

Effiziente Antriebe entwickeln.

TEAM

**Wie viel Energie ist wenig Energie?
Wie sieht ein Konzept zur Beurteilung der Energieeffizienz aus?**

Prof. Dr.-Ing. Marcus Geimer, KIT, Lehrstuhl für Mobile Arbeitsmaschinen



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

betreut durch



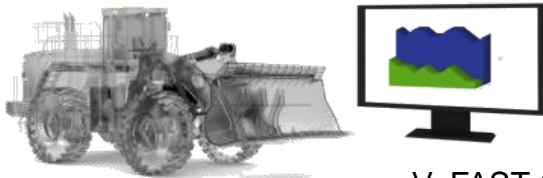
PTKA
Projektträger Karlsruhe

im Karlsruher Institut für Technologie


MOBIMA
LEHRSTUHL FÜR MOBILE ARBEITSMASCHINEN

Methoden

Effizienzbewertung mobiler Arbeitsmaschinen



V: FAST (Prof. Geimer)

Berechnung der Interaktion Maschine – Prozess



V: IVMA (Prof. Kunze)

Technische Lösungen

Optimierter Dieselmotor für Hybridantriebe



V: VKA (Dr. Nijs)

Schnelldrehende elektrische Antriebe



V: IME (Prof. Jacobs)

Technologieträger „Grüner Radlader“

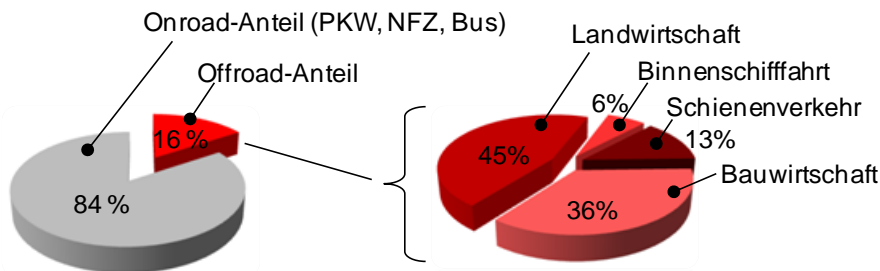


V: IFD (Prof. Weber)

Problem: Bis 2020 – Forderung der EU nach Steigerung der Energieeffizienz:

20 % CO₂ - Einsparung

Steigerung der Energieeffizienz um 20 %



- Die Branche ist betroffen und benötigt Lösungen
- Energieeffizienz muss zunächst ermittelt und danach bewertet werden

Ziel: Erstellung einer Methodik, welche allgemeingültig, für jeden Maschinentyp, ein fest definiertes Vorgehen bereitstellend, eine Bewertungsgrundlage zur Energieeffizienz liefert.

Zentrale Frage:

Wie viel Energie...
ist wenig Energie?



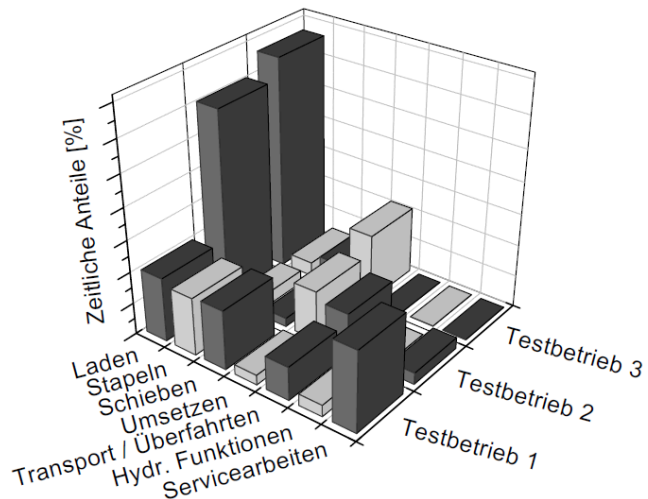
Energieeffizienzbewertung einer mobilen Arbeitsmaschine nur sinnvoll, wenn:

- real** auftretende und
- häufig** vorkommende

Verfahren und Betriebspunkte betrachtet werden

Ziel: Energieeffizienzbewertung muss sich nach einem maschinentypspezifischen Einsatzprofil richten:

- Eu- / Nationaler- / regionaler Durchschnitt
- Nutzergruppe (z.B. Getreideanbau, mittlere Betriebsgröße...)



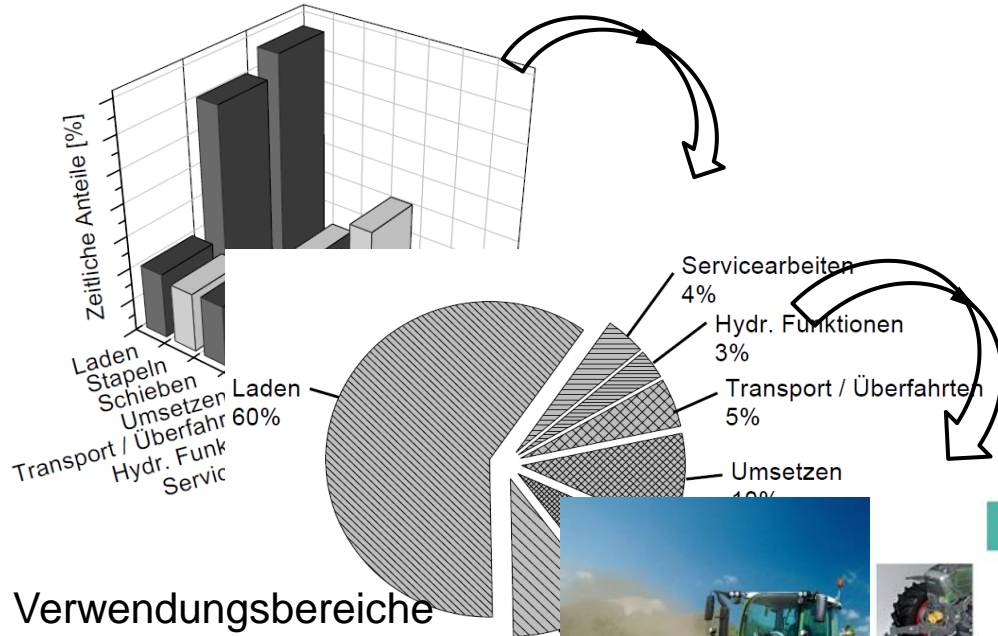
Absatzzahlen Radlader Klasse 200 KW

Verwendungsbereich	Anteil
Hochbau	3%
Tiefbau	11%
Strassenbau	5%
Gewinnung	32%
...	...



Quellen: VDMA, Internet, ZDF, Dissertation A. Huber

Ermittlung von Prüfverfahren

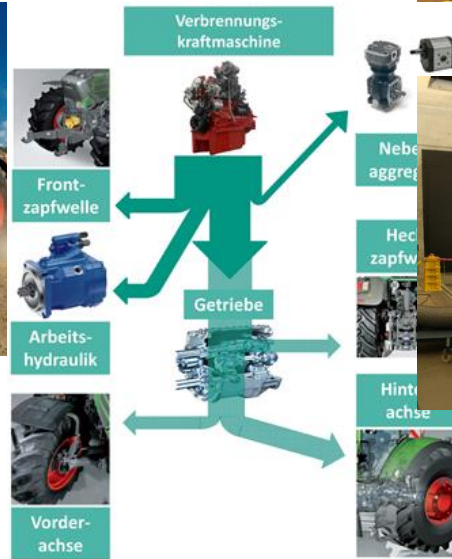


Verwendungsbereiche ermitteln

Einsatzprofile ableiten



Messfahrten durchführen



Feldmessungen: Beispiel „Bohrgerät“

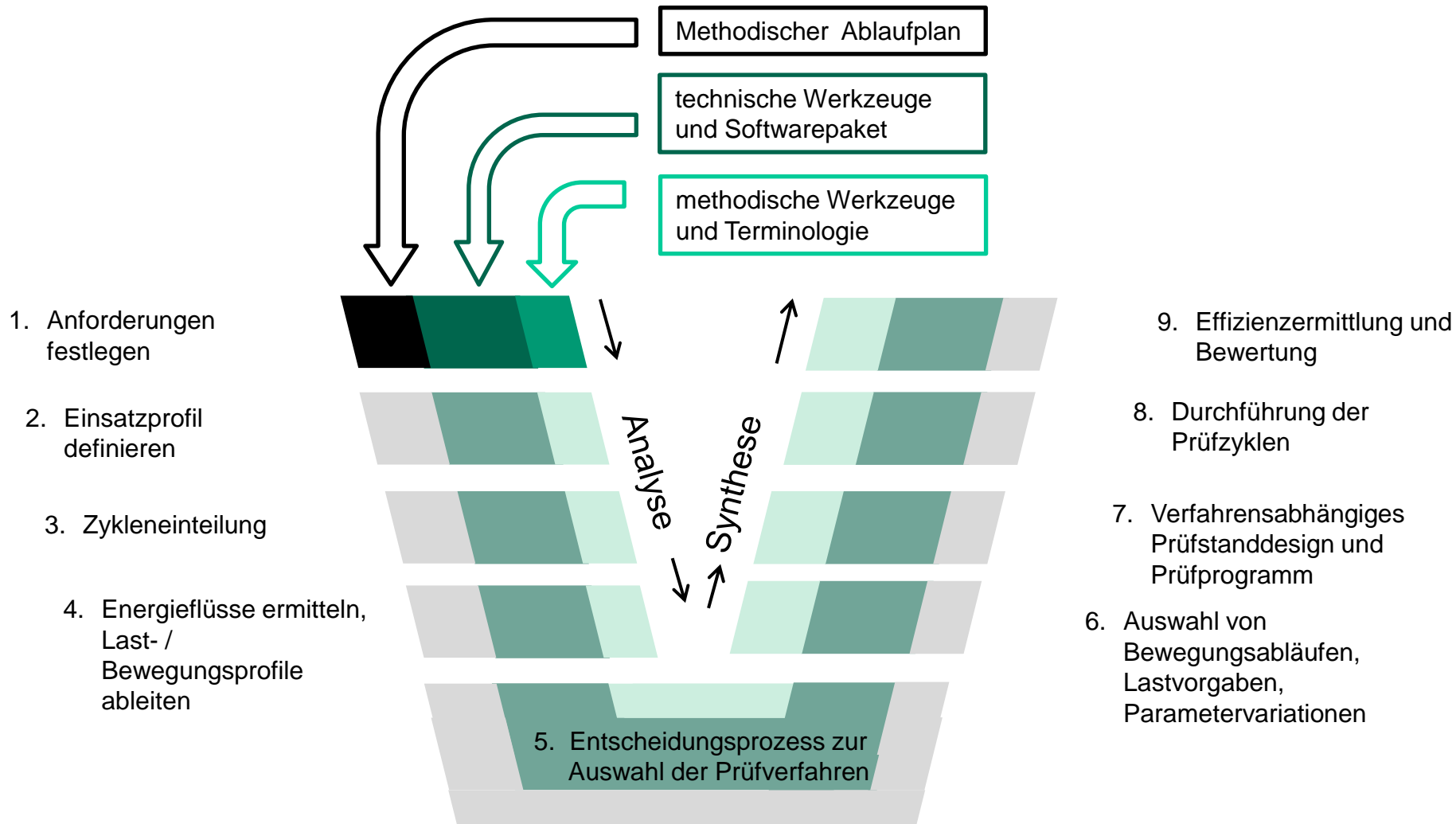
- **Arbeitsergebnis:** Bohrpfahl (ohne Betonieren)
- **Verfahren:** Kelly-Bohren und SOB-Bohren
- **Maschine:** BAUER BG30 auf BS95
M = 295 kNm, P = 403 kW, h = 26,5 m

Quelle: Bauer

	Verfahren	Durchmesser	Bodenart
Bohrung 1	Kelly	880 mm	Aresing-Boden
Bohrung 2	Kelly	880 mm	Aresing-Boden
Bohrung 3	Kelly	880 mm	Aresing-Boden
Bohrung 4	Kelly	1500 mm	Aresing-Boden
Bohrung 5	SOB	880 mm	Aresing-Boden
Bohrung 6	Kelly	880 mm	Magerbeton
Bohrung 7	SOB	880 mm	Aresing-Boden

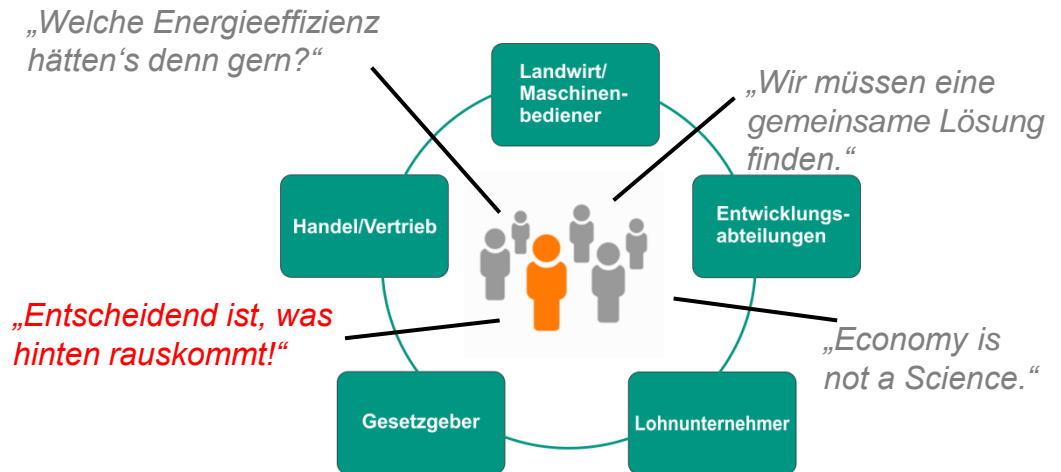


Aufbau der Methodik zur Bewertung der Energieeffizienz mobiler Arbeitsmaschinen



Methodischer Ablaufplan

- Anforderungen an Effizienzbewertung müssen formuliert werden.
 - Gesetzgeber, Kunde, Industrie
- Festlegen der gewünschten Kriterien zur Effizienzdefinition:
 - Technische Effizienz (techn. Wirkungsgrade)
 - Arbeitsergebnis/ energetischer Aufwand (bearbeitetes Volumen/Fläche, Mengendurchsatz,...)
 - Wirtschaftliche Effizienz (Arbeitsergebnis / monetären Aufwand - **keine energetische Bezugsgröße...**)
 - Einfluss des Verfahrens zu beachten



Energetischer Output ->
Systemgrenze :Schnittstellen
der Leistungsübertragung



Arbeitsergebnis ->
Systemgrenze: Prüffeld

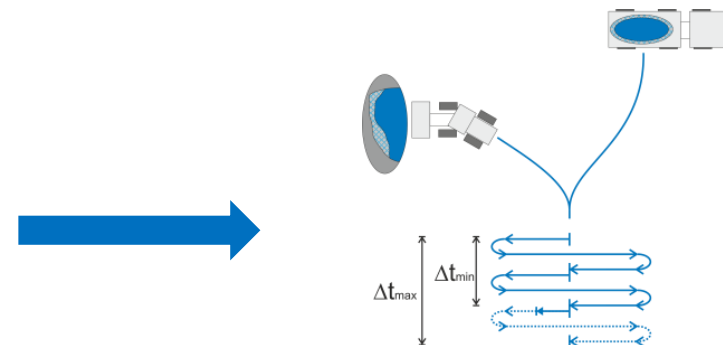
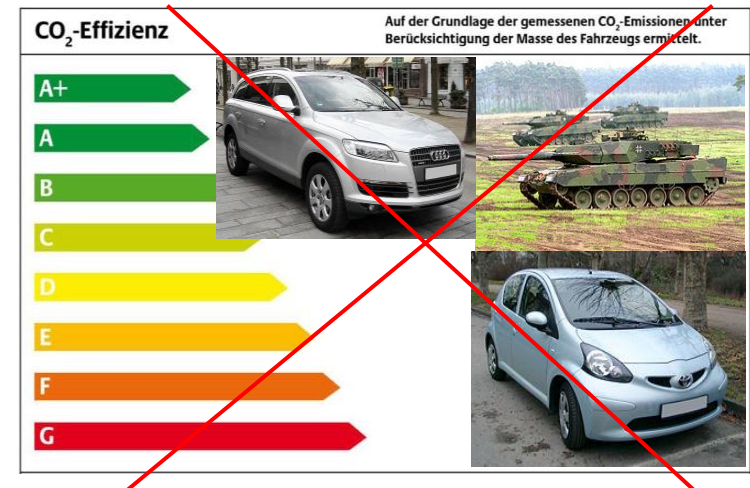


Methodische Werkzeuge und Terminologie

- **Technischer Wirkungsgrad**
Effizienzbetrachtung von der Energiequelle bis zu den Abtrieben
- Machen wir es richtig? - **Effizienz**
- Gegenüberstellung **Arbeitsergebnis zu energetischem Aufwand**
- Machen wir das Richtige? – **Effektivität**
- Techn. Wirkungsgrad fließt ebenfalls mit ein, ist jedoch nicht gesamte Wahrheit



Beispiel Automobilindustrie



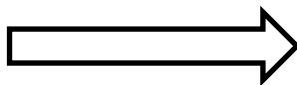
Quelle: Wikipedia

Methodischer Ablaufplan

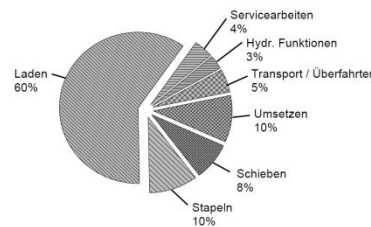
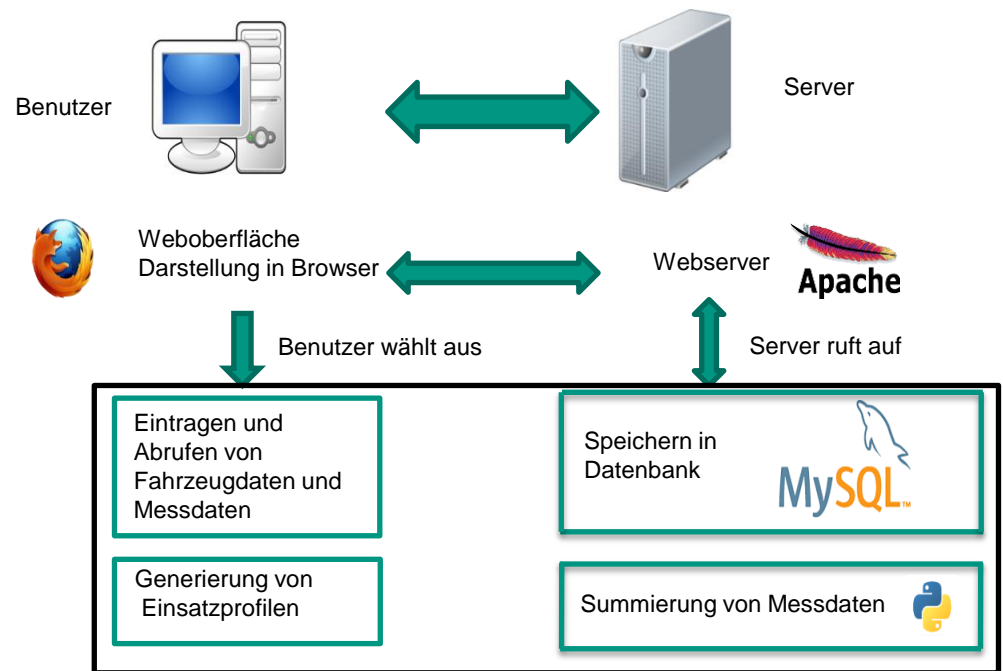
Methodische Werkzeuge und Terminologie

- Informationen aus:
 - Literatur
 - Herstellerangaben
 - Kundenbefragungen
 - Marktstudien
 - Absatzbereiche der Maschinen
 - ...

- Bereitstellen der Definition eines Einsatzprofils

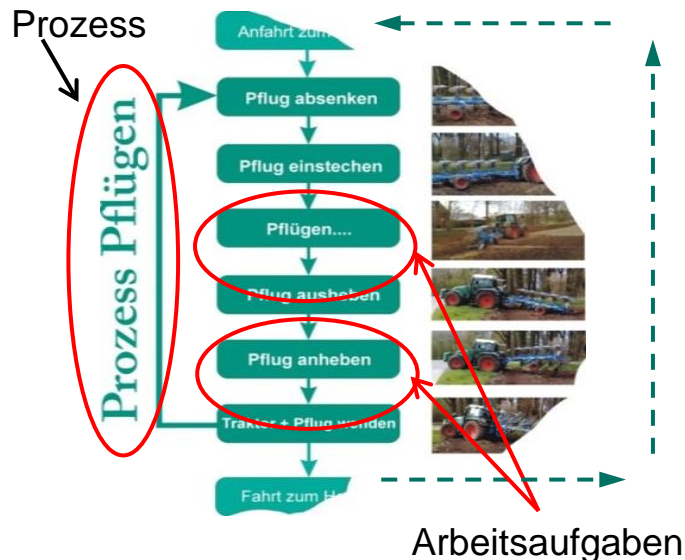


Technische Werkzeuge und Softwarepaket



Methodischer Ablaufplan

- Hierarchische Definition von Verfahrenszyklen
 - Verfahrenszyklus
 - Prozess
 - Arbeitsaufgaben
 - ...

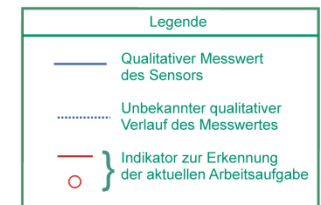
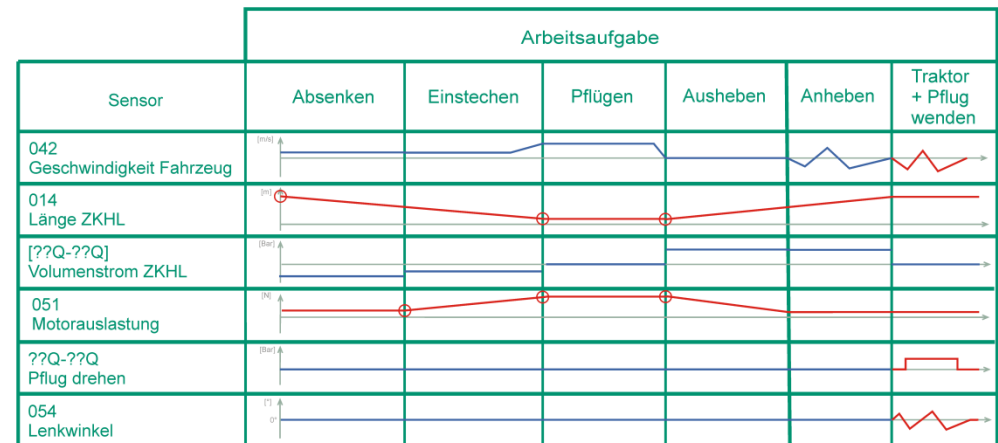


Methodische Werkzeuge und Terminologie

- Erstellung von Zustandsdiagrammen

Zustandsdiagramm für den Zyklus Pflügen

Erwartete Zustände der Sensorik

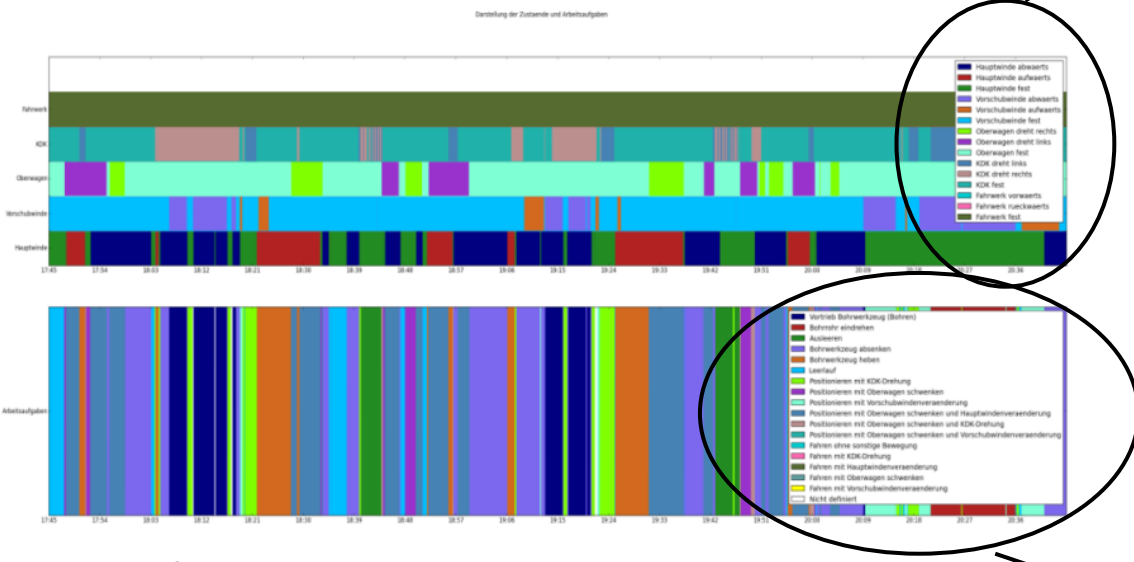


Technische Werkzeuge und Softwarepaket

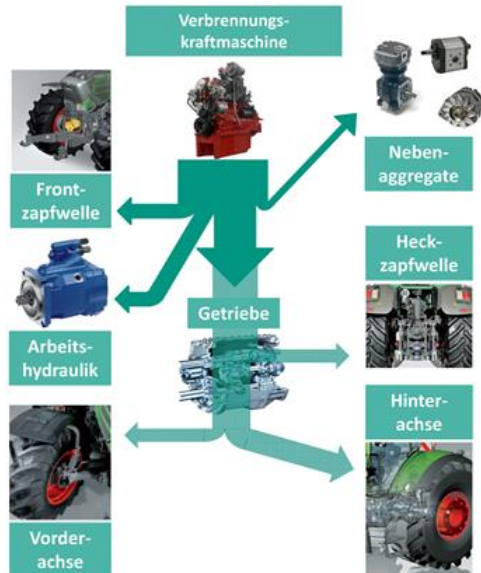
Zeitstrahl einer Kellybohrung

- Hauptwinde abwaerts
- Hauptwinde aufwaerts
- Hauptwinde fest
- Vorschubwinde abwaerts
- Vorschubwinde aufwaerts
- Vorschubwinde fest
- Oberwagen dreht rechts
- Oberwagen dreht links
- Oberwagen fest
- KDK dreht links
- KDK dreht rechts
- KDK fest
- Fahrwerk vorwaerts
- Fahrwerk rueckwaerts
- Fahrwerk fest

- Vortrieb Bohrwerkzeug (Bohren)
- Bohrrrohr eindrehen
- Ausleeren
- Bohrwerkzeug absenken
- Bohrwerkzeug heben
- Leerlauf
- Positionieren mit KDK-Drehung
- Positionieren mit Oberwagen schwen



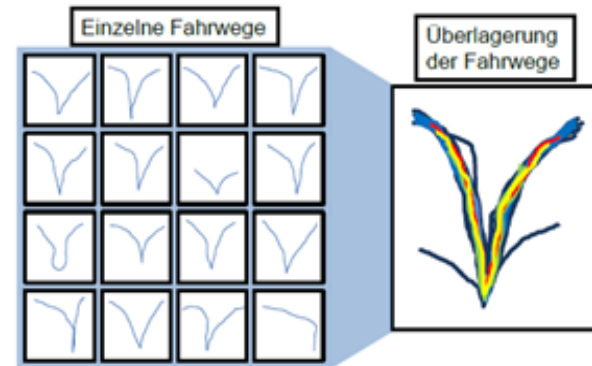
Methodischer Ablaufplan



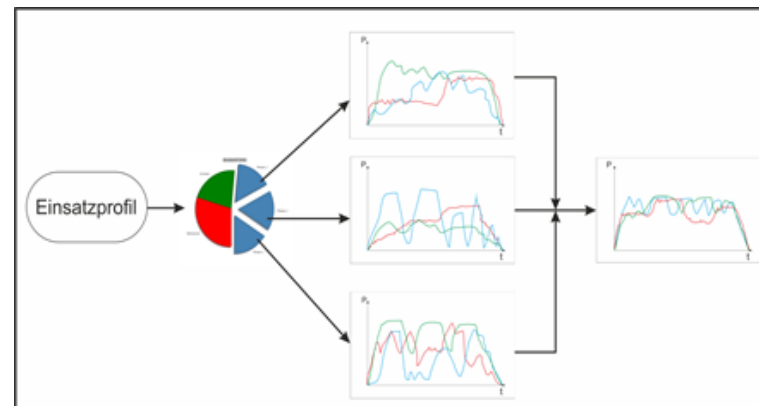
- Energieflussanalyse
- Aussagekraft über Sensitivität von Parametervariationen auf
 - Durchschnittliche Dauer ,
 - Gemittelten Energieverbrauch von Arbeitsaufgaben

Methodische Werkzeuge und Terminologie

Ermittlung von Bewegungsabläufen

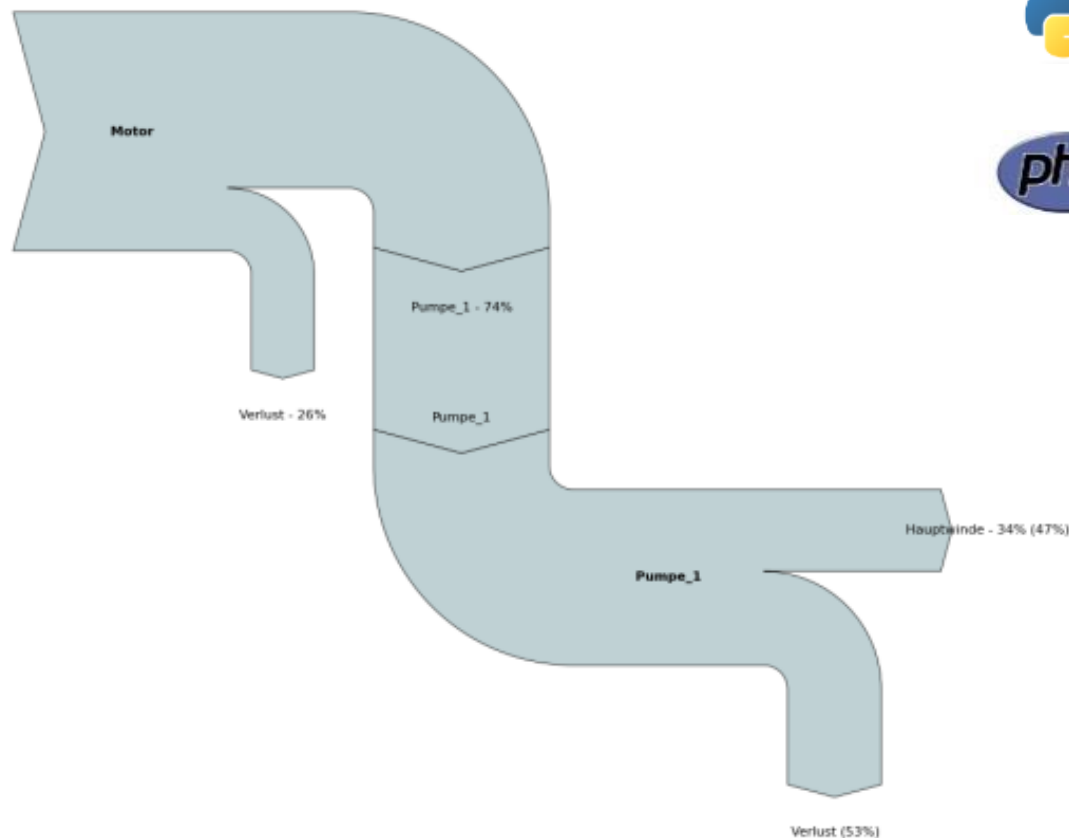


Ermittlung von Lastkollektiven



Quelle: IFD TU-Dresden

Technische Werkzeuge und Softwarepaket



Sankey-Diagramm



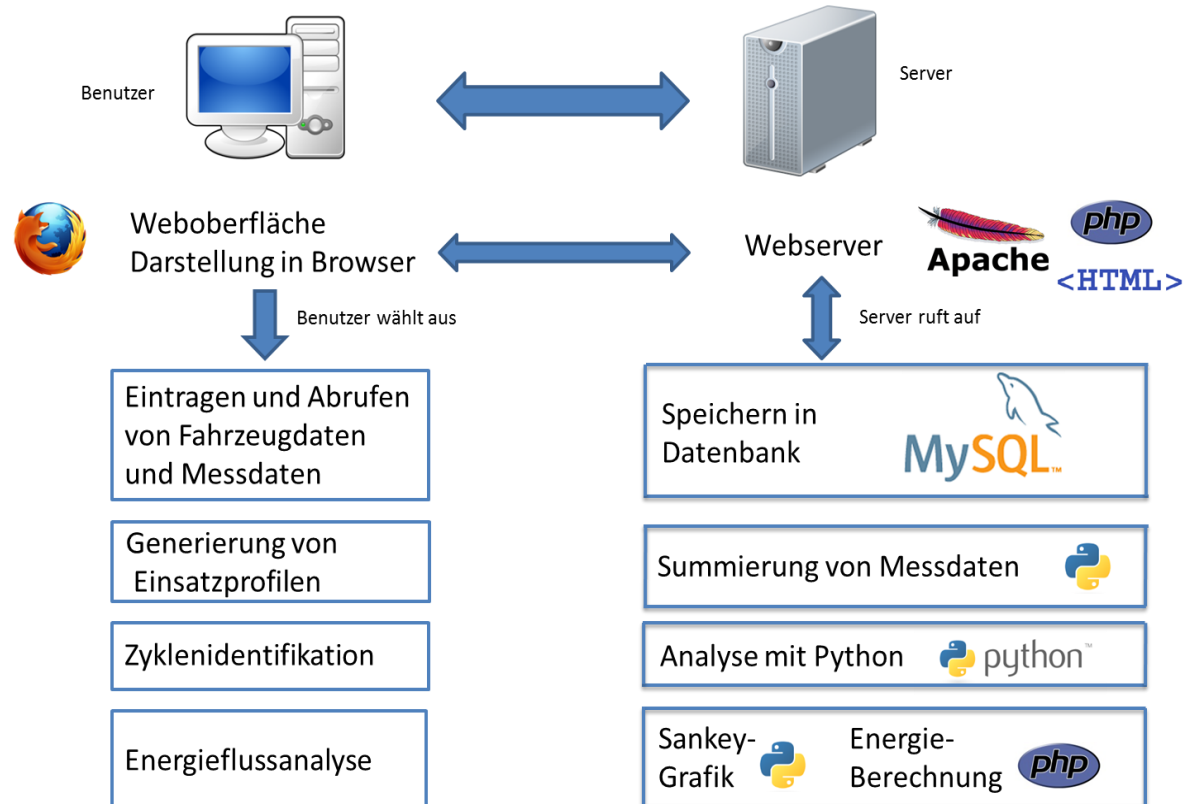
Energie-Berechnung

- **Energieflussanalyse am Beispiel eines Bohrgeräts**
- **Verfahren: Kellybohren**

Technische Werkzeuge und Softwarepaket

- Standardisierte Datenbank mit Verwaltungsfunktion von Messdaten und Messfahrzeugen
- Teilautomatisierte Analyse von Messdatensätzen
 - Generierung Einsatzprofile
 - Zyklenidentifikation
 - Energieflussanalyse
- PDF- Ausgabe mit den Ergebnissen der Auswertung
- Schnelle Übersicht über:
- Aufgabenspezifische Energieverbräuche
- Einsatzprofile der verwendeten Maschinen
- Einfluss von Parametervariationen bei Messfahrten

Übersicht



Methodischer Ablaufplan

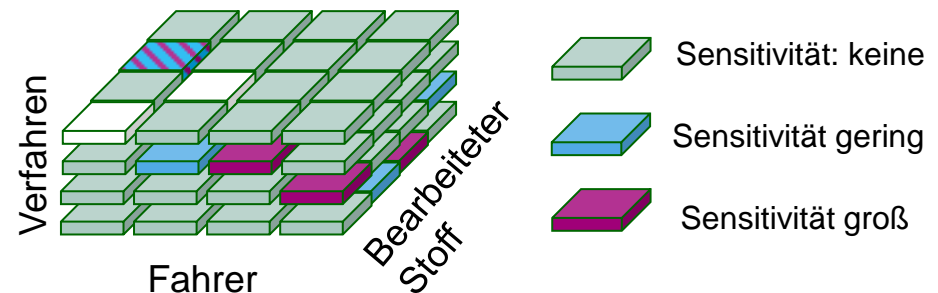
- Bereitstellen von Entscheidungshilfen für Expertenkommission
- Expertenkommission trifft fallspezifische Entscheidung



Entscheidungshilfe: Mögliche Prüfverfahren

	<p>Radlader</p>		<p>Radlader</p>		<p>Radlader</p>
Feldversuch	<p>Bohrgerät</p>	Prüfstand mit Anbaugerät	<p>Bohrgerät</p>	Prüfstand ohne Anbaugerät	<p>Bohrgerät</p>
	<p>Traktor</p>		<p>Traktor</p>		<p>Traktor</p>

Entscheidungshilfe: vorhandene Datenbankeinträge zum Einfluss der Reproduzierbarkeit

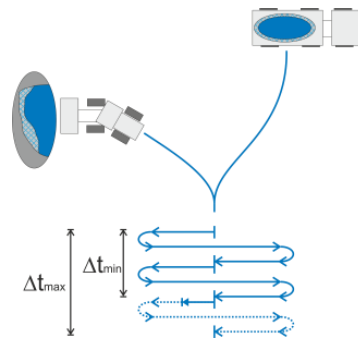


Methodischer Ablaufplan

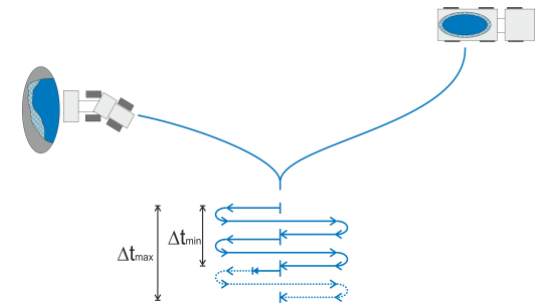
Prüfverfahren: Feldversuch



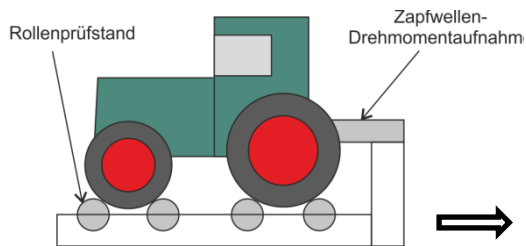
Y-Zyklus kurz



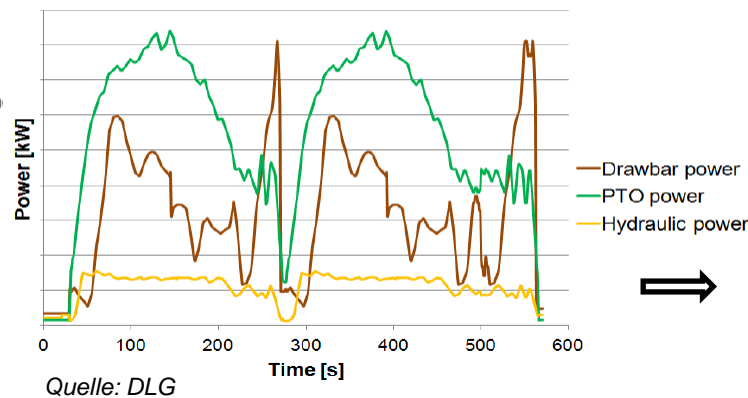
Y-Zyklus lang



Prüfverfahren: Prüfstand ohne Anbaugerät



Lastkollektiv



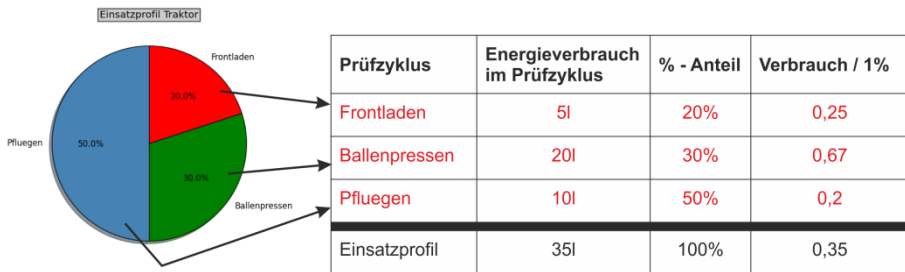
Prüfstandsdesign: Prüfstand ohne Anbaugerät



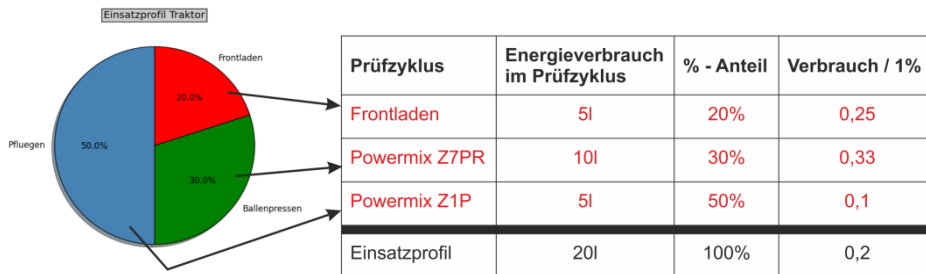
Methodischer Ablaufplan

- Eintrag in Energieeffizienzbewertungsmatrix
- Ranking zwischen allen geprüften Maschinen
- Bereitstellen von Effizienzbewertungsmatrizen
- Vorschlag: Top-Runner Regelung

Effizienzbewertung aus Prüfzyklus: Feld



Effizienzbewertung aus Prüfzyklus: „Hybrid“



Modell	Gesamt	
	Ranking	%-Toprunner
Hersteller 1 Modell A	1	103%
Top-Runner Gesamt	2	100%
Hersteller 3 Modell C	3	97,7%
Hersteller 4 Modell D	4	94,7%

Frontladen		
Ranking	Verbrauch	%-Toprunner
1	4,9 l	106,1%
3 (TR-Frontladen)	5,2 l	100,0%
2	5,0 l	104,0%
4	5,5 l	94,5%

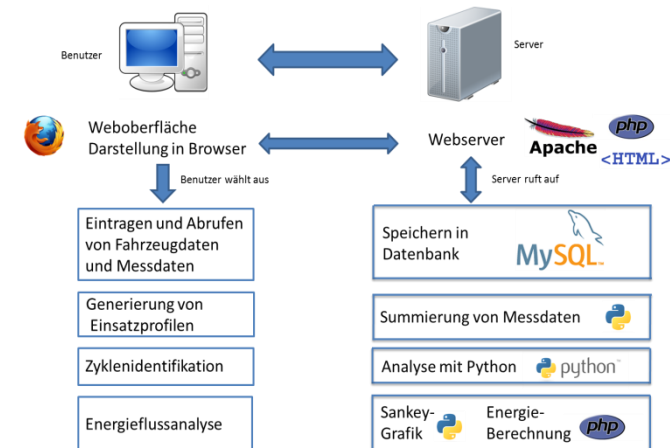
Ballenpressen		
Ranking	Verbrauch	%-Toprunner
2	15,1 l	98,0%
1 (TR-Ballenpressen)	14,8 l	100%
3	15,4 l	96,1%
4	15,9 l	93,1%

Pflügen		
Ranking	Verbrauch	%-Toprunner
1	7,8 l	103,8%
2 (TR-Pflügen)	8,1 l	100,0%
4	8,7 l	93,1%
3	8,4 l	96,4%

Technische Werkzeuge und Softwarepaket

- Eintrag der Effizienz in Datenbank
- Jederzeit Abruf eines Maschinenrankings möglich

- Ausarbeitung einer Methodik zur Effizienzbewertung
-> abgeschlossen
- Umsetzung der Methodik in ein Tool zur Effizienzberechnung
-> läuft
- Validierung des Tools am „grünen Radlader“
-> in Planung



Vielen Dank !

Prof. Dr.-Ing. Marcus Geimer
Lehrstuhl für Mobile Arbeitsmaschinen
Rintheimer Querallee 2
76131 Karlsruhe