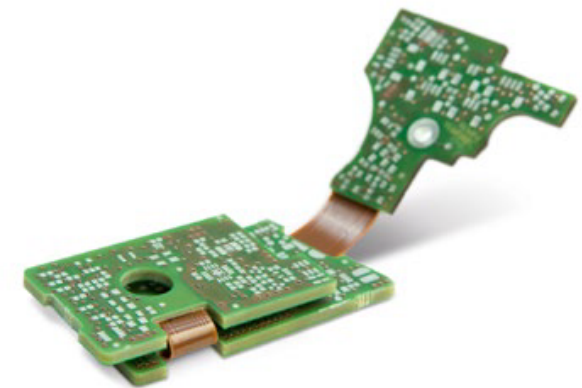


10 lagiger Multilayer

114 Einzelprozesse, davon 72

Nassprozesse

Abwasseranfall: 300 – 350 l/m² Leiterplatte



Motivation zum **Ultra-F-Check** - Erwartungen



Situation Würth Elektronik nach Großbrand

Vergleich alter, nicht mehr bestehender Produktion,
mit neuer, bis Ende 2015, realisierter Produktion

Vom **Ultra-F-Check** erhoffe ich mir:

- Transparenz
- Bestätigung unseres Vorgehens
- Orientierung, was noch zu tun ist

Ablauf des **Ultra-F-Check**

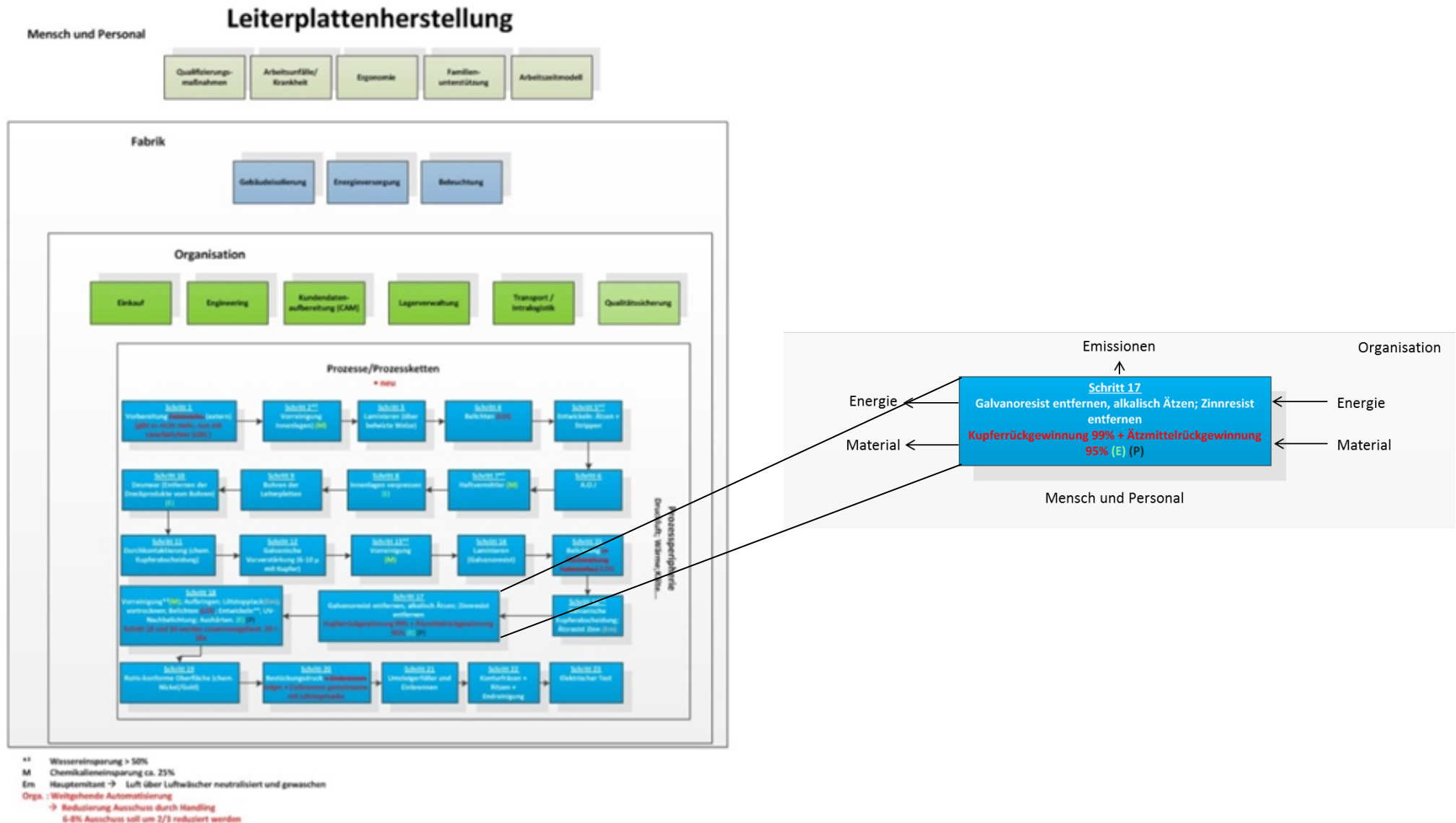
1. Termin:

- Besichtigung der Produktion
- Aufnahme der Unternehmenscharakteristik
- Allgemeine Diskussion über die Produktion und mögliche Probleme

2. Termin:

- Unterteilung nach Ebenen Prozess, Produktion, Fabrik, Organisation, Mensch und Personal
- Aufnahme der Produktionslinie mit sämtlichen Einzelprozessen
- Diskussion der Betrachtungsobjekte nach verschiedenen Handlungsfeldern (Energie, Material, Emissionen, Organisation, Mensch und Personal)
- Festlegung / Konzentration auf Prozessebene (detailliertere Betrachtung einzelner Prozesse)

Aufnahme der Produktionslinien mit sämtlichen Einzelprozessen



2. Termin:

- Gemeinsame Aufnahme von bereits umgesetzten und geplanten Maßnahmen in allen Prozessen nach alt / neu

Prozessschritt 17 Gelvanorelist entf. etc.				Maßnahmenbeschreibung										Reifegrad				Punkte					
Transparenz																							
Energie	Material	Emission	Prozess Optimierung	Maßnahmen zur Optimierung des Prozesses	Maßnahme abschließung	Zeitplan	Material	Emission	Prozess Optimierung	Maßnahme zur Verbesserung der bestehenden Technologie	Maßnahme zum Austausch oder Erweiterung der Technologie mit dem Fokus einer neuen besseren Technologie	Monitoring der umgesetzten Maßnahme	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess der Maßnahme	Zusätzliche Erschließung von Potentialen (Möglichkeiten auf dem Markt)	Energie	Material	Emission	Prozess Optimierung					
Quantifizierbar Größen bekannt/Transparenz vorhanden	1		1	Maßnahme 1											0	0	0	0					
				Maßnahme 2											0	0	0	0					
				Maßnahme 3											0	0	0	0					
				Maßnahme 4											0	0	0	0					
				Maßnahme 5											0	0	0	0					
															0	1	0	1					

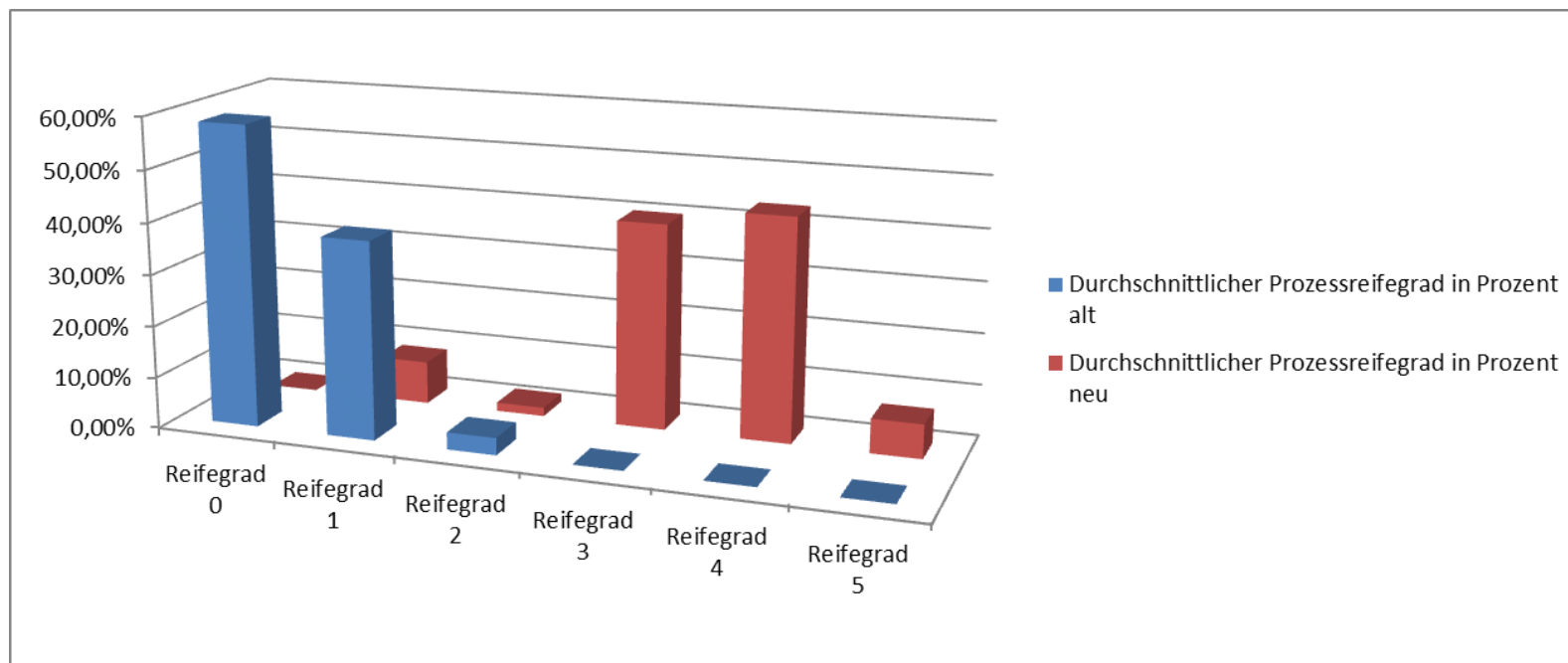
Prozessschritt 17 neu Gelvanorelist entf. etc.				Maßnahmenbeschreibung										Reifegrad				Punkte					
Transparenz																							
Energie	Material	Emission	Prozess Optimierung	Maßnahmen zur Optimierung des Prozesses	Maßnahme abschließung	Zeitplan	Material	Emission	Prozess Optimierung	Maßnahme zur Verbesserung der bestehenden Technologie	Maßnahme zum Austausch oder Erweiterung der Technologie mit dem Fokus einer neuen besseren Technologie	Monitoring der umgesetzten Maßnahme	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess der Maßnahme	Zusätzliche Erschließung von Potentialen (Möglichkeiten auf dem Markt)	Energie	Material	Emission	Prozess Optimierung					
Quantifizierbar Größen bekannt/Transparenz vorhanden	1	1	1	1	Maßnahme 1	Explorationsphase 99 %				1		1	1		0	5	0	0					
					Maßnahme 2	Atomtrockenphase 95 %		1	1		1	1			0	5	0	5					
					Maßnahme 3	Gereifte Prozesse		1		1	1		1		0	4	0	4					
					Maßnahme 4	Elektrische Beladung durch Wasserelektrolyse (Abwasser-Öl)		1	1	1	1				1	0	1	1					
					Maßnahme 5	Verfahren der Abwasserphase 100 %		1	1	1		1	1			5	5	5	0				
															4	5,15	4	6,3315					

- Restliches Ausfüllen von vordefinierten Templates in Eigenleistung und anschließender Auswertung durch das „Ultra-Effizienz“-Team von Fraunhofer

Ablauf des **Ultra-F-Check**

3. Termin:

- Abschlussbesprechung, Evaluierung der Ergebnisse



- Überleitung zur Detail-Analyse der Ultraeffizienzfabrik

Ergebnis des **Ultra-F-Check**



Aufnahme von 23 Prozessschritten inklusive deren Gewichtung nach den Handlungsfeldern Energie, Material, Emissionen, Organisation, Mensch und Personal

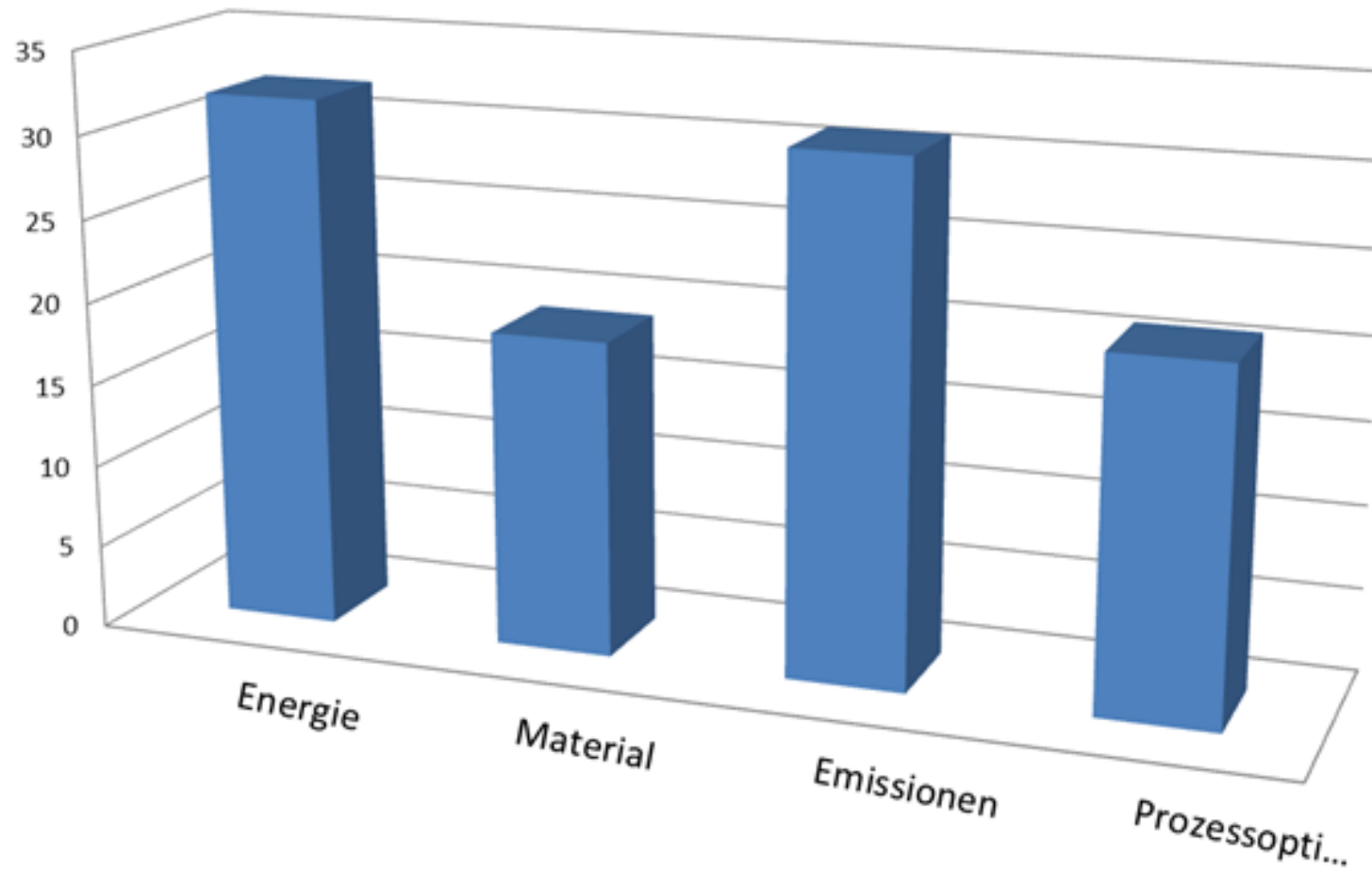
15 relevante Prozessschritte konnten identifiziert und im Detail nach deren geplanten Maßnahmen untersucht werden:

- Geplante Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs: 32
- Geplante Maßnahmen zur Reduktion des Materialverbrauchs: 19
- Geplante Maßnahmen zur Reduktion der Emissionen: 31
- Prozessoptimierungen: 21

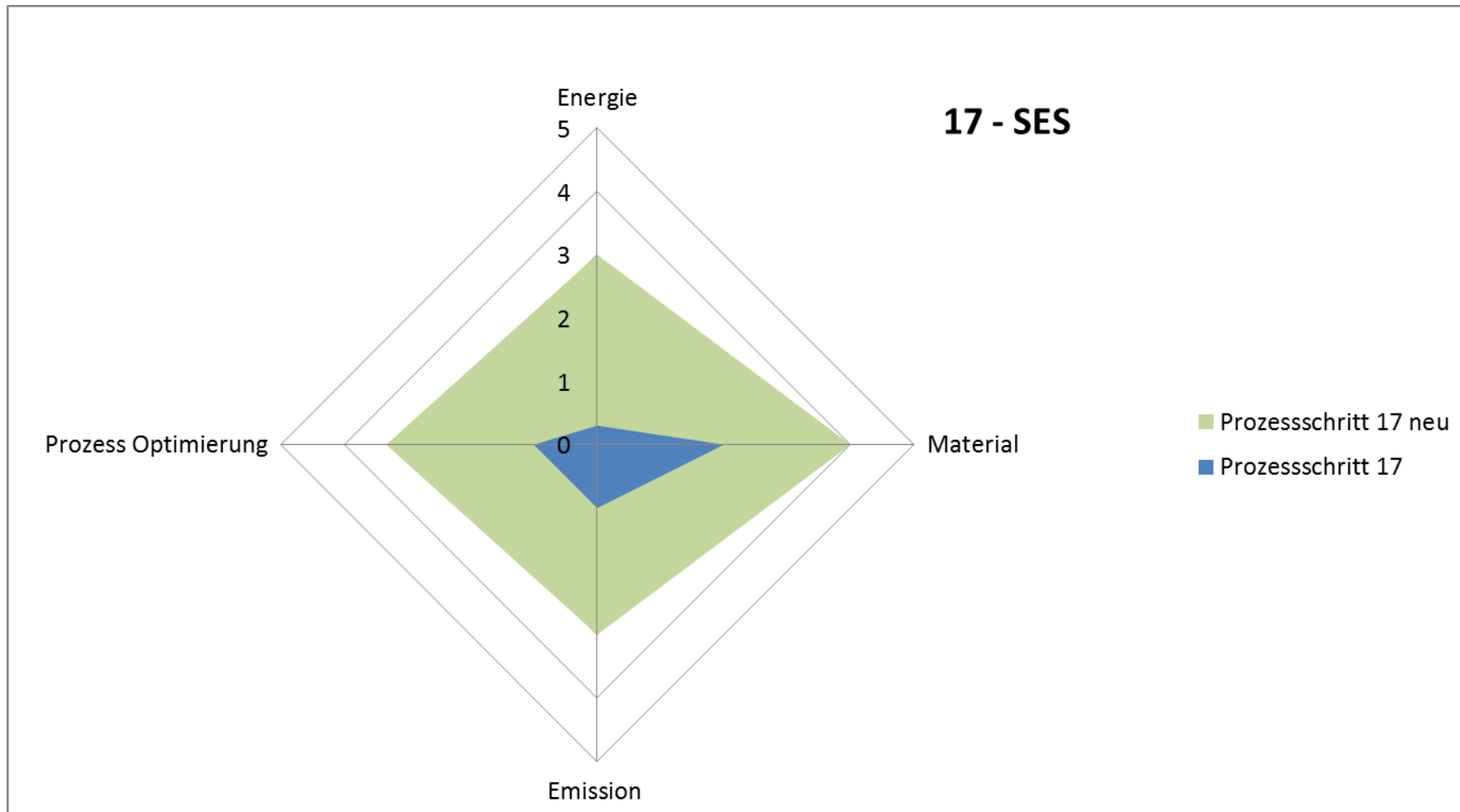
Ergebnis des **Ultra-F-Check**



geplante Massnahmen



Ergebnis des **Ultra-F-Check** am Beispiel Galvanoresist entfernen (SES)



Maßnahmen an der neuen SES



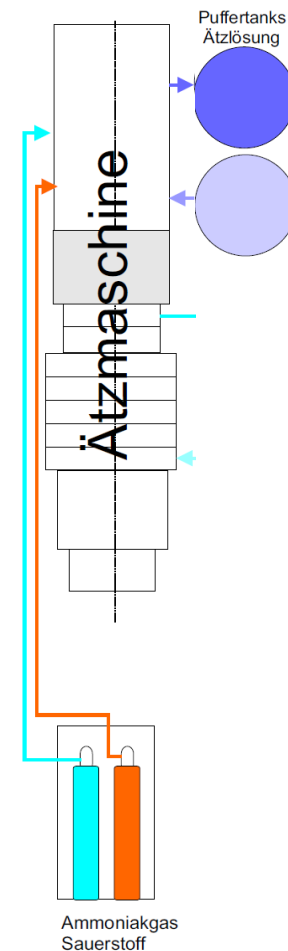
- Kupfer- und Ätzmittelrecycling
- Alle Spülen mit UV Strahlern ausgerüstet (verhindert Verkeimung)
- Dosierungen Chemie geregelt (Leitwert, Redox, pH, Dichte)
- Dosierung Wasser geregelt (Leitwert) Wasserverbrauch nur 30 % der ersetzten Linie
- Nutzung Kompressor Abwärme zur Heizung spart > 50 % Heizenergie
- Versorgung Trockner mit gereinigter, warmer und trockener Abluft (Kompressor Kühlung)

Kupfer- und Ätzmittelrecycling an der SES

Herkömmliche Technik:
Kupferfreies Ätzmittel (Replenisher)
wird zugegeben, wenn 150 g/l
Kupfer überschritten sind

Anlieferung Replenisher im
Tankwagen

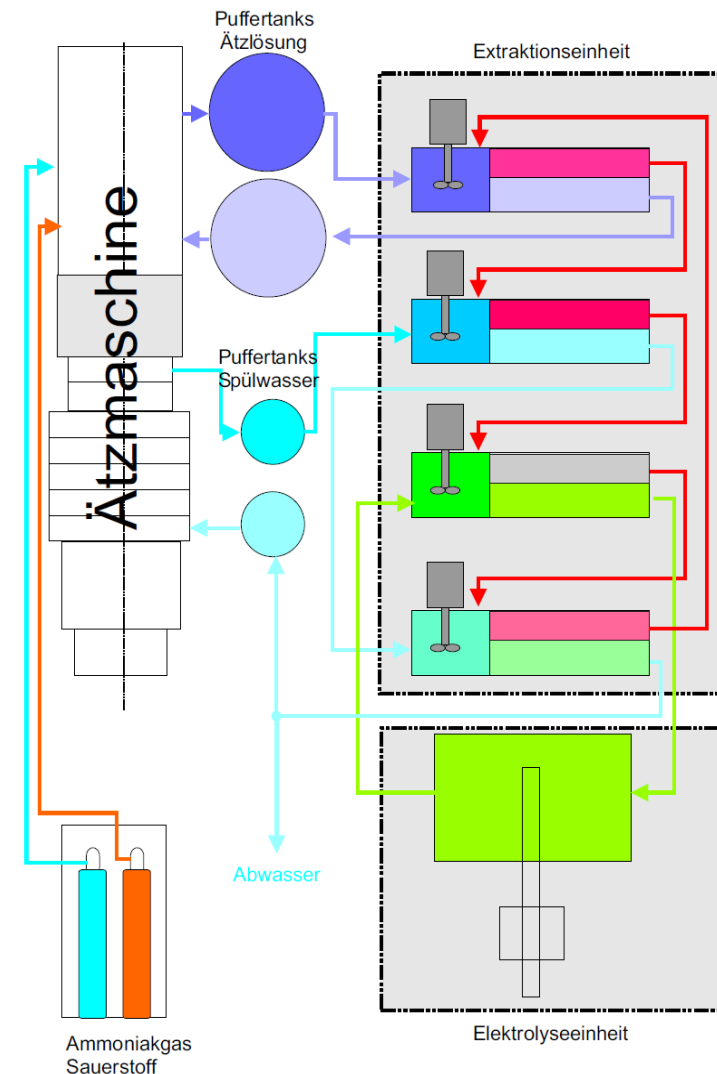
Verbrauchtes Ätzmittel wird
mit dem Tankwagen zur
externen Verwertung gebracht



Kupfer- und Ätzmittelrecycling an der SES

Recyclingtechnik:
Kombination aus Flüssig – flüssig
Extraktion und Elektrolyse

→ Geschlossener
Chemikalienkreislauf
und Rückgewinnung von Kupfer



Kupfer- und Ätzmittelrecycling an der SES

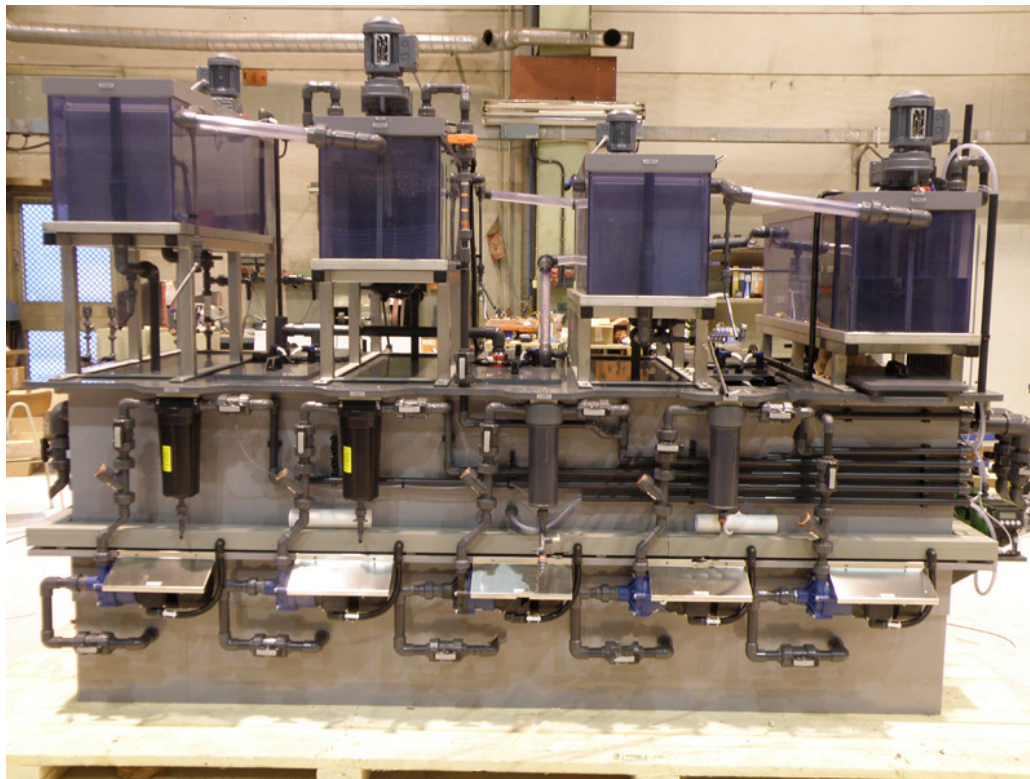
Die **Flüssig – flüssig Extraktion** besteht aus 4 Extraktionsstufen

1

2

3

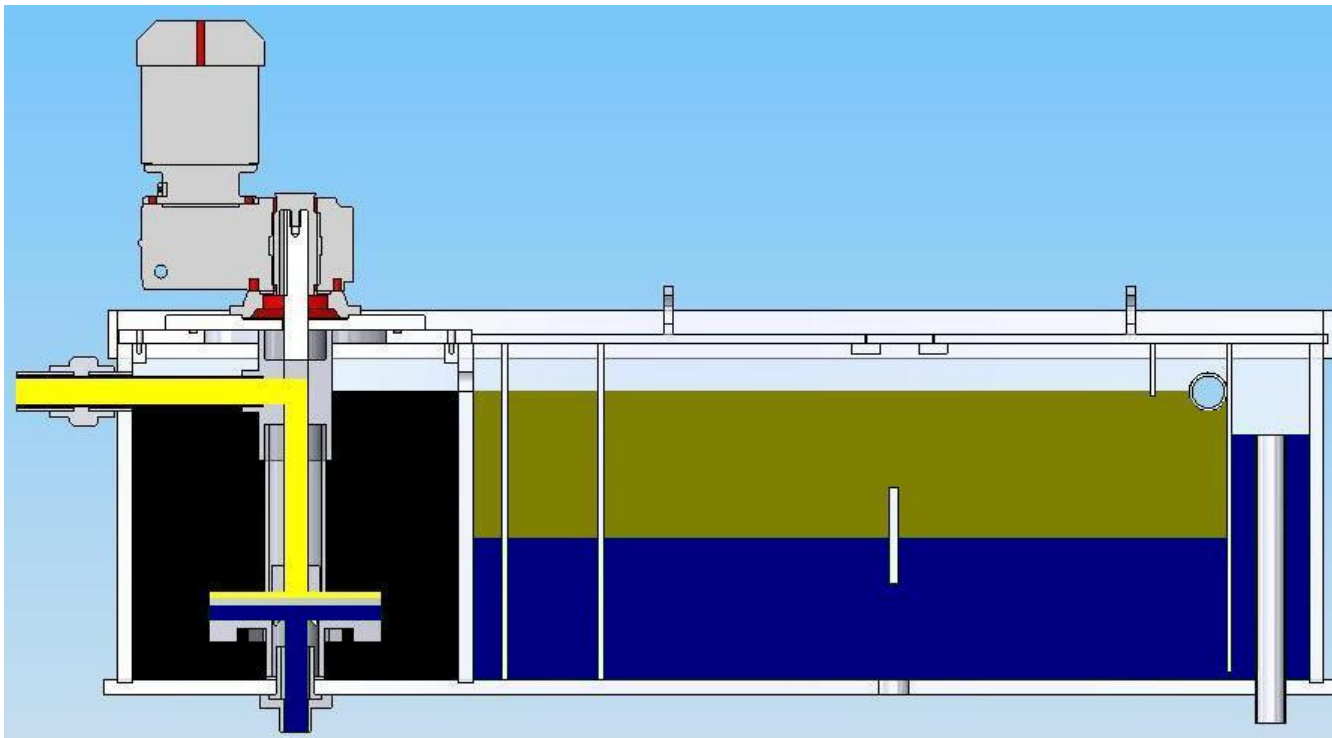
4



- 1.Extraktion von Kupfer aus der Ätzlösung
- 2.Extraktion von Kupfer aus dem Vorspülwasser
- 3.Reextraktion von Kupfer aus der organischen Phase mit schwefelsaurem Elektrolyten. Im Bypass wird Kupfer elektrolytisch abgeschieden
- 4.Extraktion von Kupfer aus dem Fließspülwasser (< 0,5 ppm Cu)

Kupfer- und Ätzmittelrecycling an der SES

MECER- Mixer Settler



Funktionsprinzip

Mixer: Innige
Vermischung
von wässriger und
organischer Phase

Settler: Funktioniert wie
ein Ölabscheider

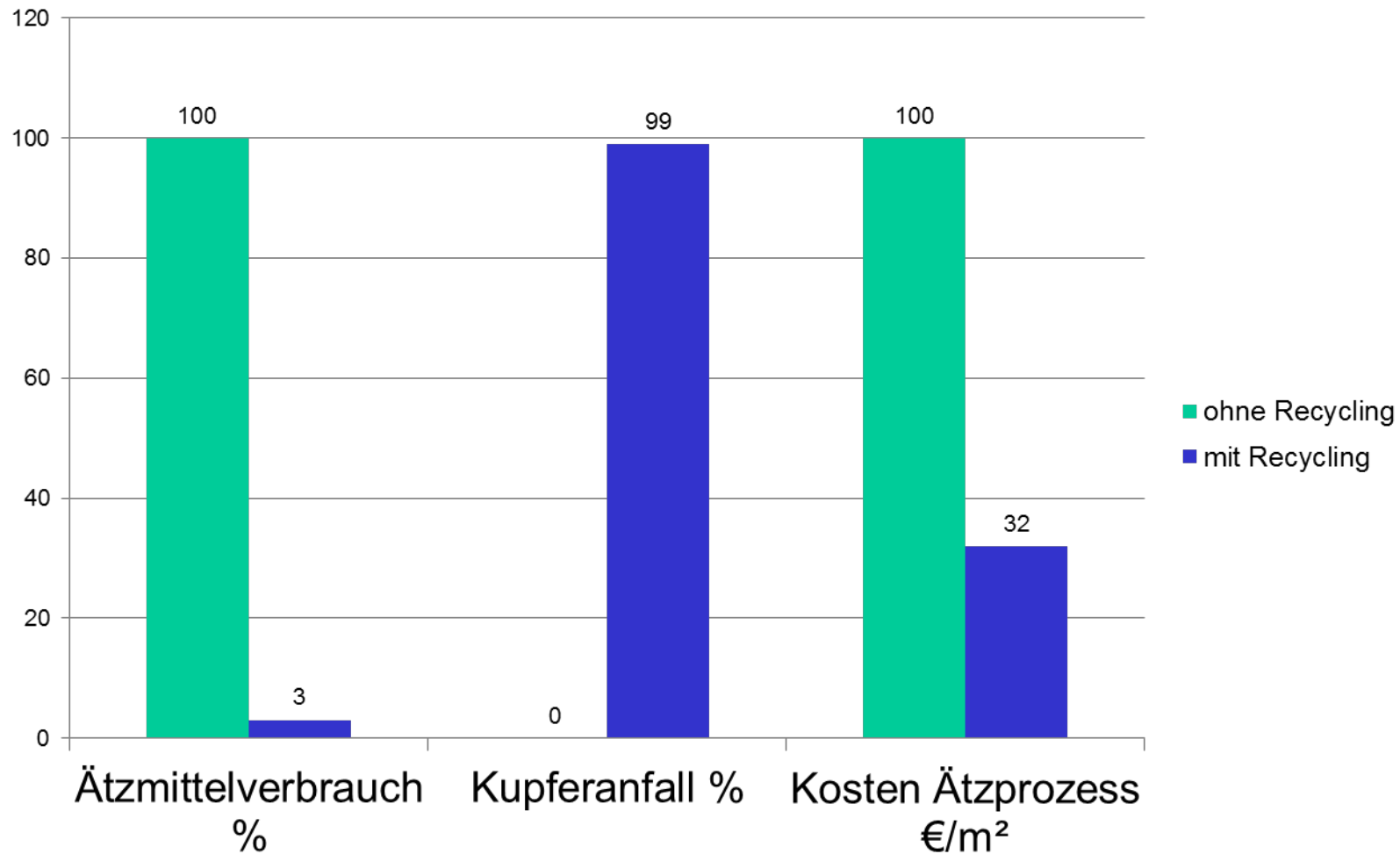
Kupfer- und Ätzmittelrecycling an der SES



Das Endprodukt ist
99,99 % reines Kupfer,
was problemlos verkauft
werden kann.

Gewicht der
Kupferplatten: Pro Stück
100-125 kg

Kupfer- und Ätzmittelrecycling an der SES



Kupfer- und Ätzmittelrecycling an der SES

\$

Gewinn aus 1 kg Ätzlösung: 1 € \$

Ist Verbrauch Ätzlösung pro Jahr:
400000 kg

Einsparung und Ertrag 400000 €/Jahr

Platzbedarf 40 m²

Investition : 600000 €

Amortisationszeitraum: 1,5 Jahre

\$



\$

\$

\$

Kupfer- und Ätzmittelrecycling an der SES



Reduktion Gefahrguttransport 60000 km/Jahr
Reduktion Gefahrgutmenge 825 m³/Jahr



Reduktion CO₂ durch entfallenden Transport
40000 kg/Jahr

Ergebnis des Ultra-F-Check

Transparenz

strukturierte Erfassung aller Maßnahmen
kategorisiert nach Handlungsfeld und
Betrachtungsebene

Bewertung bzgl. „Reife“

nach Ebenen

generelle Reife von Maßnahmen (Fitness)

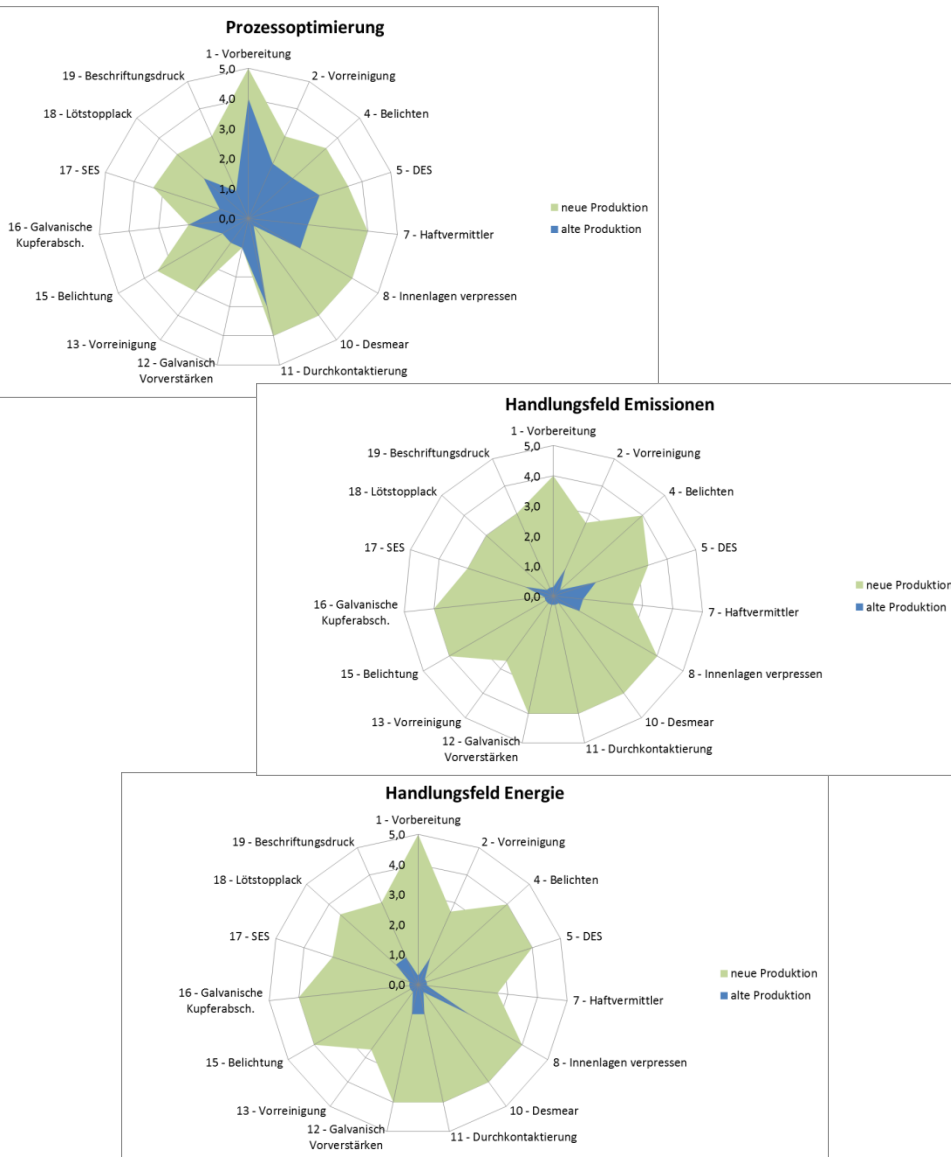
Reife / Fitness vom Unternehmen

Ausgangspunkt für Verbesserungen

Beschreibung versch. Zustände (alt-neu / Ist-geplant), Positionierung der bisher angedachten Maßnahmen

Ableitung von Potenzialen: weitergehend, über bisher angedachte Maßnahmen hinaus

Ableitung von Zielen



Konzept und Umsetzung

Emissionen:

Abluft aus allen Nassprozessen

Saure und alkalische Abluftwäscher

Regelung: pH Wert zur Wirkung, Leitwert zur Absalzung

Lösemittelhaltige Abluft

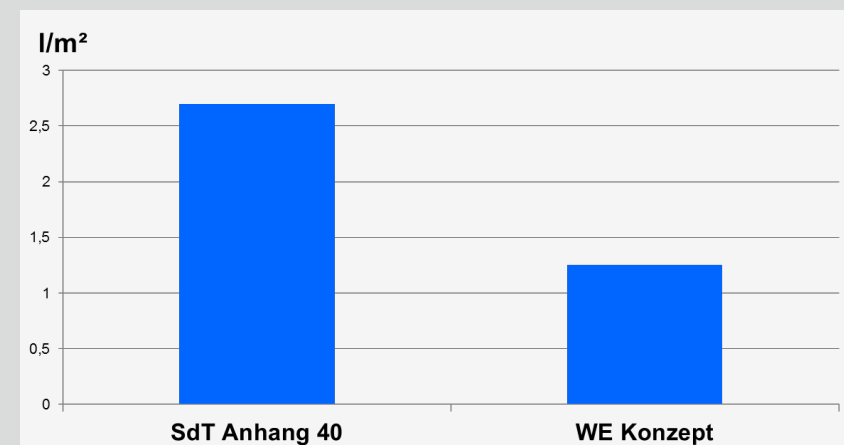
Reinigung über Biofilter

Spülwasserkonzept:

Alle Anlagen mit 4 fach Kaskaden

Wasserverbrauch Stand der Technik (WHG 7, Anhang 40): 2,1 – 3,3 l/m²

Konzept WE: 1 – 1,5 l/m²



Konzept und Umsetzung

Energie:

Strom:

- BHKW

Wärme:

- Warmwasserheizungen, anstelle von Elektroheizung in allen Prozessen
- von BHKW
- WRG Kompressoren
- WRG Kühlpressen
- Aushärteofen und Pressen gasbeheizt

Kälte:

- Brunnen
- Kühlturm

Prozessoptimierung:

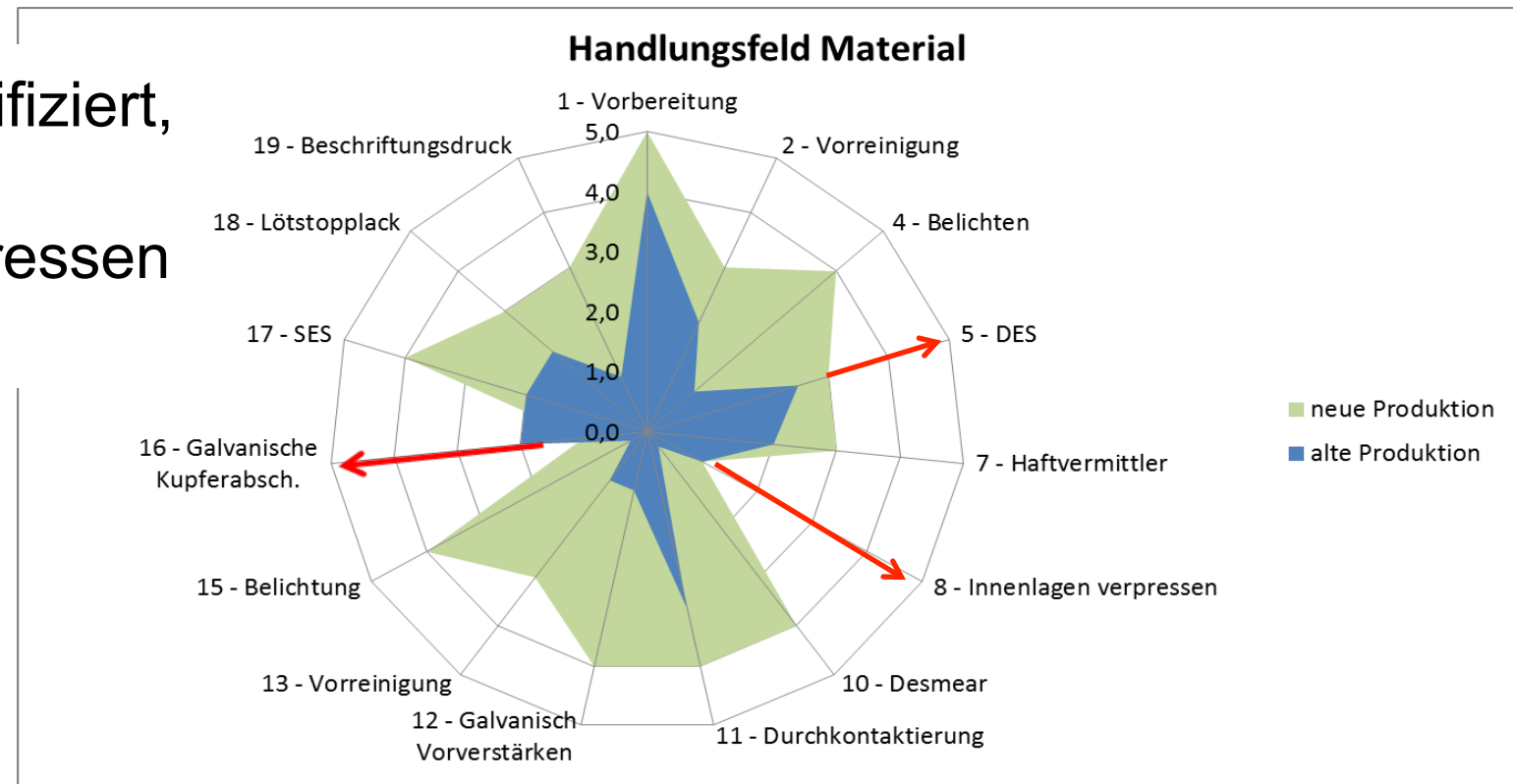
- Geregelte Prozesse
- Keine manuellen Änderungen der Prozesstechnik möglich – Änderungen nur über Rezeptverwaltung durch den Prozessverantwortlichen
- Verbesserte Prozesstechnik
- Alternative Prozesstechnik

Ergebnis des **Ultra-F-Check**

Weitere Potenziale im Handlungsfeld Material

drei Prozesse identifiziert,

- P 5, DES
- P 8, IL – verpressen
- P 16, LBA



Priorisierung: Weitere Maßnahmen bzgl. „Material“ zu prüfen

Material – so viel, wie nötig, so wenig wie möglich



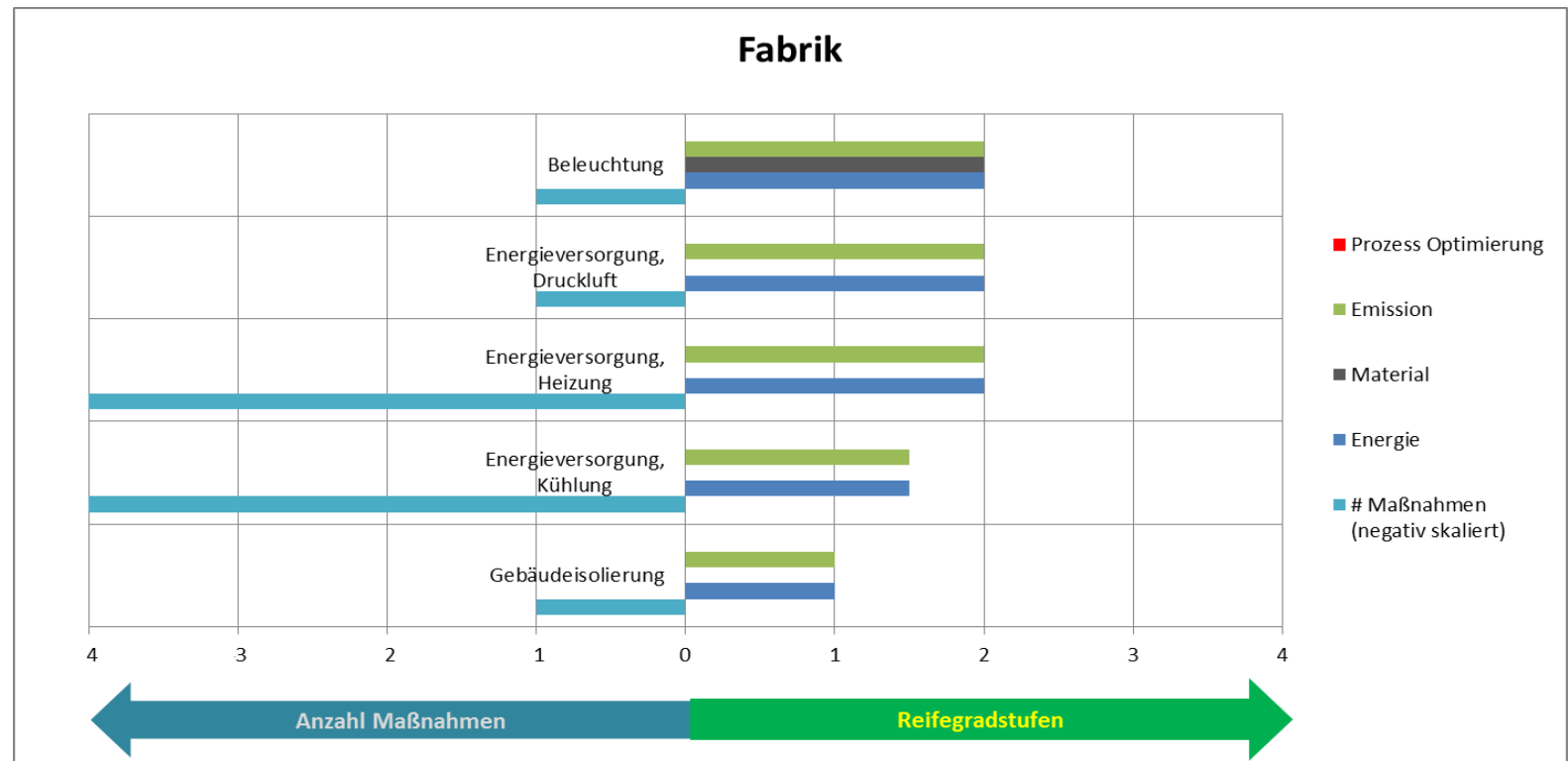
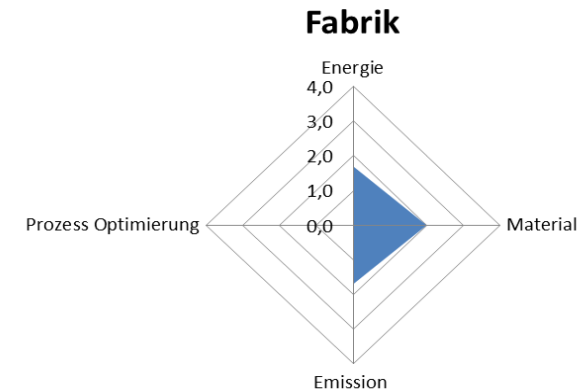
- Geregelte Prozesse über physikalische Kenngrößen, wie Leitwert, pH - Wert , Schallgeschwindigkeit, Dichte, Konzentration (Photometer) usw.
- Geregelte Wasserzuläufe (Leitwert oder Dosierbehälter), bedeutet: Keine Ware – kein Wasserverbrauch
- Keine manuellen Änderungen der Prozesstechnik möglich – Änderungen nur über Rezeptverwaltung durch den Prozessverantwortlichen

weitere Ergebnisse **Ultra-F-Check** Ebene Fabrik



Legende Reifegrad:

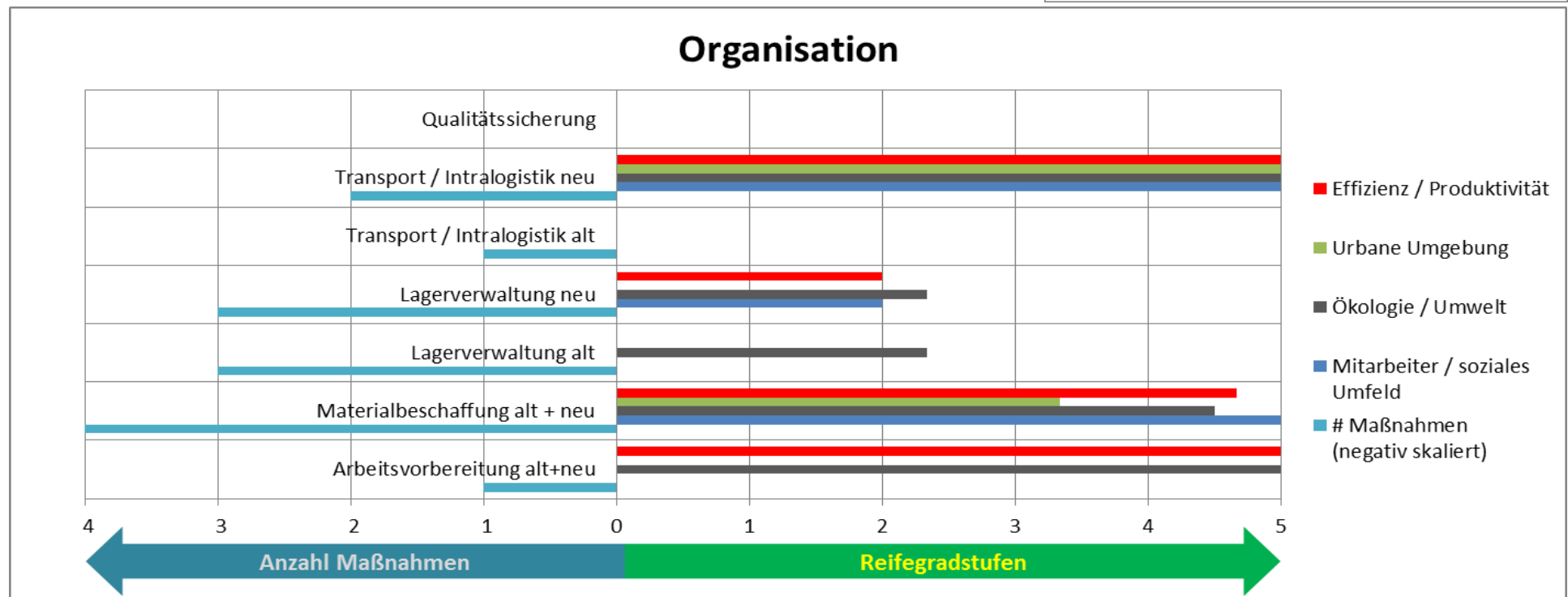
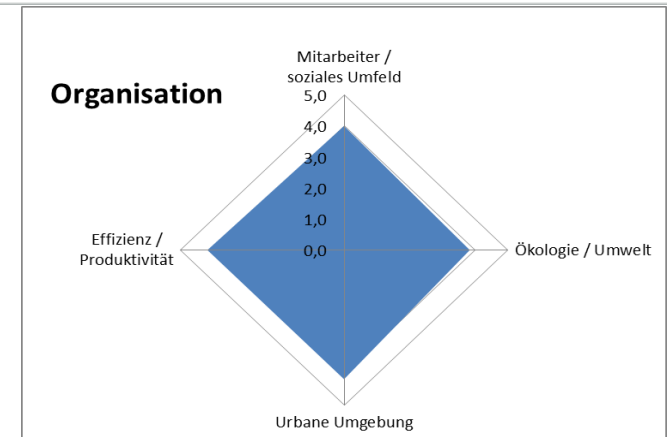
1. Maßnahme zur Verbesserung der bestehenden Technologie
2. Maßnahme zum Austausch oder Erweiterung der Technologie mit dem Fokus einer neuen besseren Technologie
3. Monitoring der umgesetzten Maßnahme Kontinuierlicher Verbesserungsprozess der Maßnahme
4. Zusätzliche Erschließung von Potentialen (Möglichkeiten auf dem Markt)



weitere Ergebnisse **Ultra-F-Check** Organisation

Legende Reifegrad:

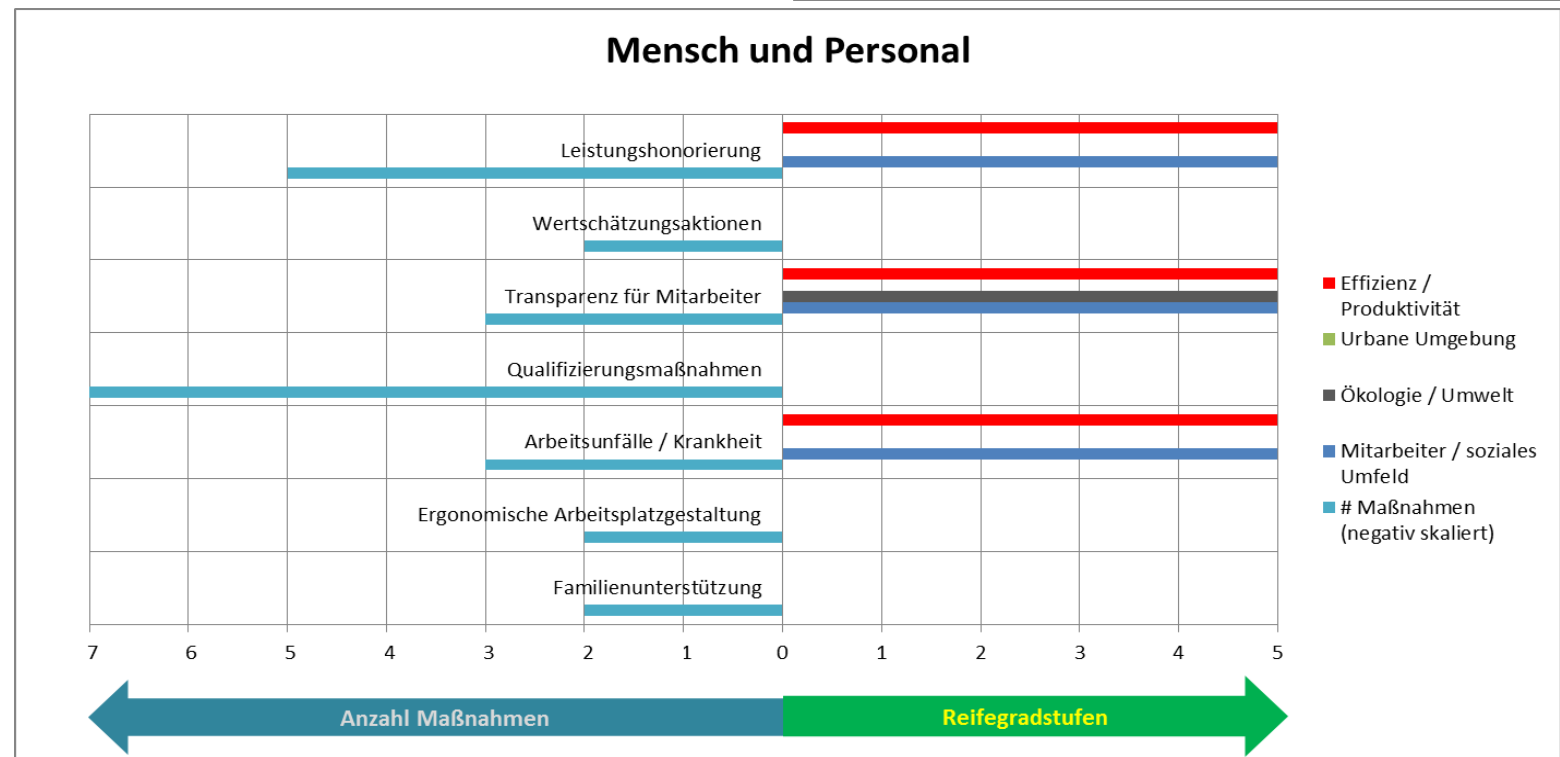
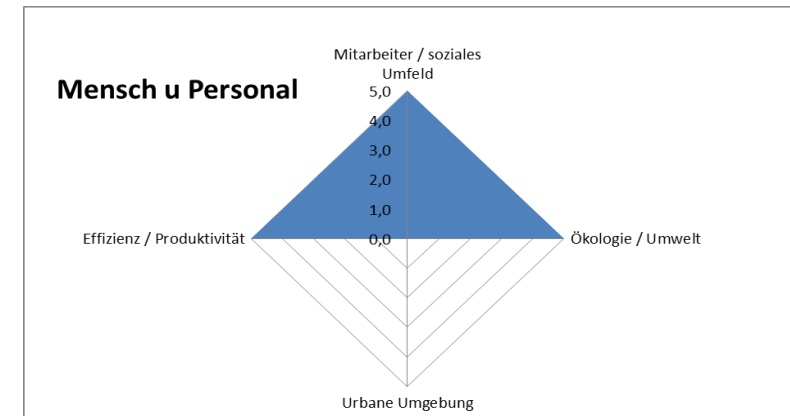
1. Dokumentieren Sie die Planung
2. Führen sie eine detaillierte Planung durch?
3. Werden erreichte Verbesserungen durch die Planung dokumentiert?
4. Wird die Planung regelmäßig geprüft
5. Werden Tools zur Unterstützung der Planung eingesetzt und angepasst?



weitere Ergebnisse **Ultra-F-Check** Mensch und Personal

Legende Reifegrad:

1. Dokumentieren Sie die Planung
2. Führen sie eine detaillierte Planung durch?
3. Werden erreichte Verbesserungen durch die Planung dokumentiert?
4. Wird die Planung regelmäßig geprüft
5. Werden Tools zur Unterstützung der Planung eingesetzt und angepasst?



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !



more than you expect



more
than you
expect