Evaluieren und Beschaffen mit System Arbeiten mit der neuen Planungshilfe

Rainer Züst
Züst Engineering AG

Lukas Weiss
inspire AG / ETH Zürich

Inhalt:

- Grundlagen:
  - Transparenz,
  - «Vordenken»,
  - Ablauf in 2 Phasen, sowie
  - Schnittstellen und Wissensträger
- Planungsaufwand < > Einsparpotential
- Arbeiten mit Planungshilfe: Checklisten sowie Umsetzungsbeispiele

BFE-Projekt

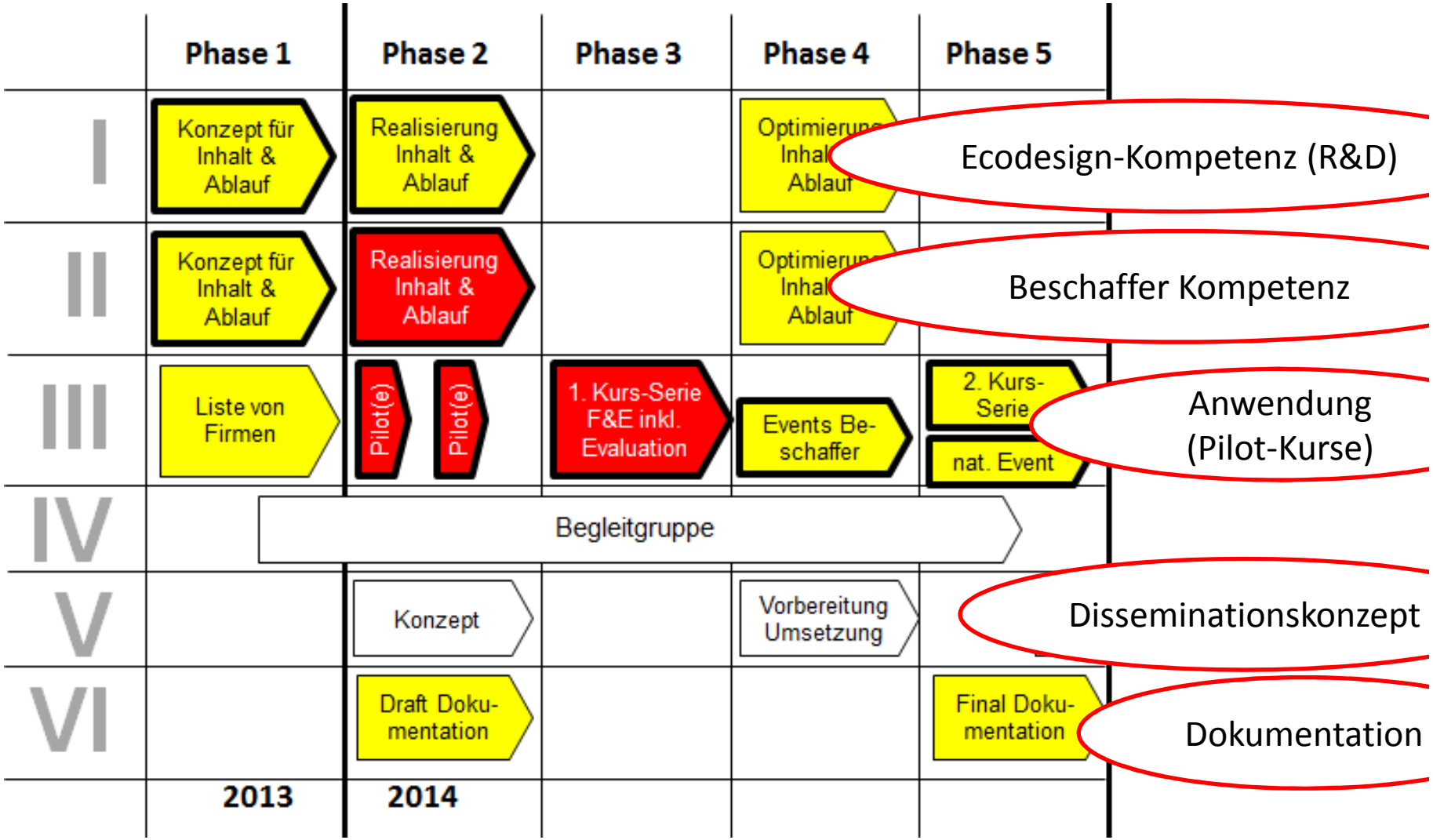
Das vorliegende Projekt (Okt. 2013 – Dez. 2014) ist ein gemeinsames Vorhaben der inspire AG / IWF der ETH Zürich sowie der Züst Engineering AG.

Die beiden Institutionen werden vertreten durch:

- inspire AG: Lukas Weiss, Leiter Maschinen
- Züst Engineering AG: Rainer Züst, Geschäftsführer

Projektleitung und Projektverantwortung wird gemeinsam wahrgenommen.

Vorgehensplan



Rainer Züst *Züst Engineering AG*
Lukas Weiss *inspire AG / ETH Zürich*

Inhalt

Im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE)

Planungshilfe
„Evaluation energieeffizienter
Maschinen & Geräte“

Rainer Züst — Züst Engineering AG
Jürg Hauenstein — Mettler-Toledo AG
Lukas Weiss — inspire AG / ETH Zürich
Timo Schudeleit — inspire AG / ETH Zürich

Version: 9. September 2014

Inhalt:

- **Grundlagen:**
  - **Transparenz / Informationsbasis**
  - «Vordenken»,
  - Vorgehen: Ablauf in 2 Phasen
- Aufbau & Inhalt der Planungshilfe:
  - Wann genau hinschauen?
  - Checklisten sowie
  - Umsetzungsbeispiel
- Umsetzen der Planungshilfe:
  - Im eigenen Umfeld?
  - Schlussdiskussion

Was ist Effizienz?

EN ISO 9000:2005 (D/E/F)

3.2.14
Wirksamkeit
Ausmaß, in dem geplante Tätigkeiten verwirklicht und geplante Ergebnisse erreicht werden

3.2.14
effectiveness
extent to which planned activities are realized and planned results achieved

3.2.15
Effizienz
Verhältnis zwischen dem erreichten Ergebnis und den eingesetzten Ressourcen

3.2.15
efficiency
relationship between the result achieved and the resources used

→ Quantifizierung der eingesetzten Ressourcen

→ Quantifizierung des erreichten Ergebnisses

Zerspanende Fertigung:

- Testteil
- Referenzprozess
- Spezifische Zerspanungsenergie (E pro Volumen)
- Prozessleistung (verfügbare Leistung)

Beispiel: Vermeiden von Verlusten

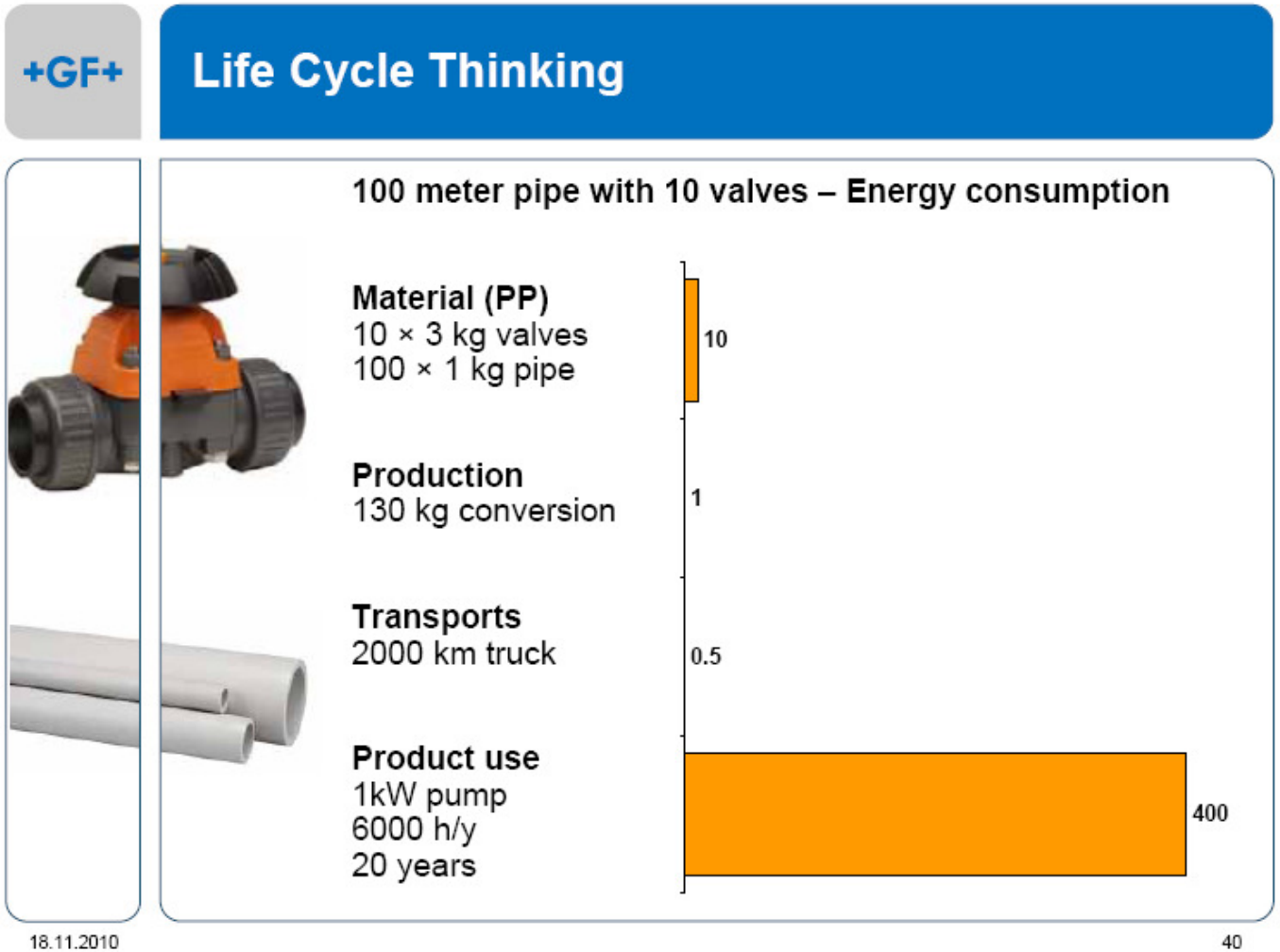
+GF+

Was sind die relevanten Umweltaspekte im Life Cycle dieses Ventils?

Quelle: Gastvorlesung Stefan Erzinger, GF, 182.11.2014, ETH Zürich

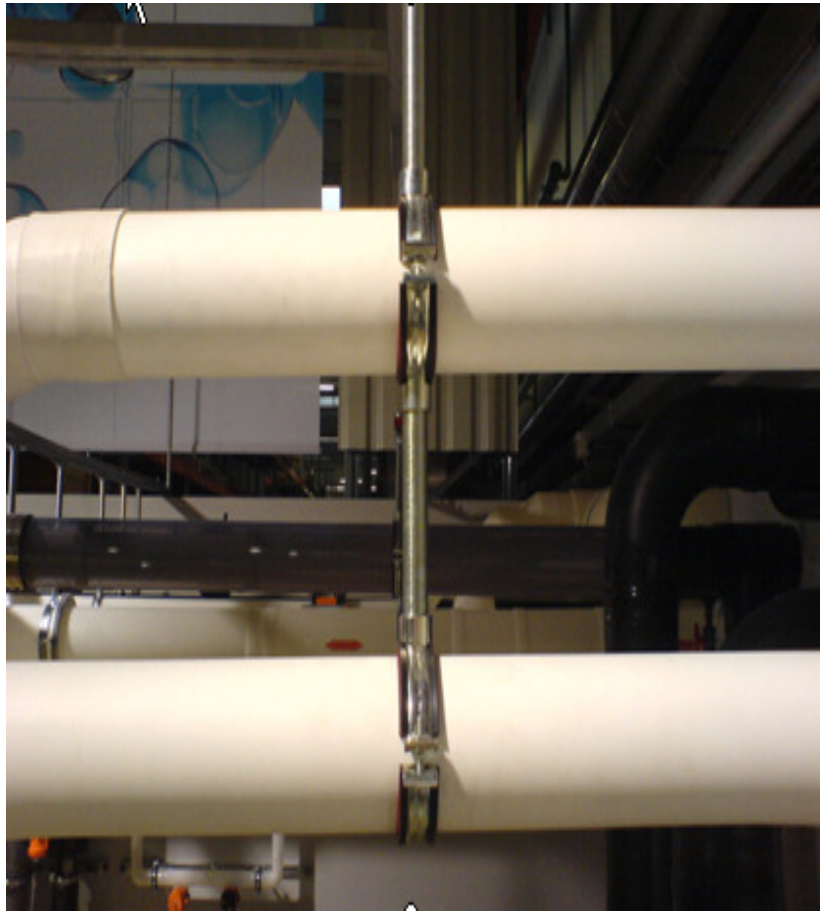
18.11.2010 39

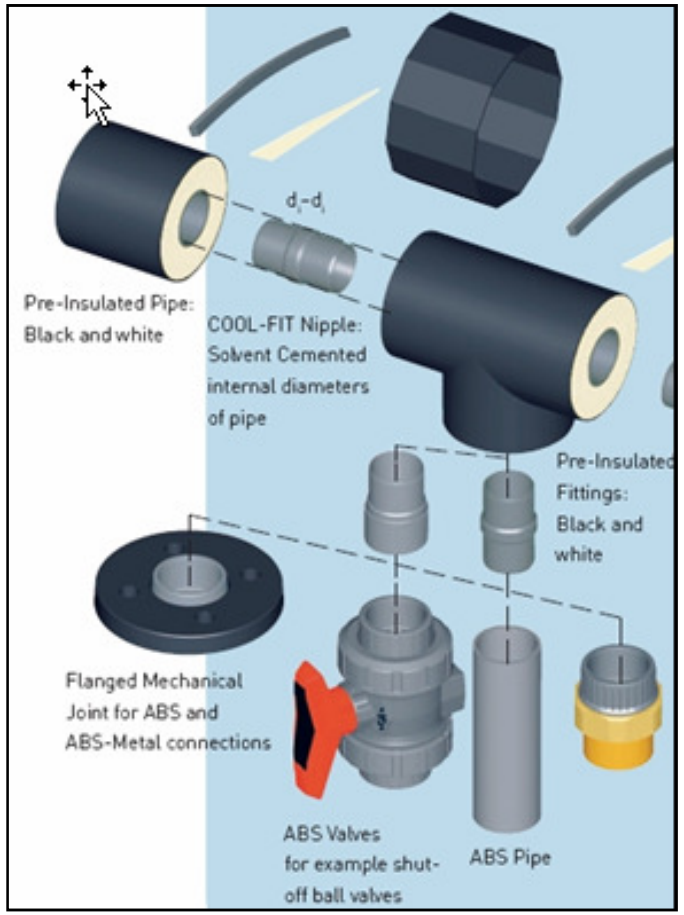
Beispiel: Vermeiden von Verlusten



Quelle: Gastvorlesung Stefan Erzinger, GF, 182.11.2014, ETH Zürich

Beispiel: Georg Fischer – Cool Fit

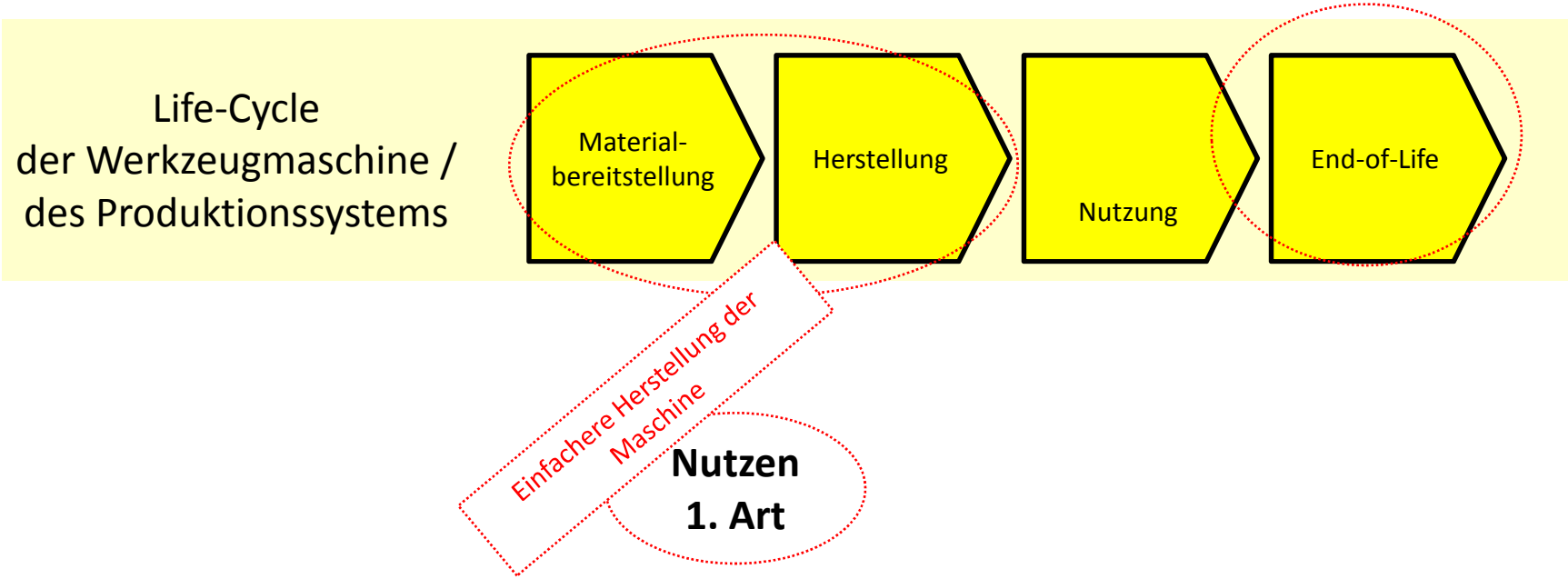




Beispiel MAG: Neuartige Herstellung von Kurbelwellen

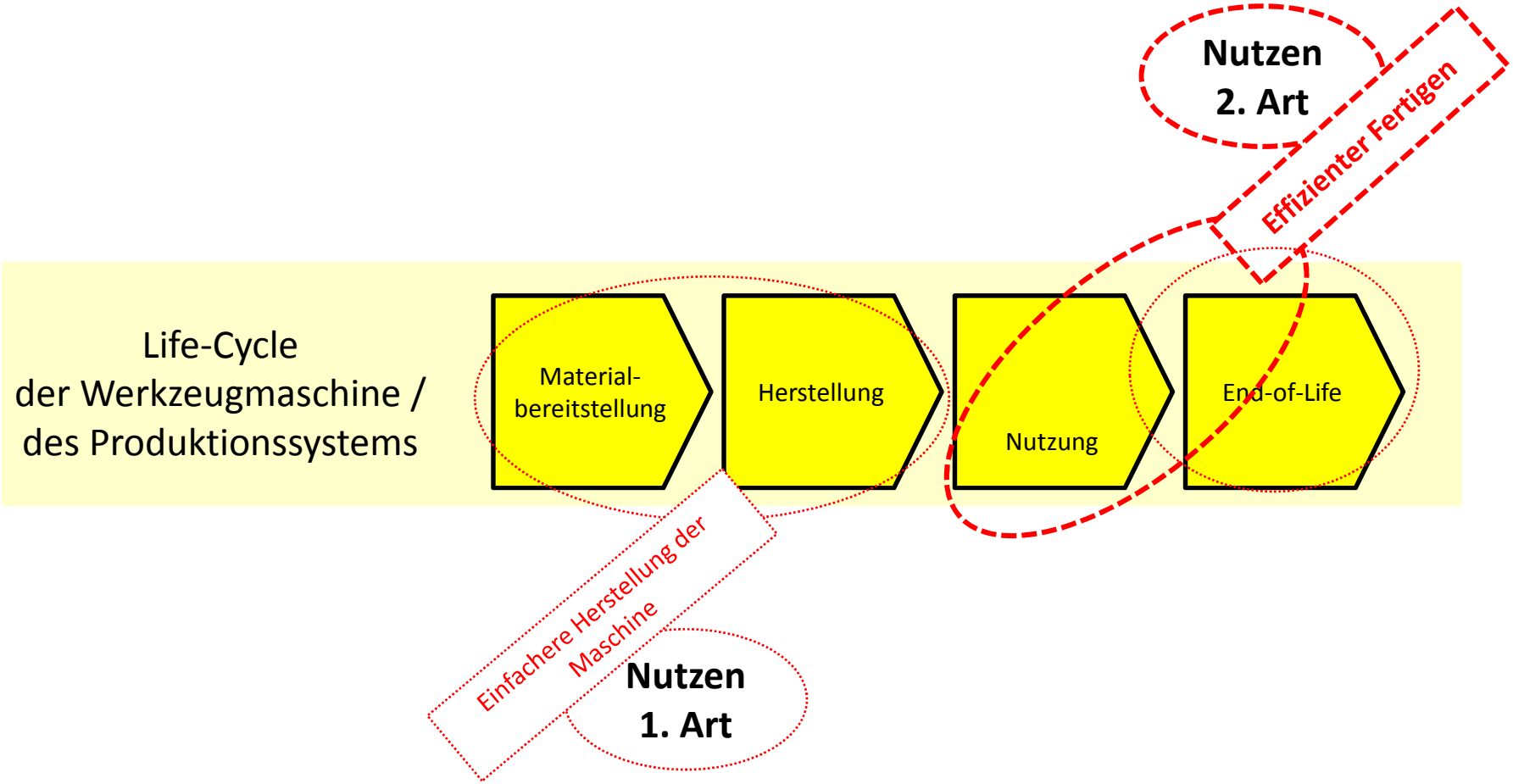
Quelle: http://www.zuestengineering.ch/downloads/UP_Broschuere_R_Zuest_Web.pdf , Beispiel 6

Beispiel MAG: Neuartige Herstellung von Kurbelwellen
Ecodesign-Nutzen 1. Art



Rainer Züst
Lukas Weiss
Züst Engineering AG
inspire AG / ETH Zürich

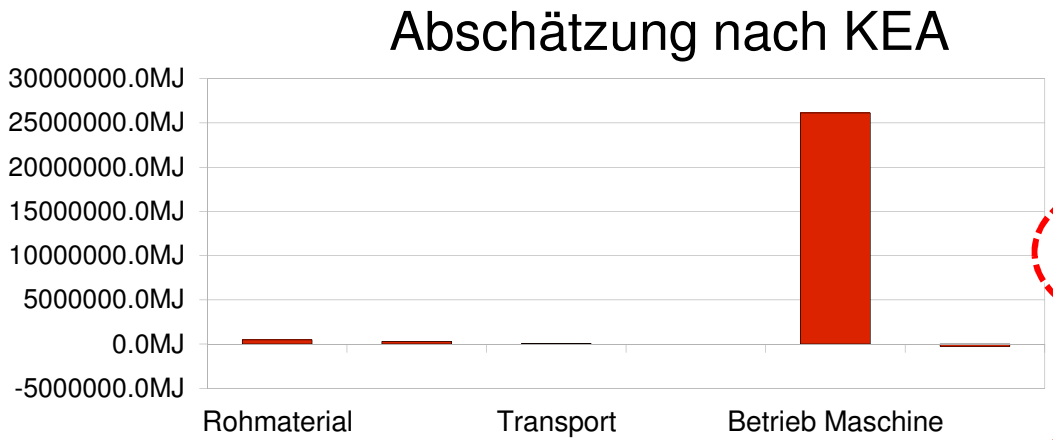
Beispiel MAG: Neuartige Herstellung von Kurbelwellen
Ecodesign-Nutzen 2. Art



Rainer Züst
Lukas Weiss

Züst Engineering AG
inspire AG / ETH Zürich

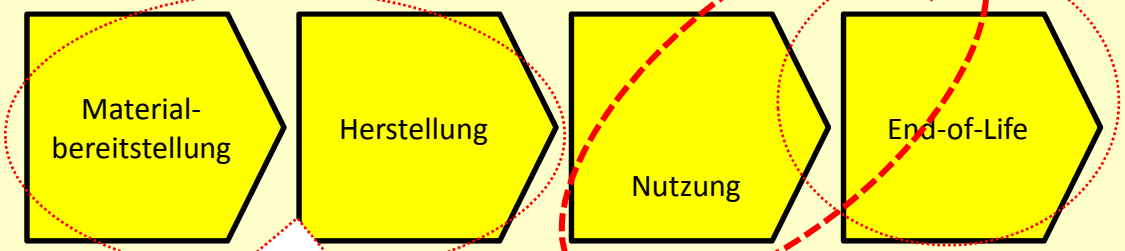
Beispiel MAG: Neuartige Herstellung von Kurbelwellen
Ecodesign-Nutzen 2. Art



Nutzen 2. Art

Effizienter Fertigen

Life-Cycle der Werkzeugmaschine / des Produktionssystems



Einfachere Herstellung der Maschine

Nutzen 1. Art

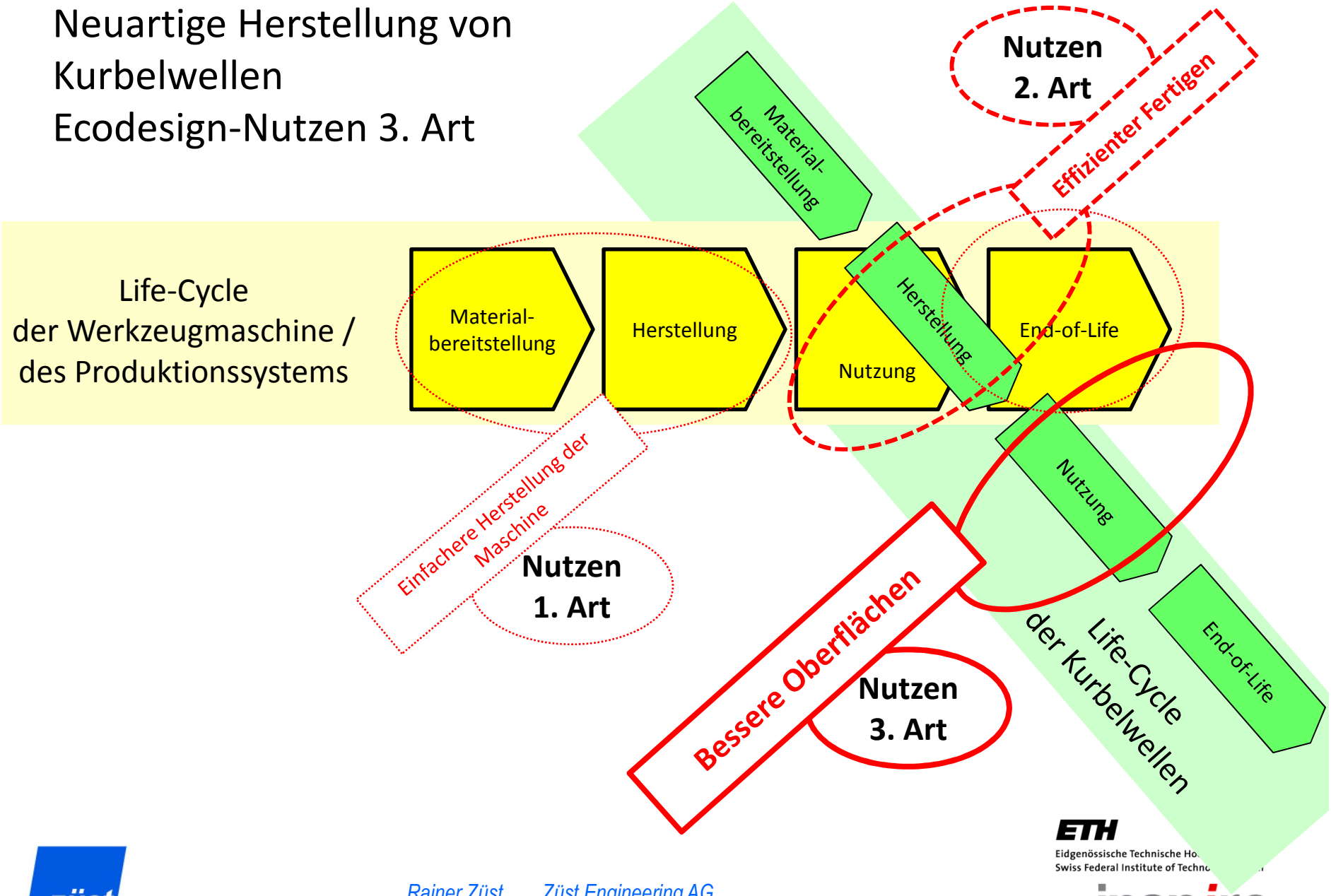
Rainer Züst *Züst Engineering AG*
Lukas Weiss *inspire AG / ETH Zürich*

züst engineering improving sustainability

ETH Eidgenössische Technische Hochschule Zürich Swiss Federal Institute of Technology Zurich

inspire

Beispiel MAG:
Neuartige Herstellung von Kurbelwellen
Ecodesign-Nutzen 3. Art



Rainer Züst *Züst Engineering AG*
Lukas Weiss *inspire AG / ETH Zürich*

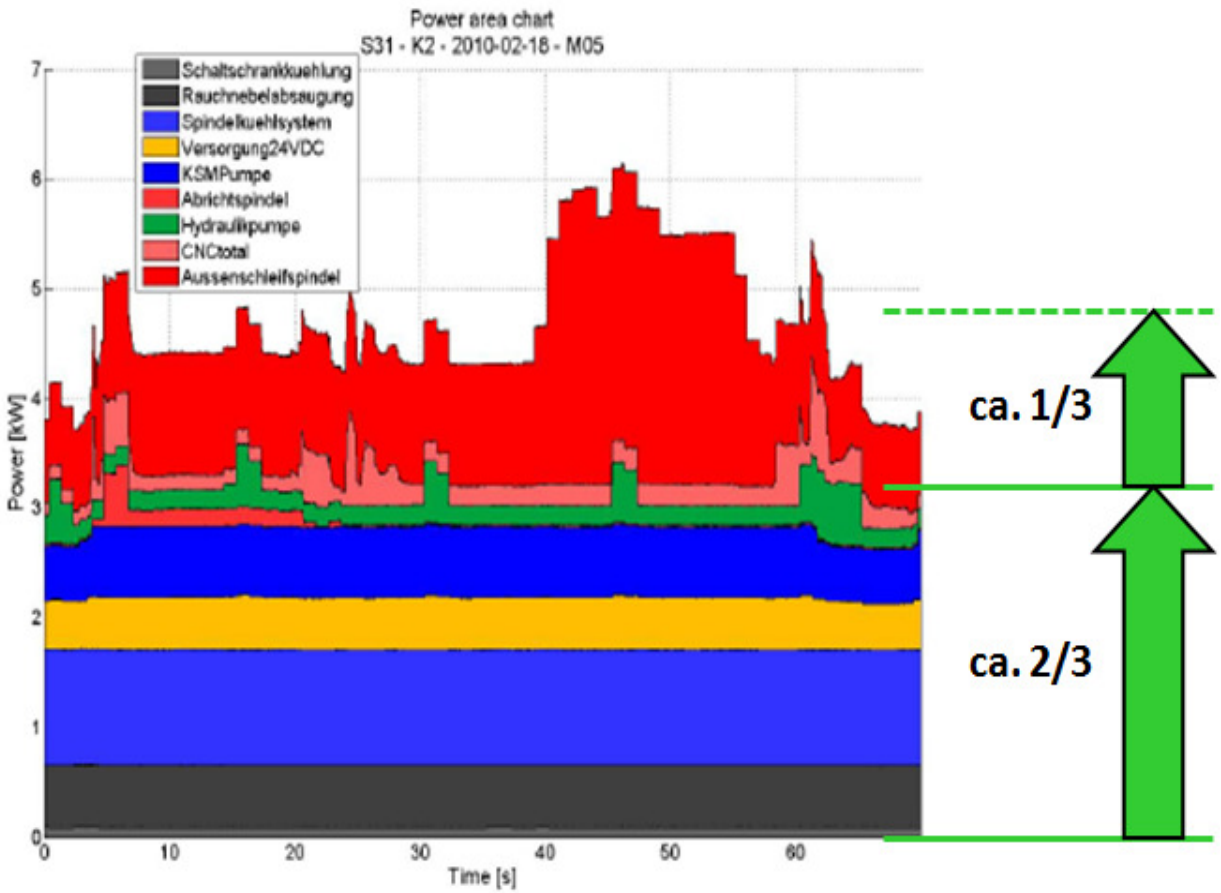
«Kleinvieh macht auch Mist…»

„Was passiert, wenn PKWs neu – wegen optimierter Kurbelwellenherstellung – 1% - 2% weniger Treibstoff verbrauchen?

Bei einem neuen Produktionssystem von MAG mit einer Ausbringung von rund 125‘000 Kurbelwellen pro Jahr resultieren über die gesamte Nutzungsdauer der PKWs Einsparungen von 8.4 Mio. Liter Treibstoff (ca. 17 Mio. CHF) sowie weitere ca. 23 Mio. CHF für geringere CO2-Abgaben.

Bereits nach einer Jahresproduktion (d.h. Jahresausbringung an Kurbelwellen) resultiert insgesamt ein Nutzen 3. Art von ca. 40 Mio. CHF – dies ist weit mehr, als die Maschine kostet. Bei Anwendung herkömmlicher Wirtschaftlichkeitsrechnungen ergäbe dies ein Pay-Back von 10 - 20 Tagen (!).

Messungen schaffen Transparenz

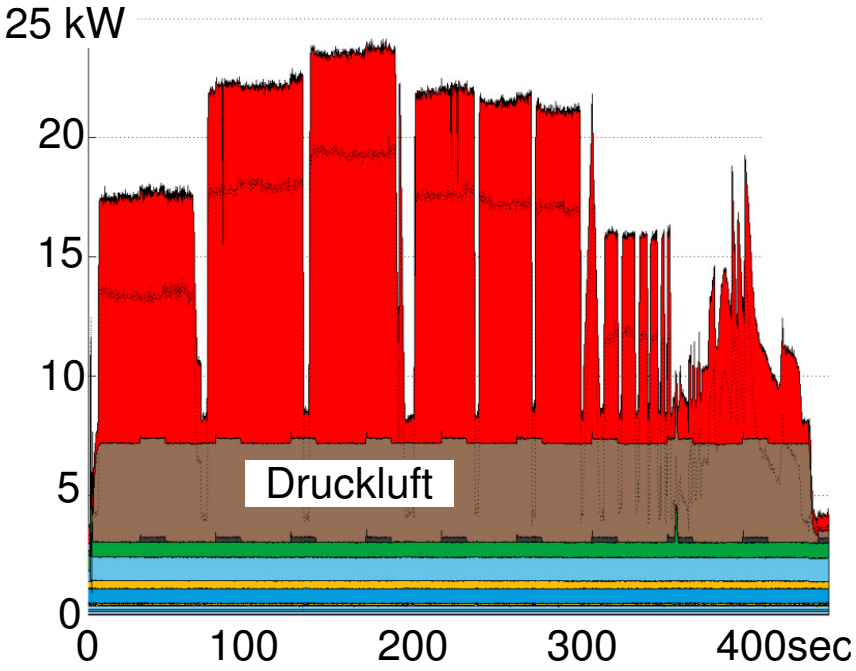


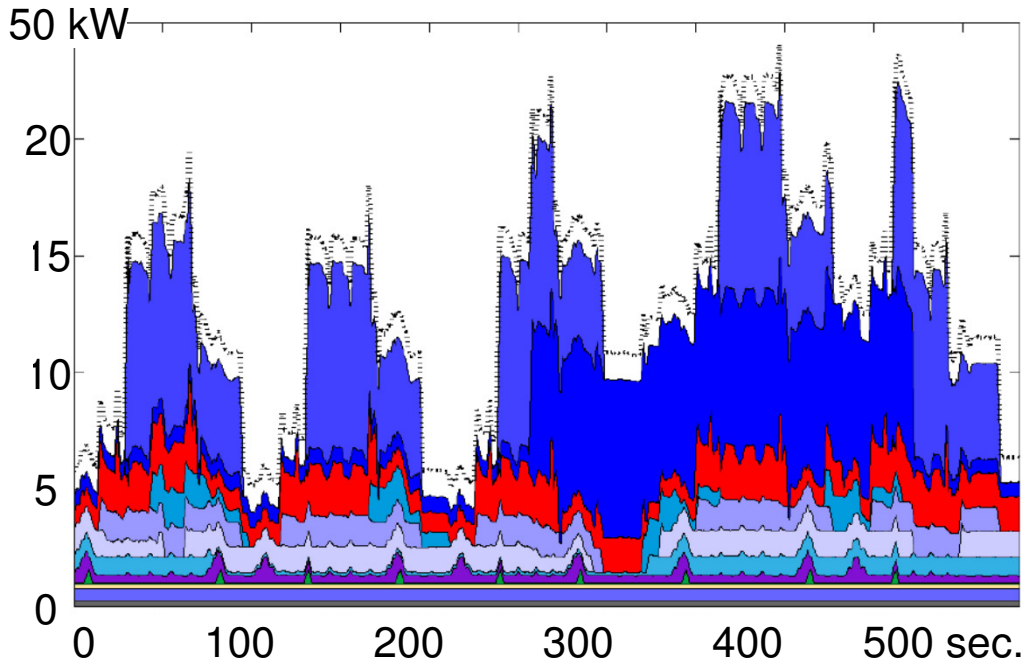
Quelle: Zwischenbericht KTI-Projekt 9933.2, 2010

Leistungsverlaufsmessungen

- Grosse Drehmaschine: Trockenbearbeitung, druckluftgekühlt! (links)
- Grosse Schleifmaschine: Kühlschmierfunktionen dominant (rechts)

Rot = Haupt- und Nebenantriebe Blau = Medien (KSM-Pumpen, Kühlung)





→ Über 25 ausgemessene Werkzeugmaschinen: Es gibt immer Verbesserungspotenzial, aber jedes Mal an einem anderen Ort.

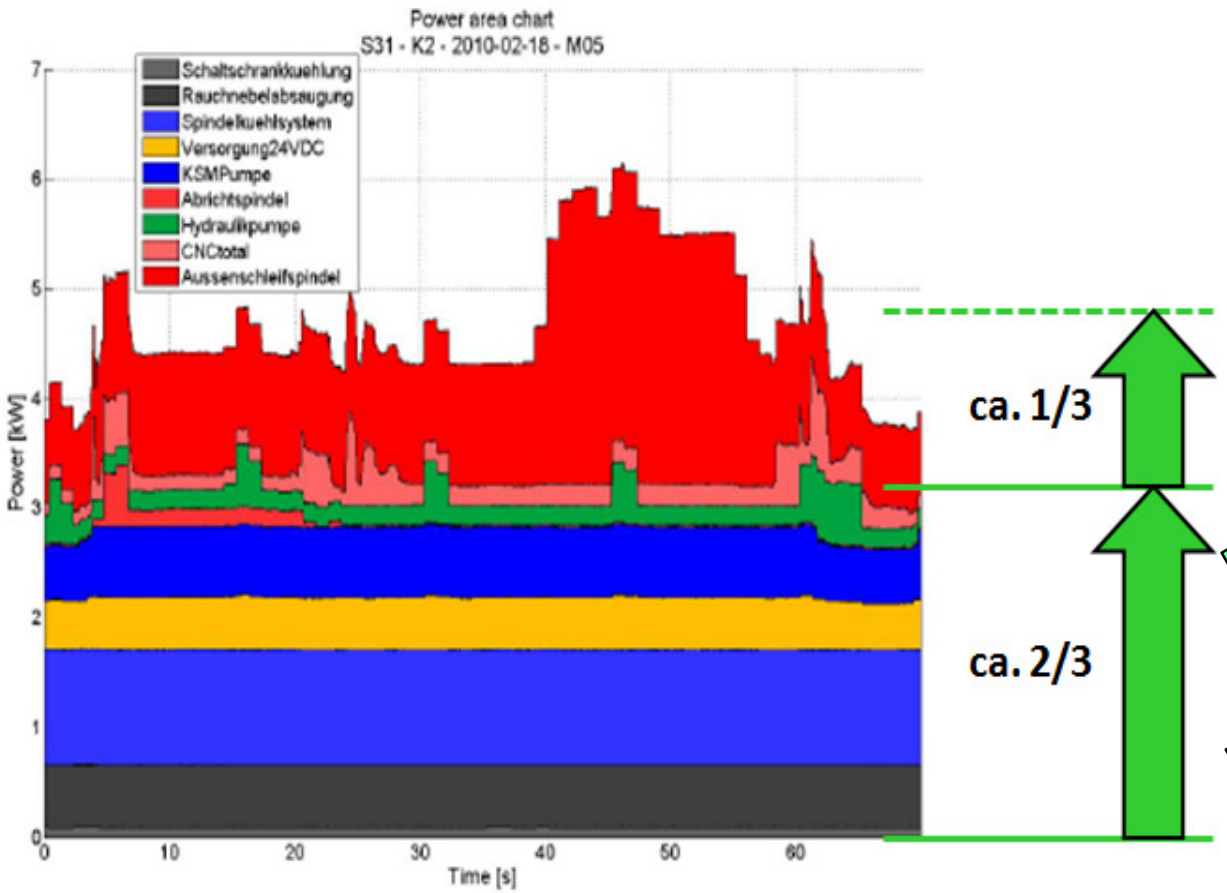
→ Kein regelbasiertes Vorgehen: Systemspezifische Optimierung

Checklisten

- ISO 14955-1 Anhang: Checklisten, zur Beurteilung von Einzelaspekten

2	Drive units	
2-1	Regenerative feedback of inverter system (e.g. servo motor, AFE-technology)	The in feed unit is capable to feed back the braking energy to the mains power supply
2-2	Optimisation of the dynamic parameters	Option to limit the acceleration in the set point signal results in a better exploitation of the motors' efficiency. In this case, the overload capability of the motor is not utilized.
2-3	Optimisation of installed motor power	Select motor operating close to optimum of efficiency factor, oversizing and overloading creates energy losses.
2-4	Use of energy efficient motors	Use of an energy efficiency class according to IEC 60034-30 and size of the motors (IE/capacity)
2-5	Provide most efficient drive system	Provide most efficient drive system for operating conditions in which the press is mostly working. Compare energy efficiency of different types of drive systems (e. g. direct pump drive for processes with short cycle time, accumulator drive for processes with long cycle time). See also 3-1.
2-6	Use of multi-pressure accumulator system for main axis	Multi-pressure accumulator systems reduces pressure drop between accumulator and actuator.

Messungen schaffen Transparenz



ca. 1/3

ca. 2/3

Fragen zur Funktion

Fragen zur Dimensionierung

Fragen zur Umgebungsintegration

Fragen zum Betrieb

Quelle: Zwischenbericht KTI-Projekt 9933.2, 2010

Planungshilfe:
Kontrollfragen zu relevante Themen…

Allgemeine Fragen

Fragen zur Funktion

Fragen zur Umgebungsintegration

Was wird benötigt? Was ist schon vorhanden? Was liefert das Produkt?

Welche Randbedingungen bestehen? Welche Infrastruktur ist bereits vorhanden? Reicht diese aus? Wie kann Maschine / Gerät in Raum – Betrieb – Logistik integriert werden?

Wie wenig ist notwendig? Wo und was ist „überdimensioniert“? Wo entstehen (unnötige) Folgekosten?

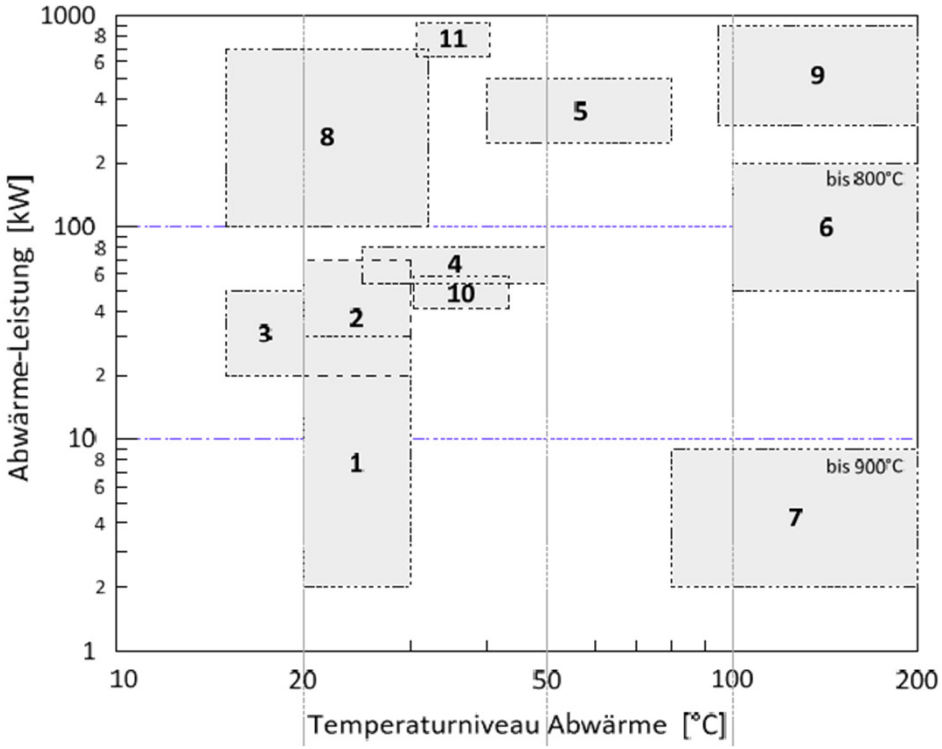
Was ist wann notwendig? Werden Anwendungsschwankungen berücksichtigt? Werden Leistungsschwankungen berücksichtigt? Kann Betrieb-ohne-Nutzen (BON) auf ein Minimum reduziert werden? Welchen Einfluss haben Betroffene? (Mensch-Maschinen-Interaktion) Wo gibt es stark fluktuierende Prozesse?

Abwärme im Produktionsprozess

- Wärme ist der wichtigste Störeinfluss in der mechanischen Fertigung:
  - Unsicherheit der Bauteilgeometrie (Warmlaufzyklen)
  - Verschleiss von Werkzeug und Komponenten
  - Versagen des Werkzeugs
- Die Kühlung der Abwärme benötigt zusätzliche Energie und verursacht zusätzliche Störungen
  - Temperaturgradienten
  - Thermische Fluktuation durch Niveauregler
  - Zusätzliche Komponenten → schlechtere Verfügbarkeit
- Wir brauchen
  - die kalte Fabrik
  - nach dem Suffizienzprinzip → soviel wie nötig
  - mit Kosteneinsparungen durch Kaskadeneffekte
    Weniger Prozessabwärme → Weniger KSM
    → Weniger Rückkühlung → Geringere Pumpenleistungen
    → Weniger Abwärme in der Luft → Weniger Klimatisierung

Abwärmenutzung in der Produktion

- Produktionsmaschinen sind nur Wärmequellen, keine Senken.
  → Abwärmenutzung nur mit mit externen Senken/Verbrauchern.
- Abwärmetemperaturen und -mengen sind unwirtschaftlich für WRG
  → Themen „Leistungsaufnahme reduzieren“ und „effizient Kühlen“

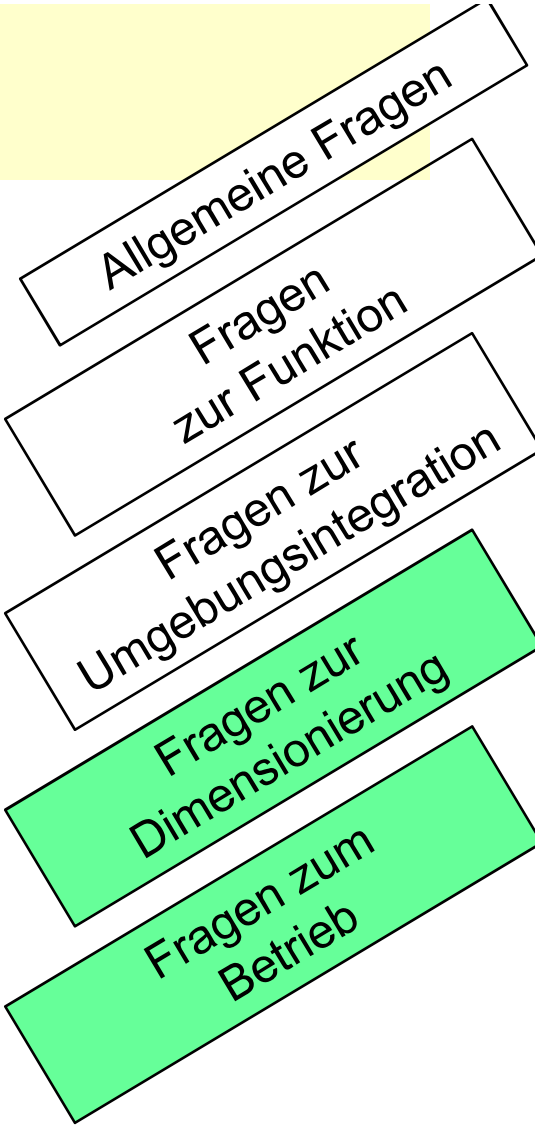


Abwärme-Potenziale von Fertigungsprozessen (Wärmeträger):

1 Zerspanen (Kühlschmiermittel)
2 Laserschneiden (Kühlwasser)
3 Kunststoffspritzgiessen (Kühlwasser)
4 Drucken (Kühlwasser)
5 Giessen, Massiv-Umformen (Kühlwasser)
6 Schmieden (Verbrennungs-Abgas)
7 Schmieden, Giessen, Massiv-Umformen (Werkstück)
8 Kneten/Extrudieren (Kühlwasser)
9 Kneten/Extrudieren (Brüden)
10 Mahlen (Kühlwasser)
11 Mahlen (Abluft)

Quelle: http://zuestengineering.ch/downloads/2_Planungshilfe_Abwärme-d.pdf

Planungshilfe:
Kontrollfragen zu relevante Themen…



Was wird benötigt? Was ist schon vorhanden? Was liefert das Produkt?

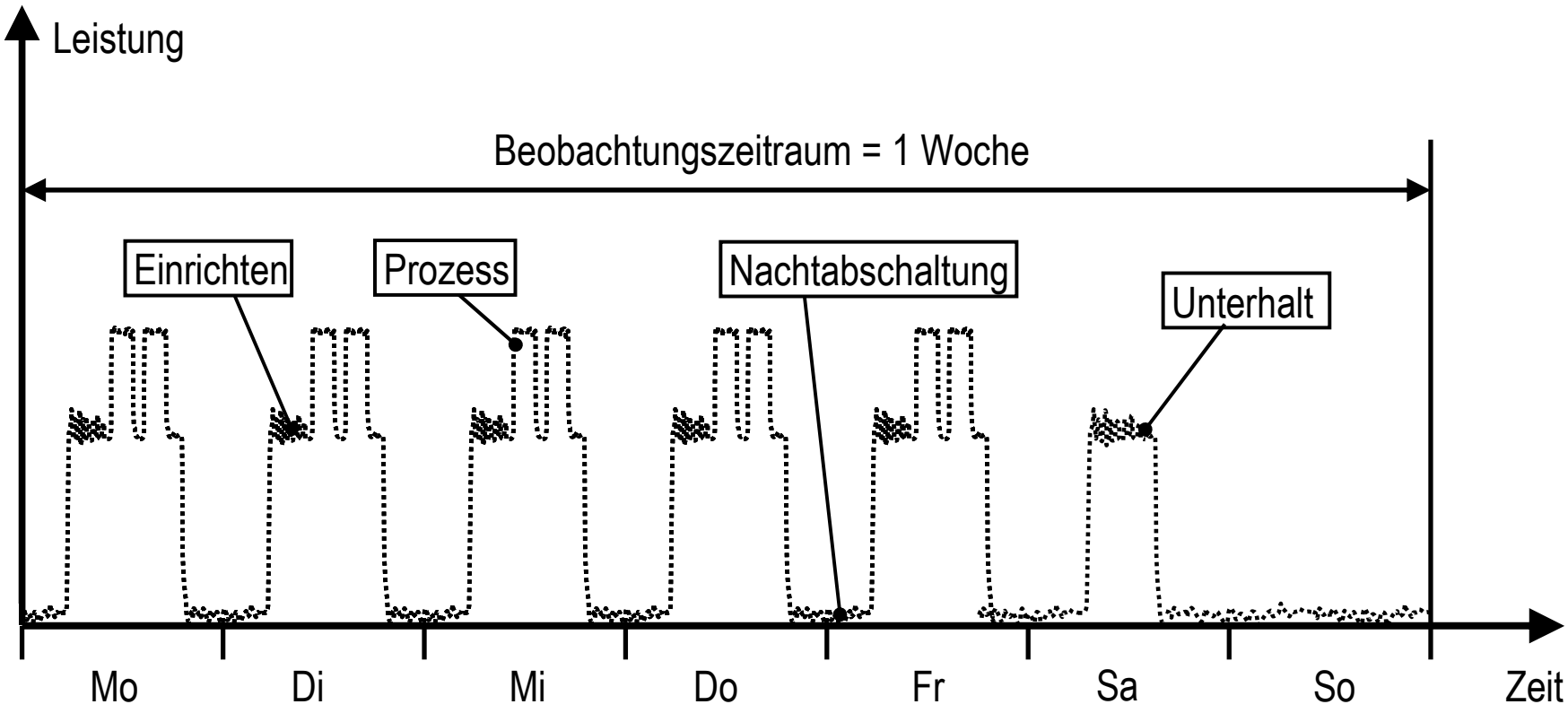
Welche Randbedingungen bestehen? Welche Infrastruktur ist bereits vorhanden? Reicht diese aus? Wie kann Maschine / Gerät in Raum – Betrieb – Logistik integriert werden?

Wie wenig ist notwendig? Wo und was ist „überdimensioniert“? Wo entstehen (unnötige) Folgekosten?

Was ist wann notwendig? Werden Anwendungsschwankungen berücksichtigt? Werden Leistungsschwankungen berücksichtigt? Kann Betrieb-ohne-Nutzen (BON) auf ein Minimum reduziert werden? Welchen Einfluss haben Betroffene? (Mensch-Maschinen-Interaktion) Wo gibt es stark fluktuierende Prozesse?

Einsatzszenarien

- Verbrauchs- und Effizienzbeurteilung bedingt ein Einsatzszenario



Inhalt

Im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE)

Planungshilfe
„Evaluation energieeffizienter
Maschinen & Geräte“

Rainer Züst — Züst Engineering AG
Jürg Hauenstein — Mettler-Toledo AG
Lukas Weiss — inspire AG / ETH Zürich
Timo Schudeleit — inspire AG / ETH Zürich

Version: 9. September 2014

Inhalt:

- **Grundlagen:**
  - Transparenz / Informationsbasis
  - **«Vordenken»**,
  - Vorgehen: Ablauf in 2 Phasen
- Aufbau & Inhalt der Planungshilfe:
  - Wann genau hinschauen?
  - Checklisten sowie
  - Umsetzungsbeispiel
- Umsetzen der Planungshilfe:
  - Im eigenen Umfeld?
  - Schlussdiskussion

«Vordenken»

a) Integrationsfähigkeit: Abhängigkeit von Teilsystemen…

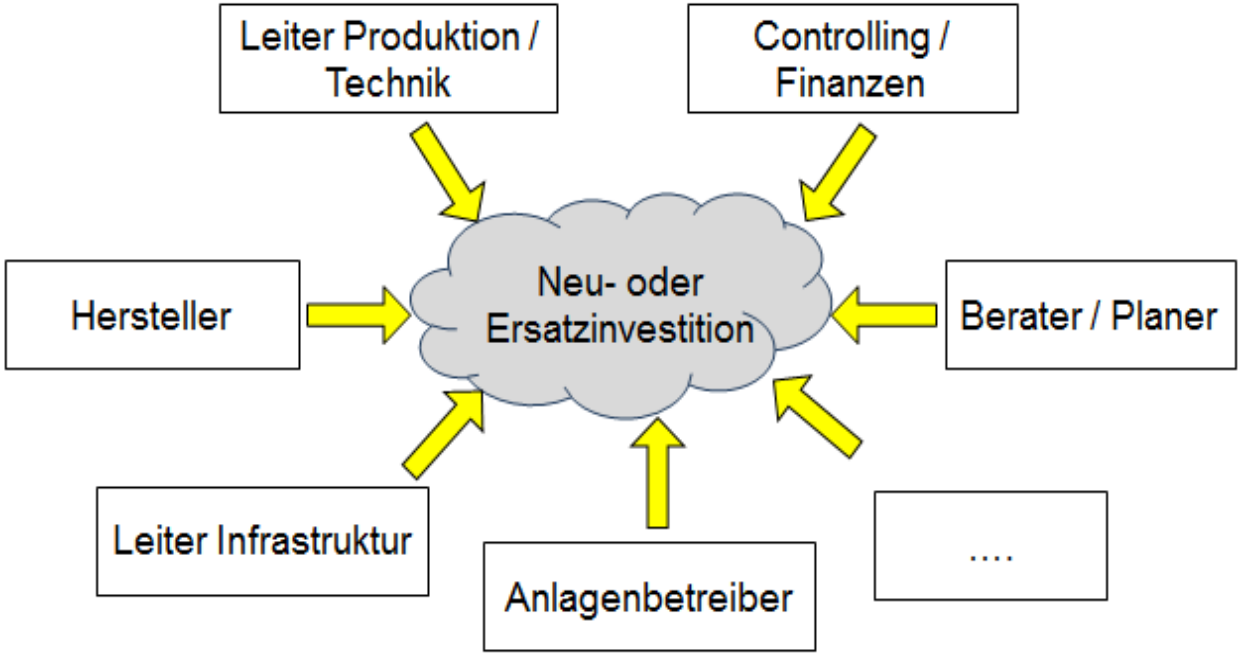
b) Richtiger Zeitpunkt….

«Vordenken»

a) Integrationsfähigkeit: Abhängigkeit von Teilsystemen…

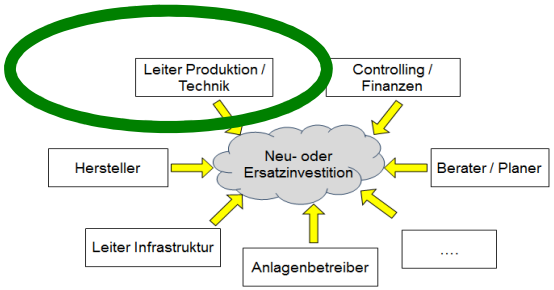
b) Richtiger Zeitpunkt….

«Vordenken»: Abhängigkeit von Teilsystemen



Quelle: Planungshilfe Abb. 3

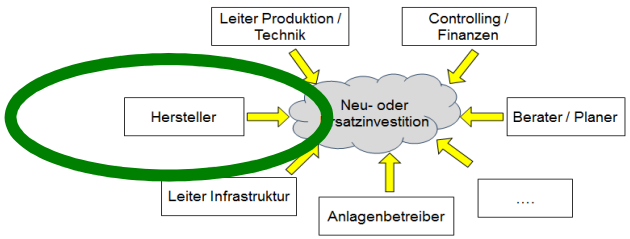
«Vordenken»: Abhängigkeit von Teilsystemen



Leiter Produktion / Technik:

- *Zukünftiger Produktionsort*
- *Zukünftiger Produktemix*
- *Zukünftige Auslastung*
- *Risikobereitschaft bzgl. Produktionsausfall*
- *Lieferantenbewertung*
- *Bereiche spezieller Nutzungsarten (Luftqualität, Klima etc.)*
- *Produktqualität, Ausschuss (im Optimalfall anlagenspezifisch)*
- *…*

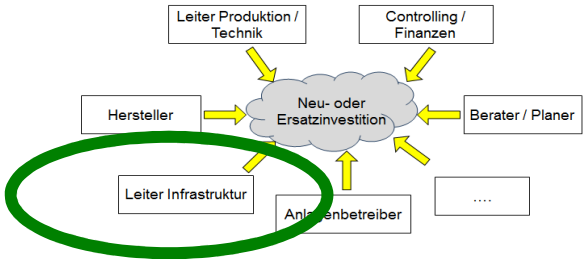
«Vordenken»: Abhängigkeit von Teilsystemen



Hersteller:

- *Benötigte Infrastruktur*
- *Gesetzliche Anforderungen*
- *Stand der Technik*
- *Haupt- (z.B. Fräsen) und Nebenfunktionen (Kühlen, spülen, Druckluft) der Anlage*
- *Regelung und Energiebedarf all dieser Funktionen*
- *Allenfalls Wissen zu Ecodesign und betrieblicher Optimierung*
- *…*

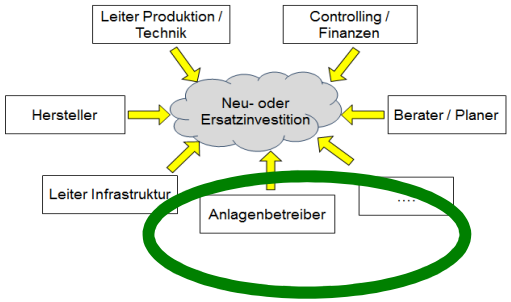
«Vordenken»: Abhängigkeit von Teilsystemen



Leiter Infrastruktur:

- *Energieverbräuche, Wärmebedarf, Kältebedarf*
- *Auslastung Infrastruktur-anlagen und Verteilnetze*
- *Integrationsmöglichkeit in bestehende Infrastruktur*
- *Ausfallrisiken der Anlagen zur Energiebereitstellung (Wärme, Kälte, Druckluft, USV etc.*
- *Risikobereitschaft bzgl. Produktionsausfall*
- *Flächenbedarf*
- *Lieferantenbewertung*
- *Gebäudespezifikationen*
- *Bauliche Verfügungen*
- *Angrenzende Bereiche spezieller od. ähnlicher Nutzungsarten (Luftqualität, Klima etc.)*
- *….*

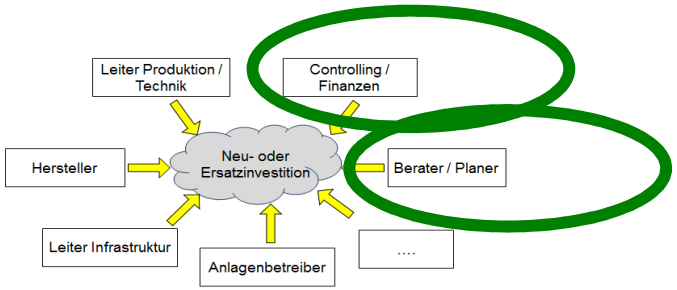
«Vordenken»: Abhängigkeit von Teilsystemen



Anlagenbetreiber:

- *Zustand und Verhalten der Anlage*
- *Spezifikationen an Hauptfunktionen*
- *Benutzerfreundlichkeit*
- *Verfügbarkeit Ersatzteile*
- *Verfügbarkeit / Zufriedenheit mit Service-Vereinbarungen / externer Dienstleistungs-erbringen / Lieferanten*
- *Arten von Betriebs-zuständen, Störungen*
- *Wechselwirkungen von Schichtbetrieb und Automatisierungen auf Anlagen und Optimierungspotential*
- *….*

«Vordenken»: Abhängigkeit von Teilsystemen



Controlling:

- *getätigte Investitionen*
- *deren Abschreibungen*
- *deren Alter*
- *....*

Berater / Planer:

- *Wichtige Fragestellungen*
- *Gesetzlichen Anforderungen*
- *Stand der Technik*
- *Typähnlichen Anwendungen*
- *Erfahrungen anderer Firmen oder Bereiche*
- *Förderprogramme*
- *....*

«Vordenken»

a) Integrationsfähigkeit: Abhängigkeit von Teilsystemen…

b) Richtiger Zeitpunkt….

«Vordenken»: Erneuerungs-potential

Treiber / Auslöser		Zeit-Reserven für Planung und Herausforderung	Bemerkungen
Neubeschaffung			
1	Neubeschaffung, z.B.: - neue Produktionsprozesse, - neue Produktlinien, - (Kapazitäts-) Erweiterung, - ...	Zeit in der Regel vorhanden, falls Investitionsvorhaben bekannt. *Herausforderung: rechtzeitig Thema Energie-Effizienz einbringen*	Meist grösseres Investitionsvolumen; deshalb umfangreichere Abklärungen notwendig (neue Situation – deshalb fehlen häufig Informationen wie auch eigene Erfahrungen)
Ersatzbeschaffung			
Ersatzbeschaffung wegen technischem Fortschritt			
2a	Ersatzbeschaffung wegen technischem Fortschritt – erste Anlage / erste Maschine /	Zeit in der Regel vorhanden, falls Investitionsvorhaben bekannt. *Herausforderung: rechtzeitig Thema Energie-Effizienz einbringen*	Meist grösseres Investitionsvolumen; deshalb umfangreichere Abklärungen notwendig; Informationen über bestehenden Prozess vorhanden
2b	Ersatzbeschaffung wegen technischem Fortschritt – weitere baugleiche Anlage / Maschinen (Wunsch: niedrige Transaktionskosten; umso wichtiger 2a)	Zeitproblem, (beschränktes Zeitbudget) *Herausforderung: Thema Energieeffizienz bereits bei 2a einbringen*	Änderungen gegenüber „Erstbeschaffung" (2a) kaum mehr möglich, denn Vorgehen nach „copy / paste" der bereits erfolgten Bestellungen
Ersatzbeschaffung wegen veränderter Rahmenbedingungen			
3a	Ersatzbeschaffung wegen Änderung interner Rahmenbedingungen, z.B. neue Infrastruktur (z.B. Kühlsystem) oder Bedürfnisse (z.B. Anpassung der Steuerungen)	Zeit in der Regel vorhanden, falls Änderungen der Rahmenbedingungen bekannt *Herausforderung: Änderungen im Umfeld rechtzeitig antizipieren*	Änderungen an Infrastruktur u.ä. zeichnen sich ab – Veränderung kann einfach antizipiert werden
3b	Ersatzbeschaffung wegen Änderung gesetzlicher Vorschriften	Zeit in der Regel vorhanden, falls Gesetzesänderung rechtzeitig bekannt *Herausforderung: Gesetzesänderungen rechtzeitig antizipieren*	Gesetzesänderungen zeichnen sich ab; laufender Abgleich zwischen Bestehendem und neuen gesetzlichen Anforderungen notwendig
3c	Ersatzbeschaffung wegen schlechter bisheriger Erfahrungen	Zeit in der Regel vorhanden, da sich Probleme sukzessive abzeichnen *Herausforderung: betriebliche Probleme rechtzeitig antizipieren*	Rechtzeitige Information müsste via Anlagen- / Maschinenbetreiber oder Lieferantenbeurteilung kommen
Ersatzbeschaffung wegen Defekt, Ausfall oder fehlender Ersatzteile			
4	Ersatzbeschaffung wegen fehlender Ersatzteile und / oder Servicedienstleistungen oder wegen defekter Maschine / Baugruppen	Zeitproblem (Defekt muss rasch behoben werden) *Herausforderung: „bewertete" Inventar-Liste (inkl. „Ausfall-Risiko")*	Rechtzeitige Information müsste vom Anlagenbetreiber oder aufgrund Inventarliste kommen (Alter der Anlage, Amortisationszeit, etc. und entsprechende Risiko-Beurteilung).)

Quelle: Planungshilfe, Tabelle 1

züst engineering improving sustainability

«Vordenken»: Erneuerungspotential

Bereich	Fragen
Liste mit neuen / geplanten Investitionsvorhaben	- Wann und wo sind neue Investitionen in Maschinen & Geräte geplant? - ….
Liste von neuen / geplanten Veränderungen im betrieblichen Umfeld	- Welche Veränderungen zeichnen sich bei der Infrastruktur ab? - Welche neuen Gesetzen und Verordnungen gibt es? - ….
Liste mit Zustand der Maschinen & Anlagen sowie möglicher Wiederbeschaffungszeitraum (bewertetes Anlageninventar respektive Darstellung des „Erneuerungspotentials“)	- Wie alt sind Maschinen und Geräte? - Wie sieht Ausfallrate aus? Wie gross ist Reparaturhäufigkeit? - Bis wann kann Service und Ersatzteillieferung noch garantiert sein? - ….

Quelle: Planungshilfe, Tabelle 2

Inhalt

Im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE)

Planungshilfe
„Evaluation energieeffizienter
Maschinen & Geräte“

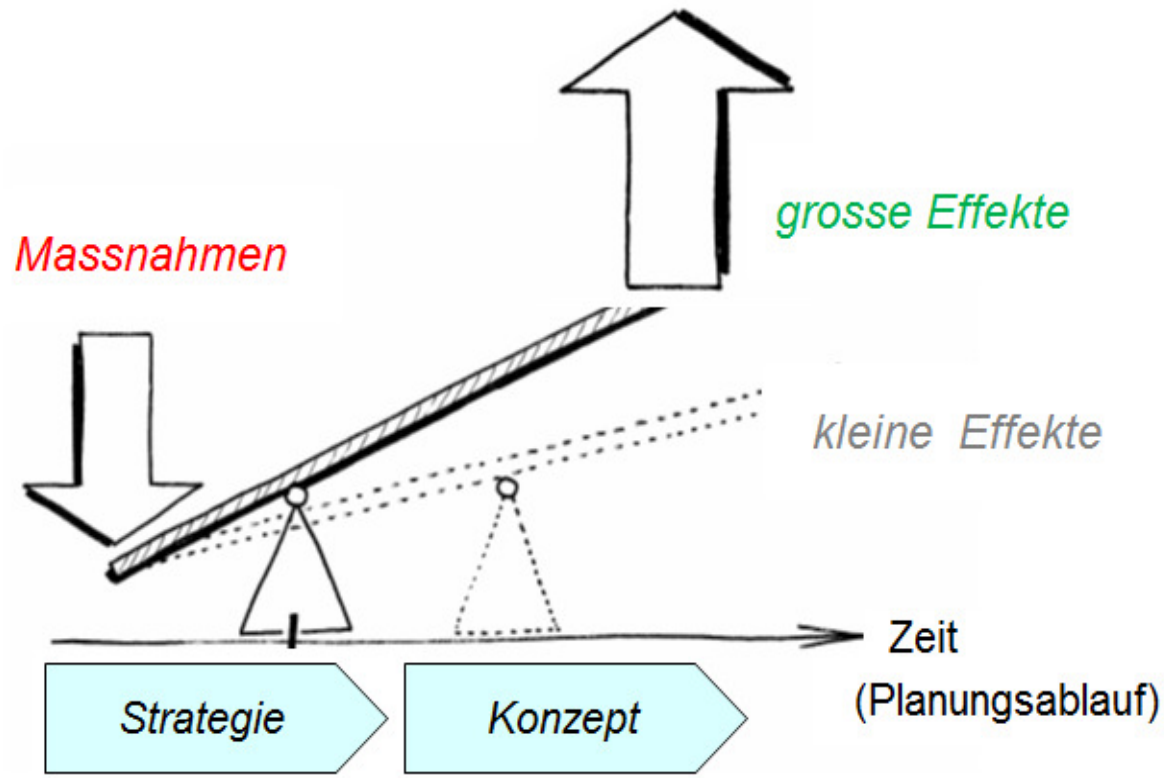
Rainer Züst — Züst Engineering AG
Jürg Hauenstein — Mettler-Toledo AG
Lukas Weiss — inspire AG / ETH Zürich
Timo Schudeleit — inspire AG / ETH Zürich

Version: 9. September 2014

Inhalt:

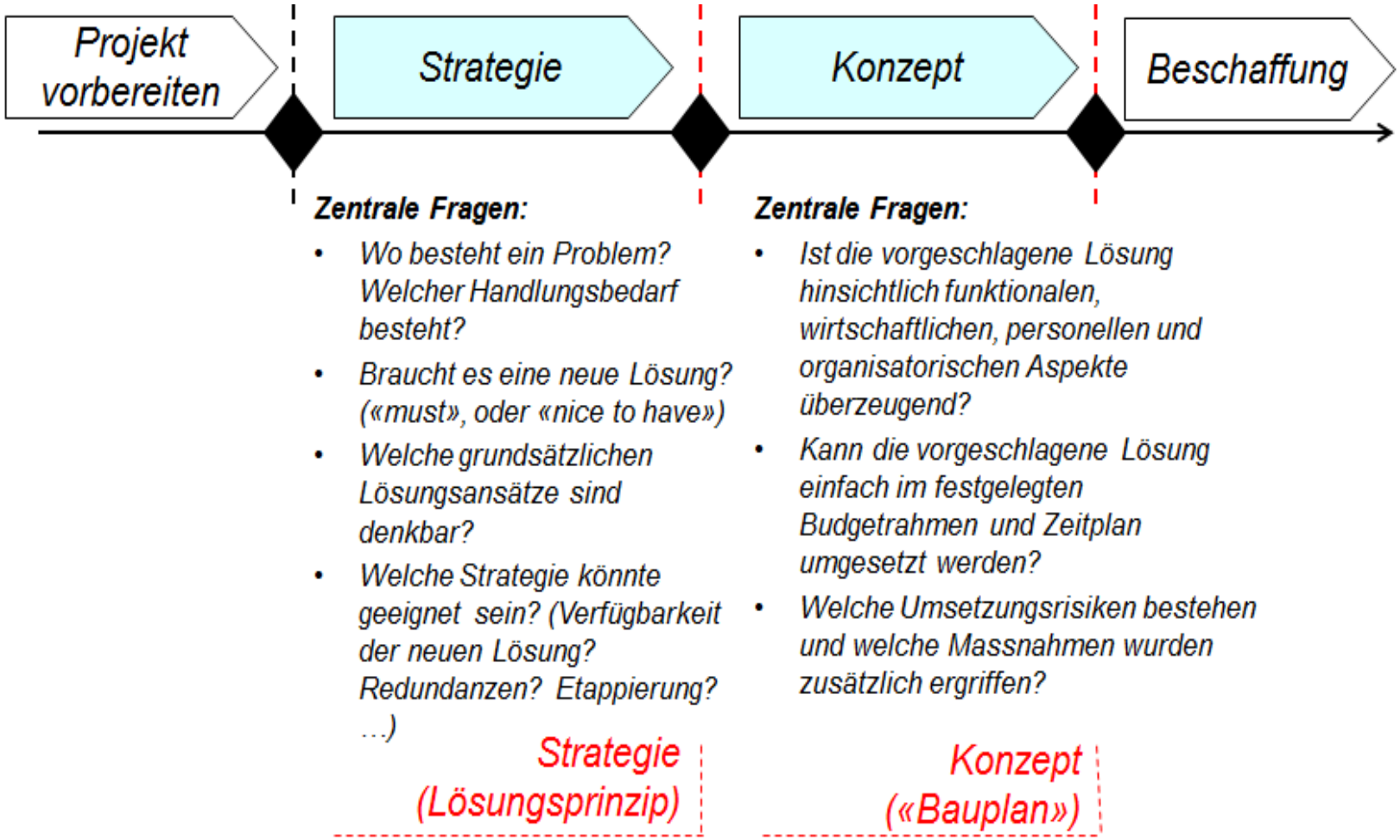
- **Grundlagen**:
  - Transparenz / Informationsbasis
  - «Vordenken»,
  - **Vorgehen: Ablauf in 2 Phasen**
- Aufbau & Inhalt der Planungshilfe:
  - Wann genau hinschauen?
  - Checklisten sowie
  - Umsetzungsbeispiel
- Umsetzen der Planungshilfe:
  - Im eigenen Umfeld?
  - Schlussdiskussion

Erste Schritte sind entscheidend



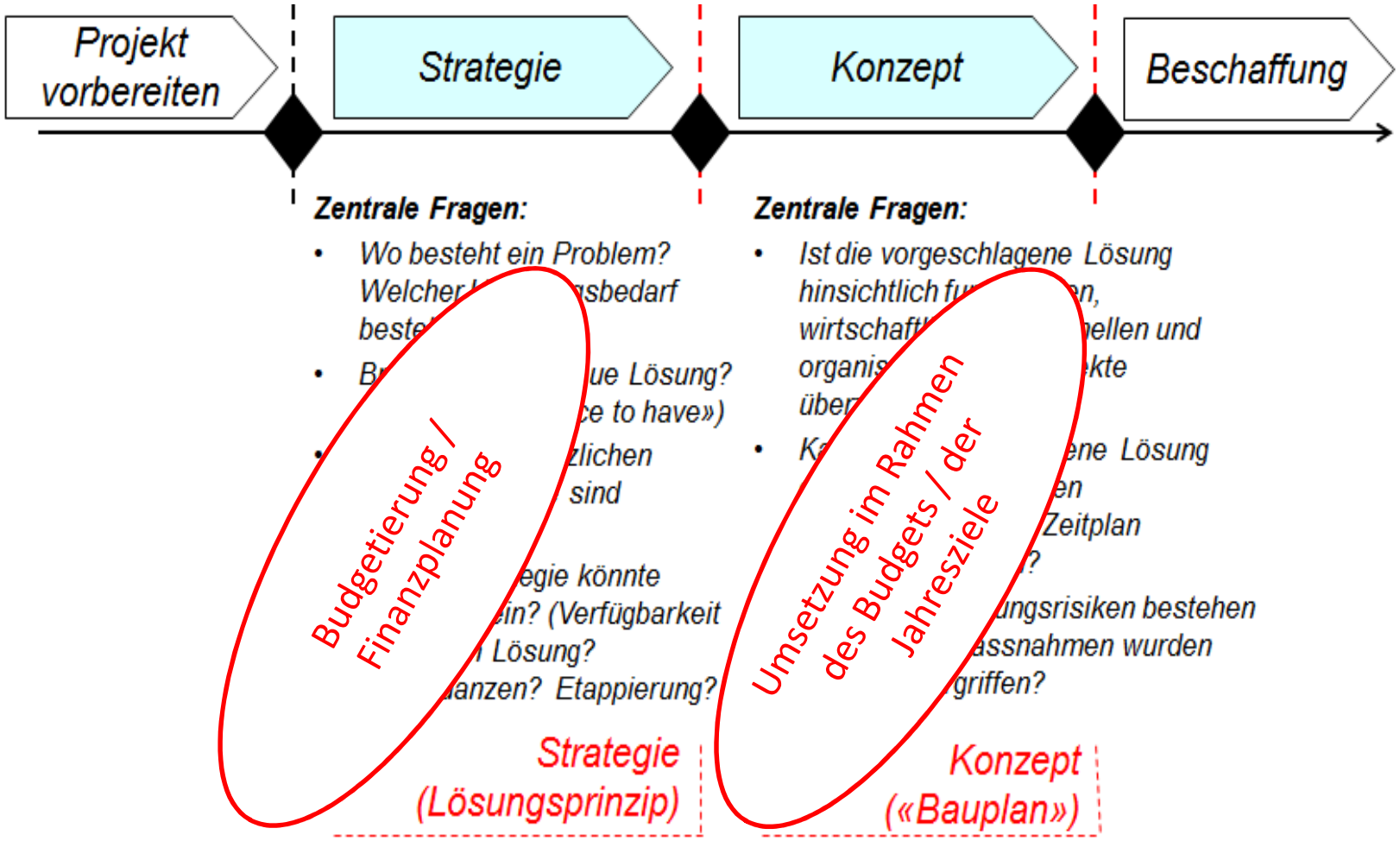
Quelle: Planungshilfe Abb. 1

Erste Schritte sind entscheidend



Quelle: Planungshilfe Abb. 2

Erste Schritte sind entscheidend



Quelle: Planungshilfe Abb. 2

Inhalt

Im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE)

Planungshilfe
„Evaluation energieeffizienter
Maschinen & Geräte“

Rainer Züst — Züst Engineering AG
Jürg Hauenstein — Mettler-Toledo AG
Lukas Weiss — inspire AG / ETH Zürich
Timo Schudeleit — inspire AG / ETH Zürich

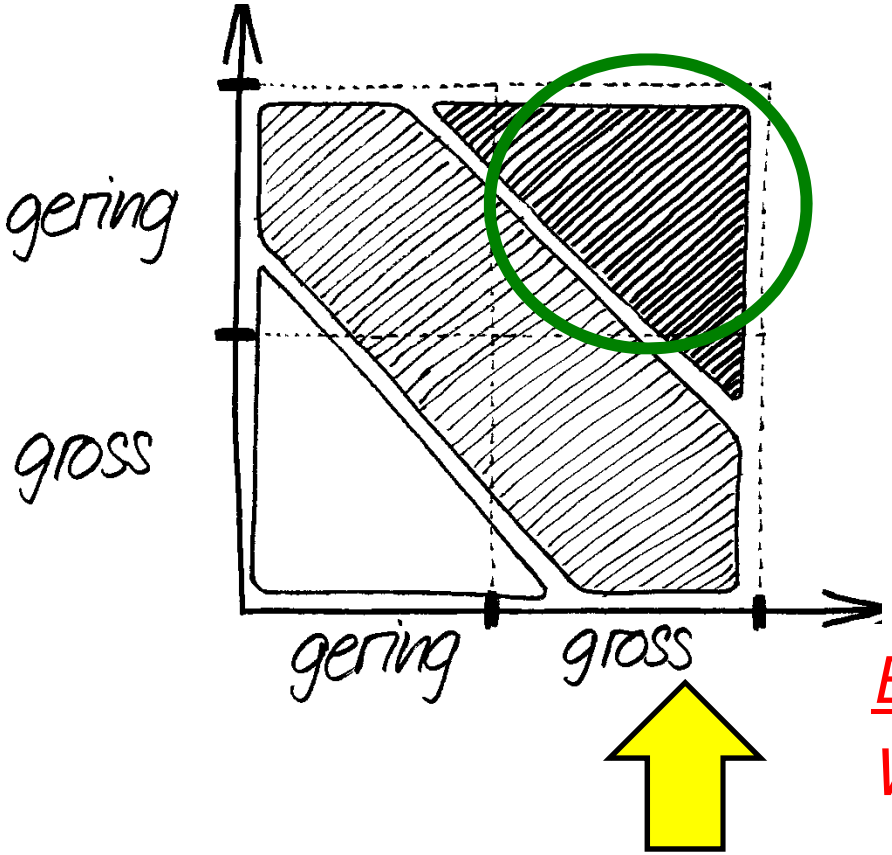
Version: 9. September 2014

Inhalt:

- Grundlagen:
  - Transparenz / Informationsbasis
  - «Vordenken»,
  - Vorgehen: Ablauf in 2 Phasen
- **Aufbau & Inhalt der Planungshilfe:**
  - **Wann genau hinschauen?**
  - Checklisten sowie
  - Umsetzungsbeispiel
- Umsetzen der Planungshilfe:
  - Im eigenen Umfeld?
  - Schlussdiskussion

Zusatzaufwand < > Einsparpotential

Zusatzaufwand: Wo genauer hinschauen?



Einsparpotential:

Wo Einsparungen möglich?

züst engineering improving sustainability

Rainer Züst — Züst Engineering AG
Lukas Weiss — inspire AG / ETH Zürich

ETH Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich
inspire

Unterschiedliche Beschaffungssituationen

Mögliche Indikatoren	Typ A	Typ B	Typ C
Leistungsbereich	> 10 kW	1 – 10 KW	< 1 kW
Einsparpotential an Energie	> 5'000.- CHF	500.- - 5'000.-	< 500.- CHF
Einsparpotential an Material / Rohstoffe	> 5'000.- CHF	500.- - 5'000.-	< 500.- CHF

	Typ A	Typ B	Typ C
Einbezug Dritter (Fachexperten, Berater, Projektleiter)	Einbezug von Fachpersonen systematisch prüfen	Bei Bedarf Expertisen ein-holen, sowie Kontakte nutzen	Kontakte nutzen für Tipps

Mögliche Indikatoren	Typ A	Typ B	Typ C
Art der Datenerhebung	Messungen & Berechnungen	Berechnungen & Schätzungen	Schätzungen

Quelle: Planungshilfe, Tabelle 4 ff.

Unterschiedliche Beschaffungssituationen

Betroffene	***Interessens-lage***	**Typ A**	**Typ B**	**Typ C**
Beschaffer	Möglichst günstig	**X**	**X**	**X**
Lieferant	Möglichst viel verkaufen	**X**	**X**	
Dritte / Berater	Sichere Seite / Angstzuschlag	**X**		
Vorgehen		***Projekt, mit systematischem Vorgehen***	***Kleinprojekt, mit vereinfach-tem Vorgehen***	***regelbasiert, z.B. Label, topten.ch, ...***

Quelle: Planungshilfe, Tabelle 4 ff.

Rahmenbedingungen (I)

Eine anstehende Evaluation kann durch bestimmte Rahmenbedingungen massiv beeinflusst respektive im Hinblick auf hohe Energieeffizienz respektive Umweltverträglichkeit unterstützt werden. Dies sind insbesondere:

- Nachhaltigkeitsziele; Beispiele dazu sind: Steigerung der Wertschöpfung, Reduktion des Energie- und Ressourcenverbrauchs sowie des CO_2-Fussabdrucks, Steigerung der Arbeitsplatzqualität, etc.
- Unternehmensziele; Beispiele dazu sind Differenzierung durch überlegene Produkte (> Präzision, Komplexität, Zuverlässigkeit, etc.), durch herausragendes Image als Arbeitgeber (gute Arbeitsplatzqualität, hohes Investitionsvolumen, grünes Image), oder durch Senkung der Energiekosten (insbesondere bei Grossverbrauchern), etc.

Rahmenbedingungen (I)

Betriebsziele; Beispiele dazu sind Reduktion der Wärmeabgabe in einer Fabrikhalle im Hinblick auf höhere Qualität, Vereinfachung der Infrastruktur und Produktionsabläufe, Zusammenführen von verteilten Systemen, Vereinheitlichung der Produktionsmittel/Interfaces/Energieträger, Verdichtung der Produktionsmittel, Automatisierung, Reduktion der Wartungskosten, Produktionssteigerung ohne Ausbau der zentralen Versorgungen, Einhaltung verschärfter gesetzlicher Vorgaben etc.

Rahmenbedingungen beeinflussen nicht nur den Evaluationsprozess, sondern erleichtern je nachdem das anstehende Investitionsvorhaben.

Beispiel: Eine Firma hat einen internen Umweltfonds, der aus der rückerstatteten CO_2-Lenkungsabgabe finanziert wird. Aus diesem Umweltfonds können unter anderem Vorhaben mit Pilotcharakter oder Umweltmassnahmen, die die vorgegebenen, engen Payback-Zeiten nicht einhalten, mitfinanziert werden. Dem Evaluationsteam stehen somit weitere Mittel zur Verfügung; der „Lösungsraum“ wird dadurch grösser.

Inhalt

Im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE)

Planungshilfe
„Evaluation energieeffizienter
Maschinen & Geräte“

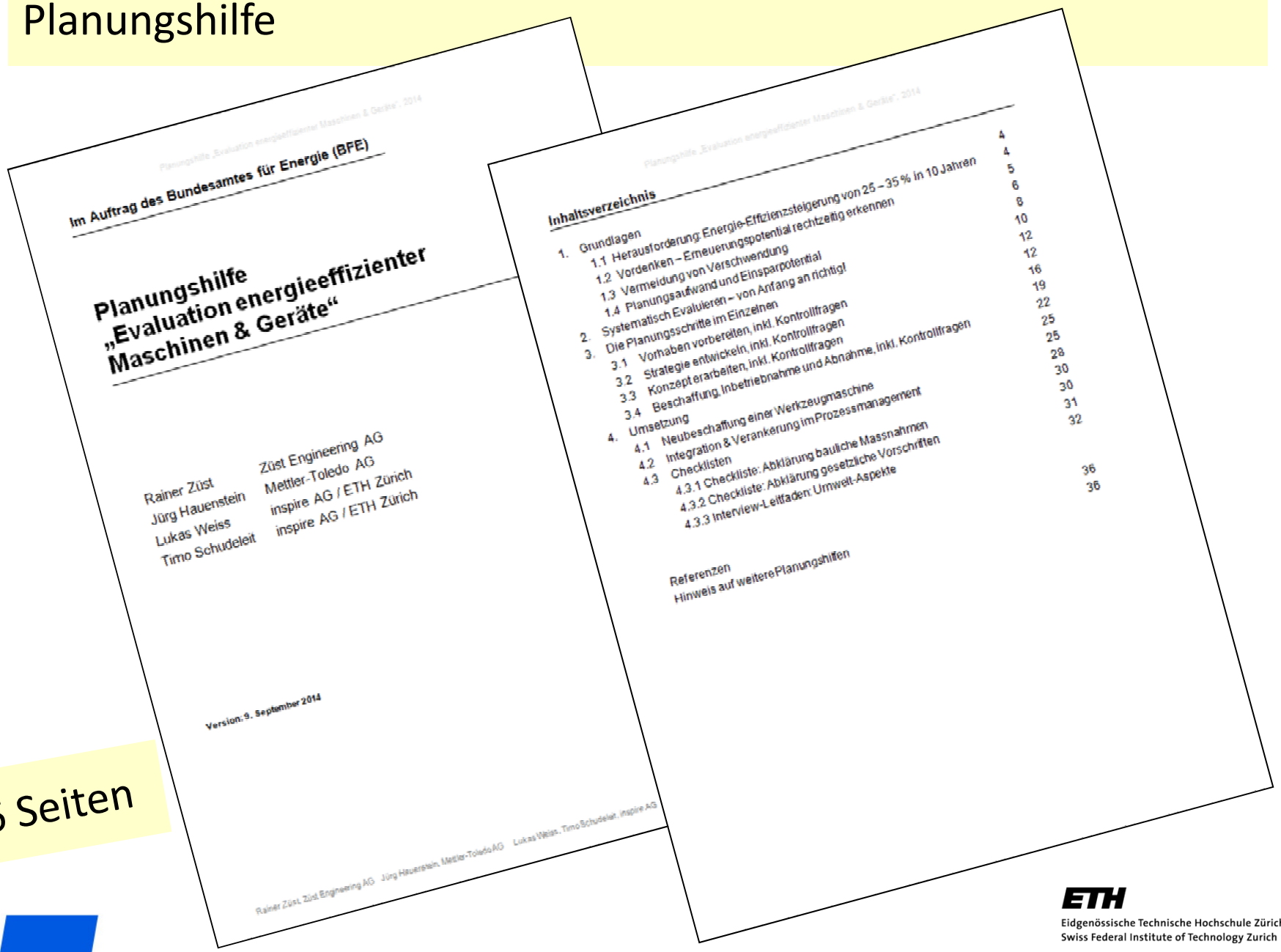
Rainer Züst — Züst Engineering AG
Jürg Hauenstein — Mettler-Toledo AG
Lukas Weiss — inspire AG / ETH Zürich
Timo Schudeleit — inspire AG / ETH Zürich

Version: 9. September 2014

Inhalt:

- Grundlagen:
  - Transparenz / Informationsbasis
  - «Vordenken»,
  - Vorgehen: Ablauf in 2 Phasen
- **Aufbau & Inhalt der Planungshilfe**:
  - Wann genau hinschauen?
  - **Checklisten** sowie
  - Umsetzungsbeispiel
- Umsetzen der Planungshilfe:
  - Im eigenen Umfeld?
  - Schlussdiskussion

Planungshilfe



Im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE)

Planungshilfe „Evaluation energieeffizienter Maschinen & Geräte“

Rainer Züst — Züst Engineering AG
Jürg Hauenstein — Mettler-Toledo AG
Lukas Weiss — inspire AG / ETH Zürich
Timo Schudeleit — inspire AG / ETH Zürich

Version: 9. September 2014

Rainer Züst, Züst Engineering AG Jürg Hauenstein, Mettler-Toledo AG Lukas Weiss, Timo Schudeleit, inspire AG

Inhaltsverzeichnis

1. Grundlagen 4
1.1 Herausforderung: Energie-Effizienzsteigerung von 25 – 35 % in 10 Jahren 4
1.2 Vordenken – Erneuerungspotential rechtzeitig erkennen 5
1.3 Vermeidung von Verschwendung 6
1.4 Planungsaufwand und Einsparpotential 8
2. Systematisch Evaluieren – von Anfang an richtig! 10
3. Die Planungsschritte im Einzelnen 12
3.1 Vorhaben vorbereiten, inkl. Kontrollfragen 12
3.2 Strategie entwickeln, inkl. Kontrollfragen 16
3.3 Konzept erarbeiten, inkl. Kontrollfragen 19
3.4 Beschaffung, Inbetriebnahme und Abnahme, inkl. Kontrollfragen 22
4. Umsetzung 25
4.1 Neubeschaffung einer Werkzeugmaschine 25
4.2 Integration & Verankerung im Prozessmanagement 28
4.3 Checklisten 30
4.3.1 Checkliste: Abklärung bauliche Massnahmen 30
4.3.2 Checkliste: Abklärung gesetzliche Vorschriften 31
4.3.3 Interview-Leitfaden: Umwelt-Aspekte 32
Referenzen 36
Hinweis auf weitere Planungshilfen 36

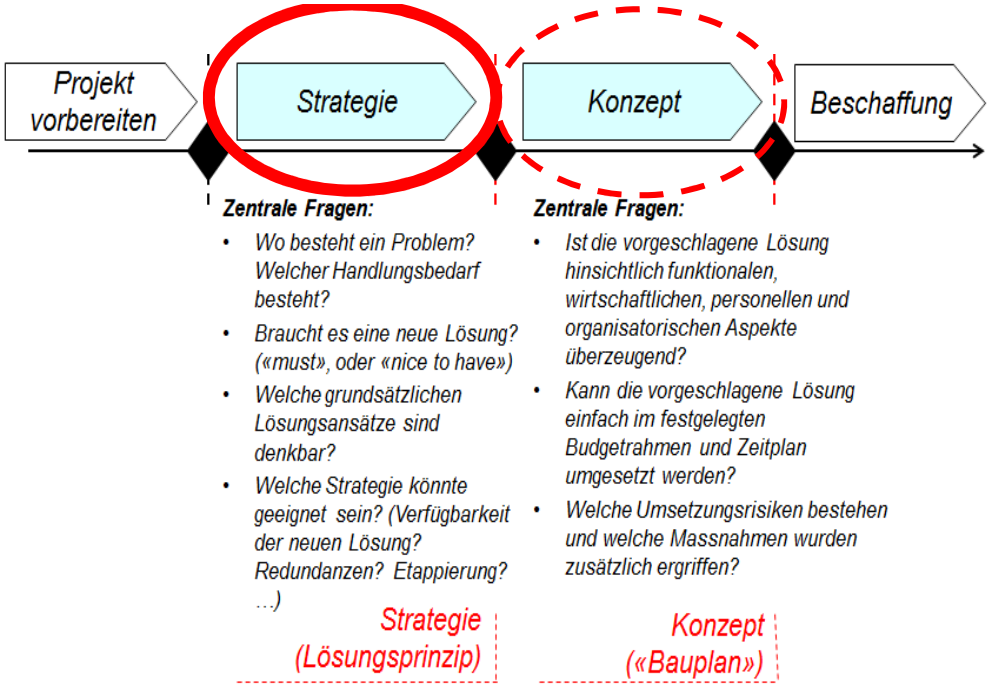
36 Seiten

Rainer Züst — *Züst Engineering AG*
Lukas Weiss — *inspire AG / ETH Zürich*

züst engineering improving sustainability

ETH Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich
inspire

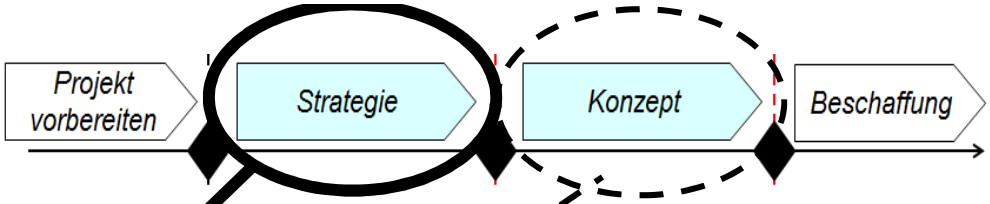
Aufbau / Struktur

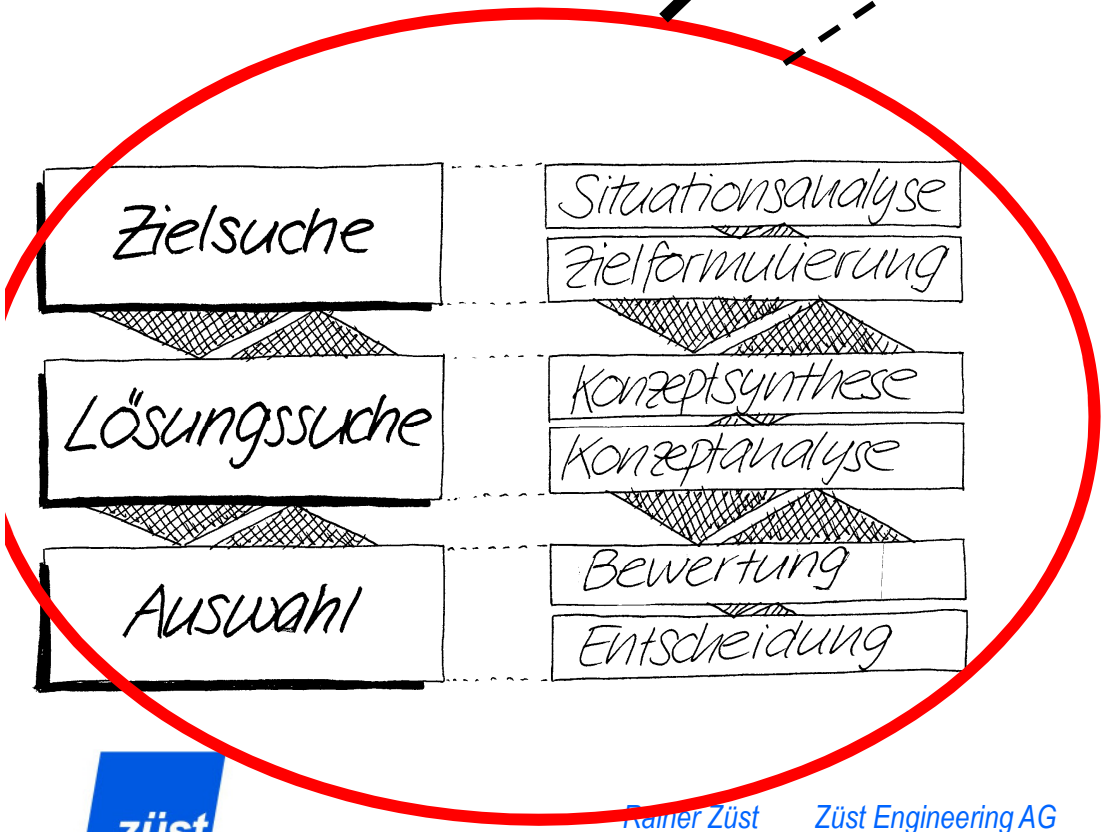


Aufbau der Checklisten:

- Zum einen nach «Strategie» und «Konzept»

Aufbau / Struktur

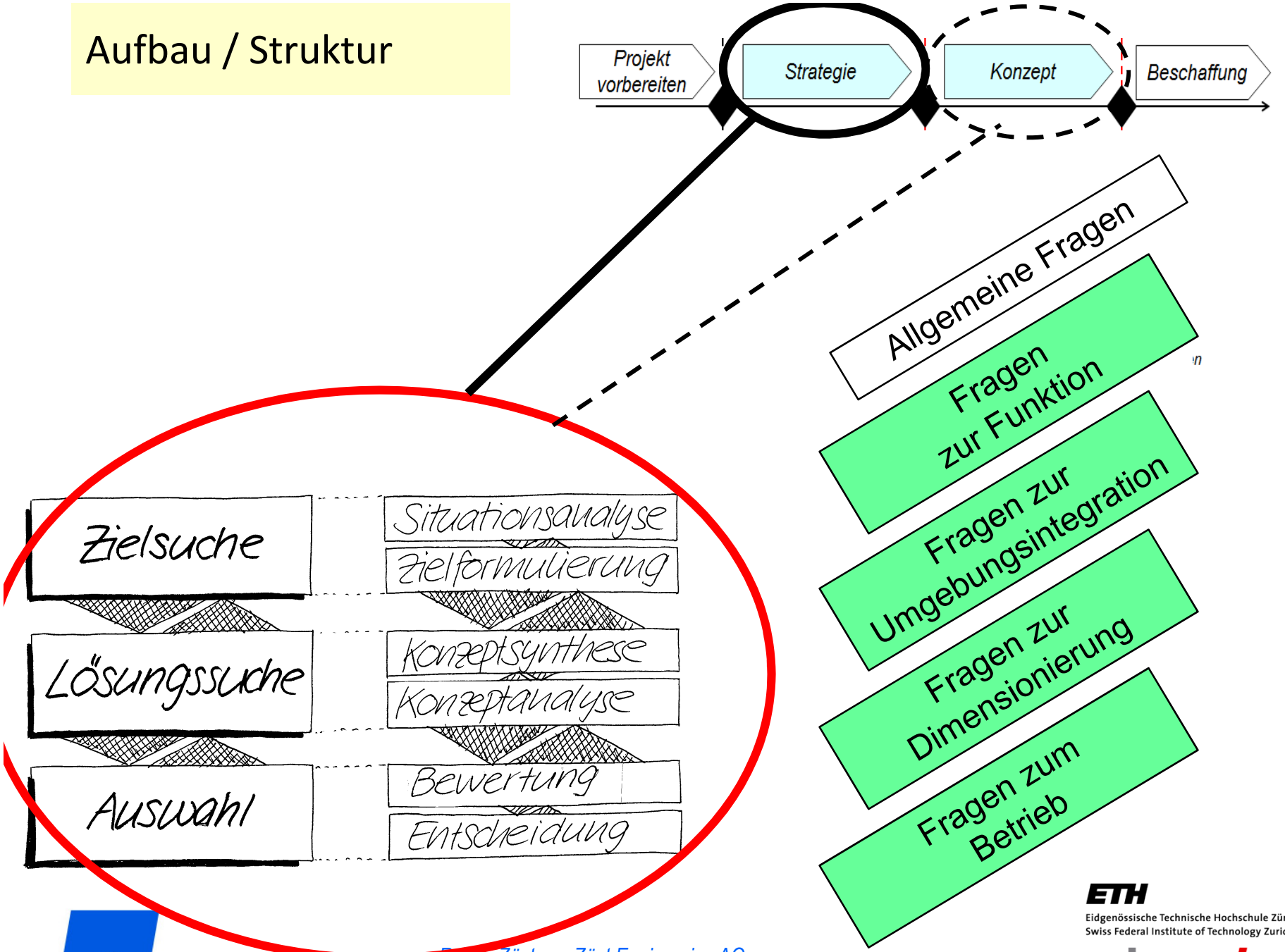




Aufbau der Checklisten:

- Zum einen nach «Strategie» und «Konzept»
- Zum anderen in Anlehnung «Problemlösezyklus»
  1. *Lagebeurteilung (Zielsuche)*
  2. *Lösungssuche*
  3. *Auswahl*

Aufbau / Struktur



Rainer Züst
Lukas Weiss

Züst Engineering AG
inspire AG / ETH Zürich

Beispiele aus der Planungshilfe

Quelle: Planungshilfe Abb. 2

Inhalt

Im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE)

Planungshilfe
„Evaluation energieeffizienter
Maschinen & Geräte“

Rainer Züst — Züst Engineering AG
Jürg Hauenstein — Mettler-Toledo AG
Lukas Weiss — inspire AG / ETH Zürich
Timo Schudeleit — inspire AG / ETH Zürich

Version: 9. September 2014

Inhalt:

- Grundlagen:
  - Transparenz / Informationsbasis
  - «Vordenken»,
  - Vorgehen: Ablauf in 2 Phasen
- Aufbau & Inhalt der Planungshilfe:
  - Wann genau hinschauen?
  - Checklisten sowie
  - **Umsetzungsbeispiel**
- Umsetzen der Planungshilfe:
  - Im eigenen Umfeld?
  - Schlussdiskussion

METTLER TOLEDO – moderne Haustechnik dank Weitblick

Fragen zur Umgebungsintegration

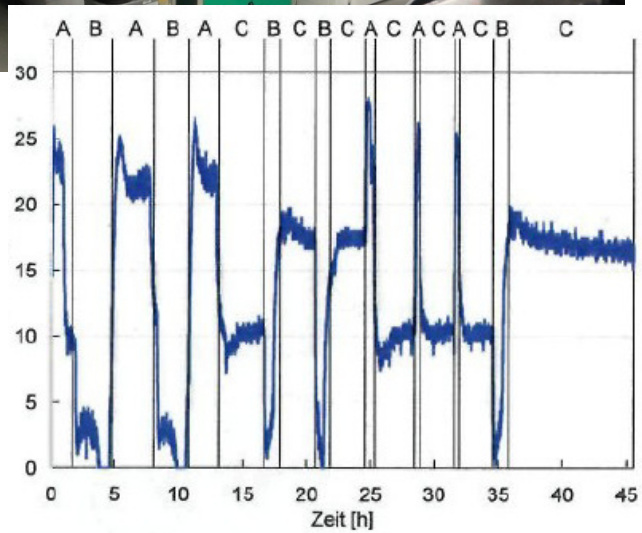
METTLER TOLEDO ist der führende Anbieter von Waagen weltweit. METTLER TOLEDO betrachtet Umweltschutz als unverzichtbaren Bestandteil des Unternehmens. Deshalb verpflichtet sich METTLER TOLEDO, kontinuierlich die eigenen Produkte und Prozesse zu verbessern, Ressourcen zu schonen, Recycling zu betreiben und die eigene Umweltschutzleistung zu überwachen.

Vor einigen Jahren musste die Kältemaschine ersetzt werden. Prozessbedingt waren hier höhere Kühlleistungen erforderlich, welche entweder ineffizient dezentral oder dann effizient zentral erzeugt werden konnten. METTLER TOLEDO hat sich für letzteres entschieden.

Ein wichtiges Ziel der neuen Anlage war einerseits ein hoher Wirkungsgrad, d.h. einen deutlich höheren COP bei gleichzeitiger Nutzung der Abwärme. Realisiert wurde ein zentrales Wärmerückkoppelungssystem.

In der Zwischenzeit ist eine grössere Abwärmeverwertung im Winter möglich; weitere Wärmequellen können einfach ans bestehende Kühlsystem angeschlossen werden.

Gezielte Energieverbrauchsanalysen (I)

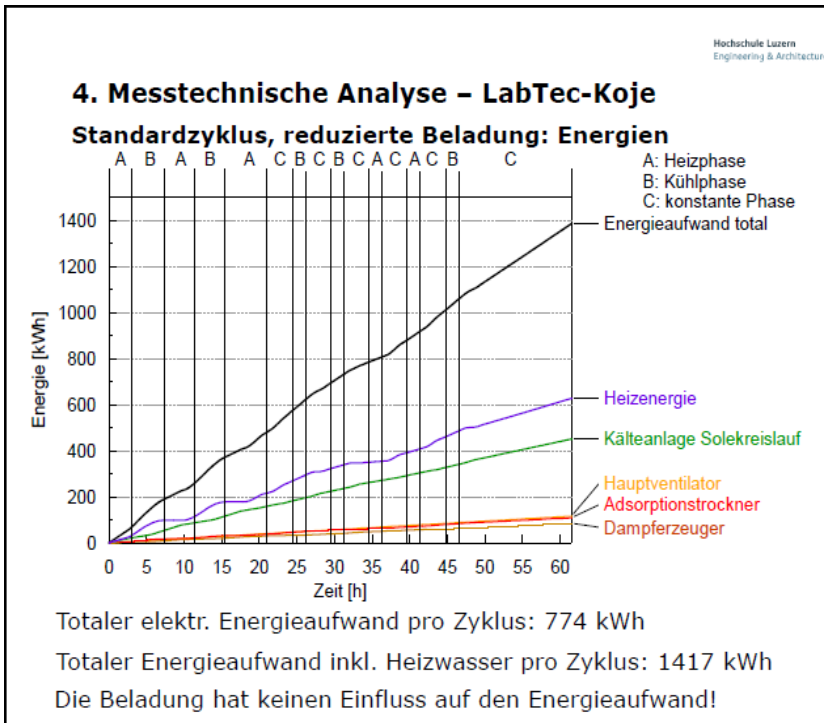


A. Heizphase
B. Kühlphase
C. Konstante Phase

Stromverbrauch des elektrischen Heizregisters

Kompletter Tabubruch

Neuprogrammierung Produktionskojen (ca. -45% Energieverbrauch)
Komplettsanierung weiterer Kojen (ca. -80% Energieverbrauch)



Totaler elektr. Energieaufwand pro Zyklus: 774 kWh

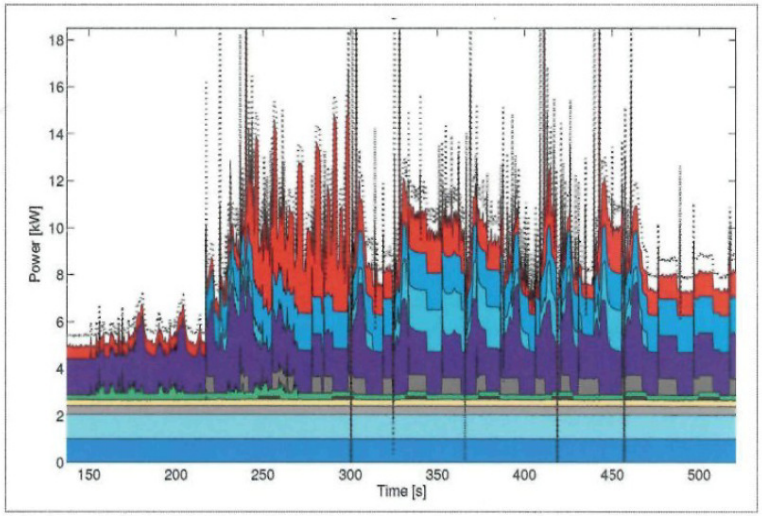
Totaler Energieaufwand inkl. Heizwasser pro Zyklus: 1417 kWh

Die Beladung hat keinen Einfluss auf den Energieaufwand!

Rainer Züst *Züst Engineering AG*
Lukas Weiss *inspire AG / ETH Zürich*

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Gezielte Energieverbrauchsanalysen (II)



15% für Hauptantrieb
45 % für Pumpen und Kühlsysteme
20% für Druckluft
+ Energiebedarf für Lüftung / Hallenkühlung

Teilretrofit einer wenige Monate alten Anlage
Erkenntnisse flossen in Specs neuer Anlage ein

Geburtsstunde für Idee "Beschaffungs-Checkliste"

züst engineering improving sustainability

Rainer Züst *Züst Engineering AG*
Lukas Weiss *inspire AG / ETH Zürich*

METTLER TOLEDO

ETH
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich
inspire

Ecodesign-Massnahmen zum richtigen Zeitpunkt

Aufgrund der Erkenntnisse aus den Messungen schlug der Werkzeugmaschinenhersteller drei Anpassungen für die neue Maschine vor. Es waren dies:

- eine bedarfsgerechte Abschaltung der Kühlung des Hauptantriebs bei geringer Last,
- einen Frequenzumformer für eine der Kühlschmiermittelpumpen und
- sparsamere Druckluftkomponenten für Sperrluft und Auflagekontrolle

Das Ziel bestand darin, eine noch bessere Maschine zu demselben Preis zu erhalten. Durch drei Anpassungen ohne Zusatzinvestitionen kann folgende Energieeinsparung realisiert werden:

- bedarfsgerechte Abschaltung der Kühlung des Hauptantriebs bei geringer Last im Standby: Einsparung rund 1 kW während ca. 20 % der Einsatzzeit = von 7‘000 kWh.
- Frequenzumformer für eine der Kühlschmiermittelpumpen: Senkung der Pumpenleistung Innerhalb der produktiven Einsatzzeit (25‘000 h) um 0.5 kW = 12‘500 kWh
- sparsamere Druckluftkomponenten: Leistungsreduktion von ca. 0.5 kW über die Einsatzzeit von 35‘000 h = 17‘500 kWh.

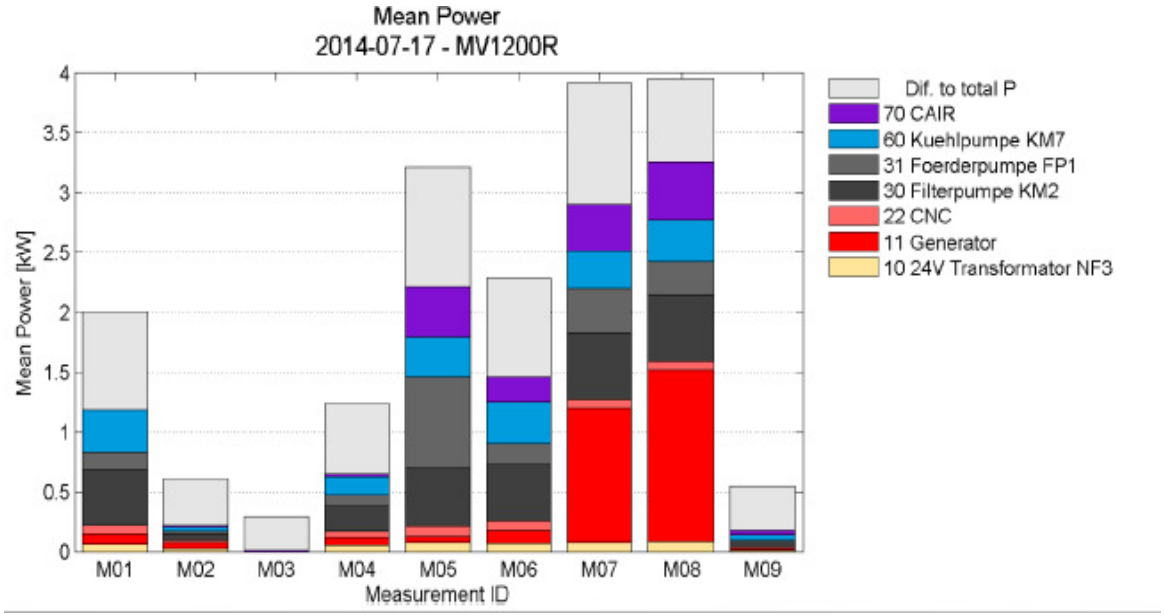
«Ökonomie» der Massnahmen

Neubeschaffung Massnahme	Zusatz-Investition [CHF]	Erzielbare Reduktion [kW]	Wirksamer Zeitraum [h]	Energie-Einsparung insgesamt [kWh]	Kosten-Einsparung insgesamt [CHF]
bedarfsgerechte Abschaltung der Kühlung des Hauptantriebs bei geringer Last	0.00	1.0	7'000	7'000	875.00
Frequenzumformer für eine der Kühlschmiermittelpumpen	0.00	0.5	25'000	12'500	1'562.50.-
sparsamere Druckluftkomponenten	0.00	0.5	35'000	17'500	2'187.50.-
Resultat	0.00			37'000	4'625.00

«Ökonomie» der Massnahmen

Mögliches Up-Grading der bestehenden Maschine Massnahme	Zusatz-Investition [CHF]	Erzielbare Reduktion [kW]	Wirksamer Zeitraum [h]	Energie-Einsparung Restlaufzeit [kWh]	Kosten-Einsparung Restlaufzeit [CHF]
bedarfsgerechte Abschaltung der Kühlung des Hauptantriebs bei geringer Last	2'000.00	1	5'600	5'600	700.00
Frequenzumformer für eine der Kühlschmiermittelpumpen	5'000.00	0.5	20'000	10'000	1'250.00
sparsamere Druckluftkomponenten	8'500.00	0.5	28'000	14'000	1'750.00
Resultat	15'500.00				3'700.00

Gezielte Energieverbrauchsanalysen (III)



Dank früheren Erfahrungen: zwingend Wasser- statt Luftkühlung, Anschluss an WRG

3 von 4 vorgeschlagenen Massnahmen an Anlage umgesetzt

Zusätzlich bestellter 30 kVA-Trafo kann dank Erkenntnissen direkt wieder retourniert werden

Ecodesign-Massnahmen zum richtigen Zeitpunkt

Aufgrund der Erkenntnisse aus den Messungen schlug der Werkzeugmaschinenhersteller drei Anpassungen für die neue Maschine vor. Es waren dies:

- eine bedarfsgerechte Abschaltung der Kühlung des Hauptantriebs bei geringer Last,
- einen Frequenzumformer für eine der Kühlschmiermittelpumpen und
- sparsamere Druckluftkomponenten für Sperrluft und Auflagekontrolle

Das Ziel bestand darin, eine noch bessere Maschine zu demselben Preis zu erhalten. Durch drei Anpassungen ohne Zusatzinvestitionen kann folgende Energieeinsparung realisiert werden:

- bedarfsgerechte Abschaltung der Kühlung des Hauptantriebs bei geringer Last im Standby: Einsparung rund 1 kW während ca. 20 % der Einsatzzeit = von 7‘000 kWh.
- Frequenzumformer für eine der Kühlschmiermittelpumpen: Senkung der Pumpenleistung Innerhalb der produktiven Einsatzzeit (25‘000 h) um 0.5 kW = 12‘500 kWh
- sparsamere Druckluftkomponenten: Leistungsreduktion von ca. 0.5 kW über die Einsatzzeit von 35‘000 h = 17‘500 kWh.

«Ökonomie» der Massnahmen

Neubeschaffung Massnahme	Zusatz-Investition [CHF]	Erzielbare Reduktion [kW]	Wirksamer Zeitraum [h]	Energie-Einsparung insgesamt [kWh]	Kosten-Einsparung insgesamt [CHF]
bedarfsgerechte Abschaltung der Kühlung des Hauptantriebs bei geringer Last	0.00	1.0	7'000	7'000	875.00
Frequenzumformer für eine der Kühlschmiermittelpumpen	0.00	0.5	25'000	12'500	1'562.50.-
sparsamere Druckluftkomponenten	0.00	0.5	35'000	17'500	2'187.50.-
Resultat	0.00			37'000	4'625.00

«Ökonomie» der Massnahmen

Mögliches Up-Grading der bestehenden Maschine Massnahme	Zusatz-Investition [CHF]	Erzielbare Reduktion [kW]	Wirksamer Zeitraum [h]	Energie-Einsparung Restlaufzeit [kWh]	Kosten-Einsparung Restlaufzeit [CHF]
bedarfsgerechte Abschaltung der Kühlung des Hauptantriebs bei geringer Last	2'000.00	1	5'600	5'600	700.00
Frequenzumformer für eine der Kühlschmiermittelpumpen	5'000.00	0.5	20'000	10'000	1'250.00
sparsamere Druckluftkomponenten	8'500.00	0.5	28'000	14'000	1'750.00
Resultat	15'500.00				3'700.00

Inhalt

Im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE)

Planungshilfe
„Evaluation energieeffizienter
Maschinen & Geräte“

Rainer Züst — Züst Engineering AG
Jürg Hauenstein — Mettler-Toledo AG
Lukas Weiss — inspire AG / ETH Zürich
Timo Schudeleit — inspire AG / ETH Zürich

Version: 9. September 2014

Inhalt:

- Grundlagen:
  - Transparenz / Informationsbasis
  - «Vordenken»,
  - Vorgehen: Ablauf in 2 Phasen
- Aufbau & Inhalt der Planungshilfe:
  - Wann genau hinschauen?
  - Checklisten sowie
  - Umsetzungsbeispiel
- **Umsetzen der Planungshilfe:**
  - Im eigenen Umfeld?
  - Schlussdiskussion