

Technologien und Innovationen für eine nachhaltige Produktion

Entwicklung eines ganzheitlichen Vorgehensmodells zur Berücksichtigung von Aspekten des ArbeitnehmerInnen- und Umweltschutzes bei der Gestaltung von HSC-Prozessen

Burkhard Riss



PROFACTOR Produktionsforschungs GmbH
A-4400 Steyr | Austria | Wehrgrabengasse 1-5
Tel +43(0)7252/884-200 | Fax +43(0)7252/884-244
sekretariat@profactor.at | www.profactor.at



Das Projekt

Titel: „Entwicklung eines ganzheitlichen Vorgehensmodells zur Berücksichtigung von Aspekten des ArbeitnehmerInnen- und Umweltschutzes bei der Gestaltung von HSC-Prozessen“

Partner:

- **PROFACTOR:** Forschung, Projekt-Koordination
- **Piesslinger GmbH:** Industrielle Anwendung
- **TU-Wien, Inst. f. Verfahrenstechnik:** Aerosolmessung
- **AMD Linz:** Arbeitsmedizinische Betreuung
- **MOVE-Unternehmensberatung:** Arbeitspsychologie, Fragebogen, Workshop-Moderation

Ausgangssituation und Motivation

Kaffeemaschine



**High Speed Cutting (HSC) in der Fräsbearbeitung
neuartig, innovativ
aber: wenig Erfahrungswissen vorhanden**

Minimalmengenkühlschmierung (MMKS)

Beispielprozess:

Bearbeitung eines dekorativen Aluminiumteiles

Prozess innovativ, gut eingeführt, hohe Stückzahl

Hohe Anforderung an die Optimierung

Vorgehensweise

Konstituierung des Teams, Expertenworkshop

Aufnahme von Daten, Informationsflüssen und Systemeigenschaften

Planung und Durchführung von Fräsversuchen – technologische Optimierung

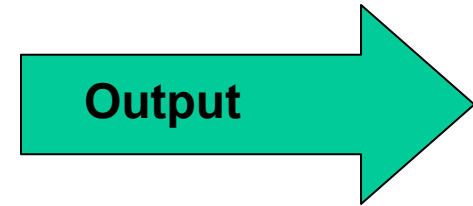
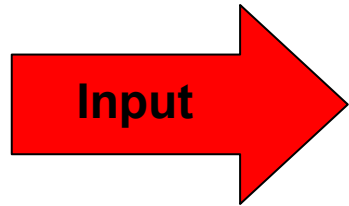
Mitarbeiter-Befragung und Mitarbeiter-Workshop: Definition des Referenzarbeitsplatzes

Implementierung und Reporting

Evaluierung der Ergebnisse, Abschluss Workshop

Modell HSC-Prozess

Ganzheitlicher Ansatz



Input (Variablen)

- Werkstückparameter
- Werkzeugparameter
- Fertigungsablauf
- KSS Typ, Menge
- Energie
- etc.

Systemeigenschaften

- Bearbeitungsmaschine
- Kühlschmiersystem
- Benutzerverhalten
- etc.

Output (Zielgrößen)

- Menge/Qualität
- Betriebsmitteleinsatz
- Abfallmenge/-qualität
- Schadstoffe, Lärm
- Qualität Arbeitsumwelt

Prozessoptimierung

Zielgrößen



Einsatz von Rohstoffen

Vermeidung von Abfallprodukten

Abfallqualität und Recyclierfähigkeit

Arbeitsbedingungen, Belastung der MA

Prozesssicherheit und Produktqualität

Produktivität

Fräsversuche 1

Planung und Durchführung

Ziel: Optimierung des Fräsprozesses mit möglichst geringem Versuchsaufwand

Parameter:

- **Kühlschmierstrategie:**

MMKS mit Öl;

MMKS mit Emulsion;

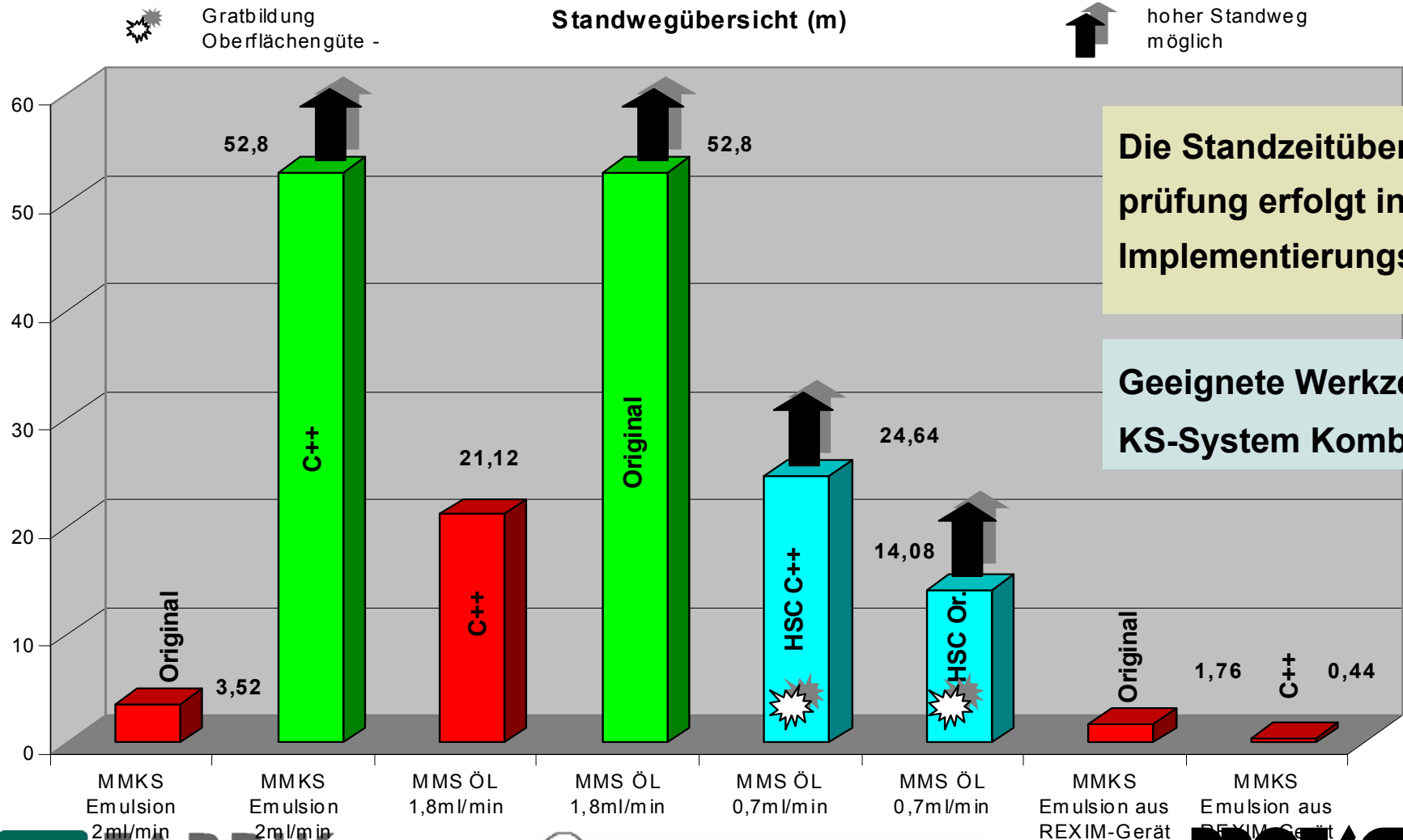
Trockenbearbeitung

- **Werkzeug/Werkzeugbeschichtung**
- **Zugeführte KSS Menge**
- **Fräsfolge im Maschinenprogramm**
- **Drehzahl**
- **Vorschub**

31 verschiedene Einstellungen wurden getestet

Fräsversuche 2

Ergebnisse: Standzeit

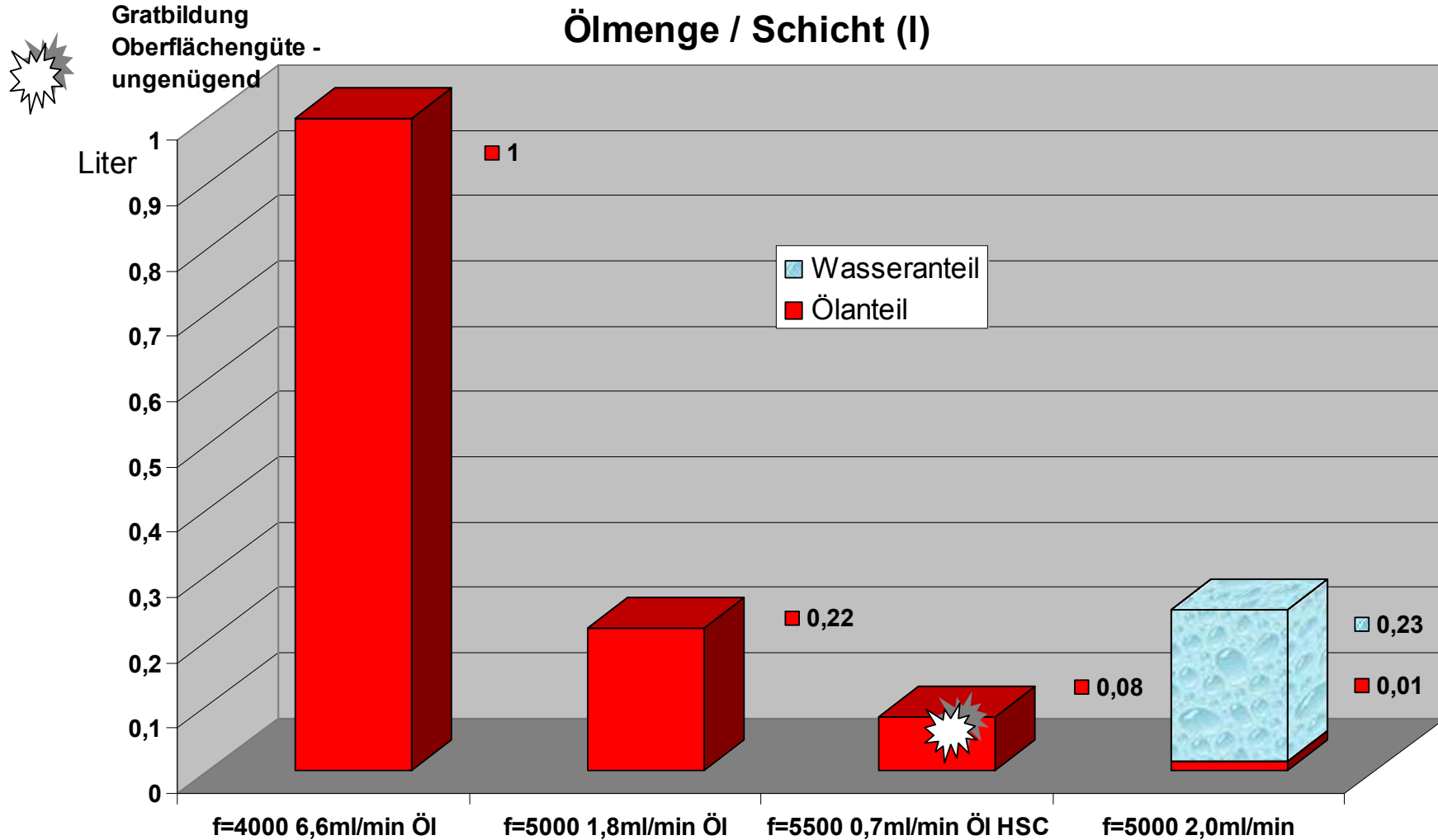


Die Standzeitüberprüfung erfolgt in der Implementierungsphase

Geeignete Werkzeug/
KS-System Kombination

Fräsversuche 3

Ergebnisse: Schmiermitteleinsparungen



Aerosolmessungen 1

Messmethode

**Messmethodik: Niederdruck-Kaskadenimpaktor ermöglicht klassierte Messung der Tröpfchen nach Größenklassen:
0 - 1 μm / 1 - 2.5 / 2.5 - 5 / 5 - 10 / 10 - 14 / 14 - 20**

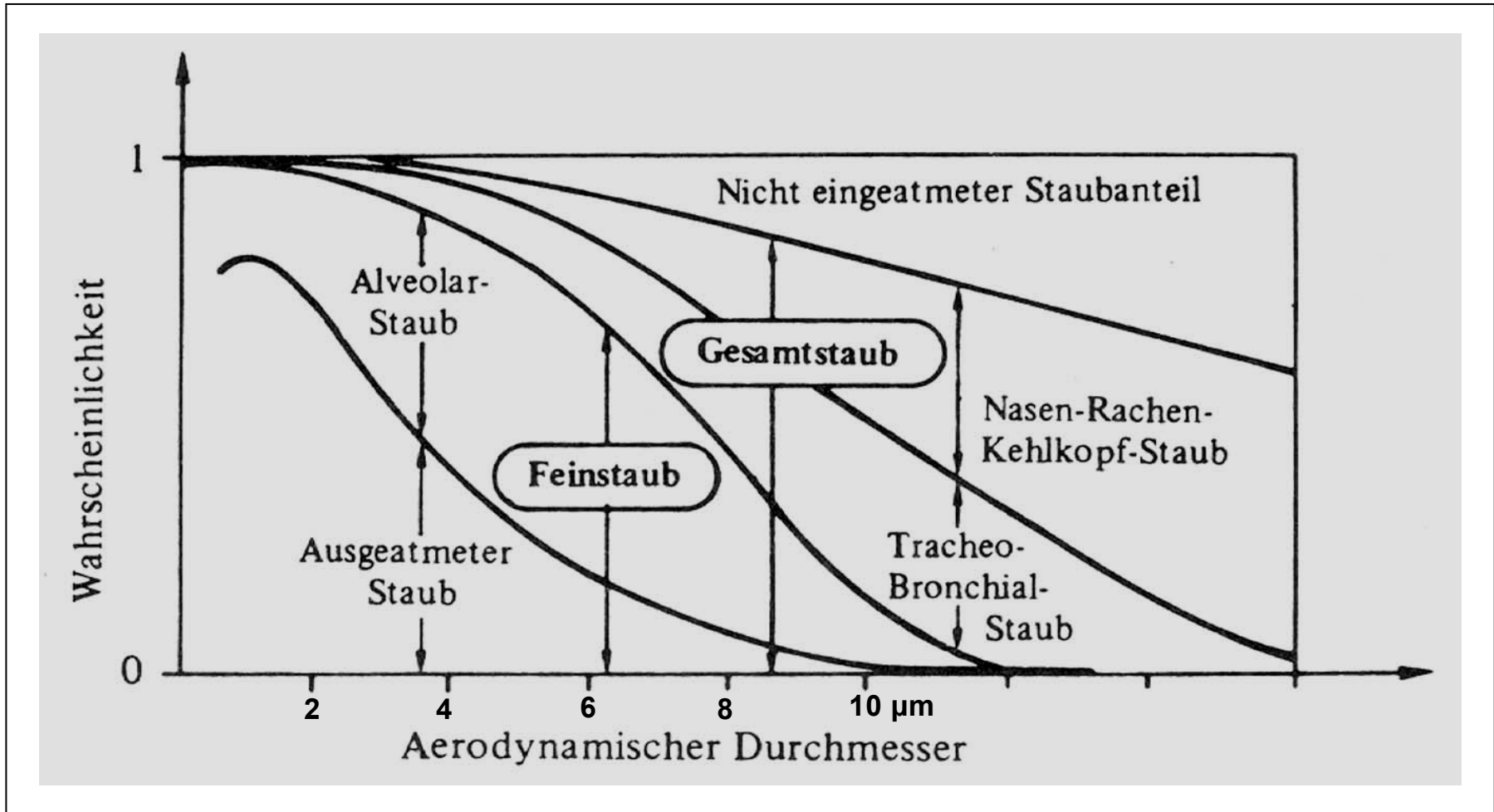
Die Feinheit gibt Auskunft über die toxikologische Relevanz: je kleiner, desto tiefer gelangen die Fremdstoffe in den Atemtrakt

Messung nach VDI 2066: Isokinetische Probenahme in strömenden Gasen durch Teilstromentnahme

Messort: Zwischen Maschinenraum und Luftfilter in einer geraden Messstrecke

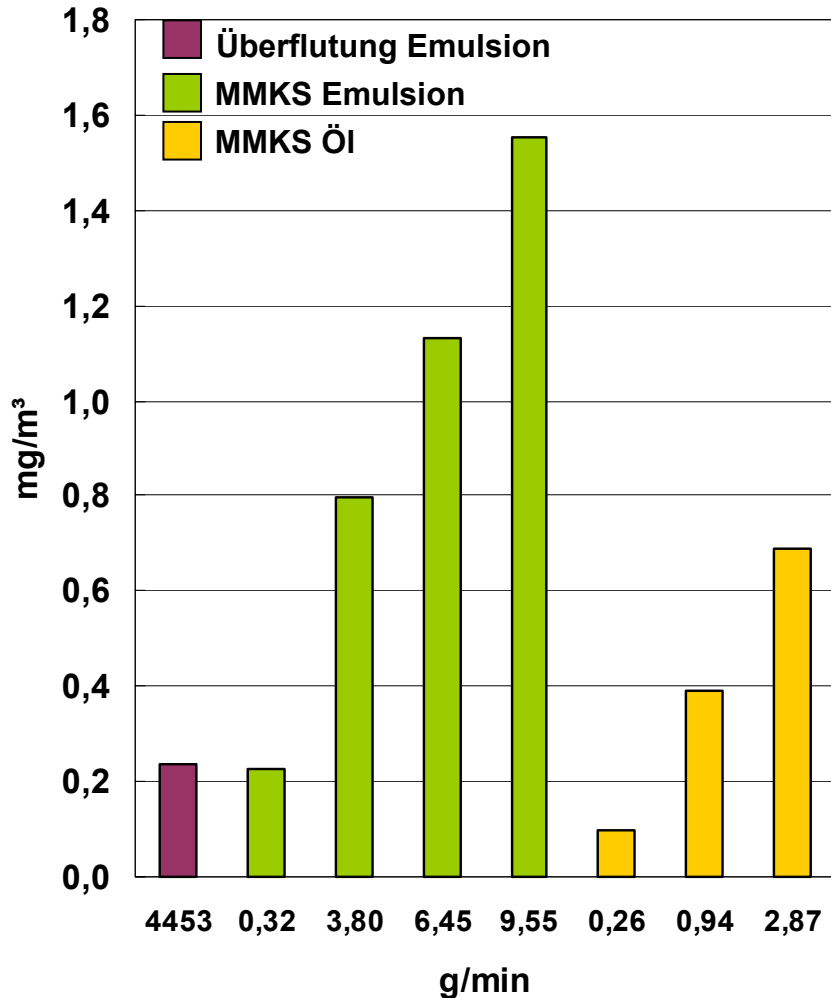
Aerosolmessungen 2

Die Lunge als Staubfilter



Aerosolmessungen 3

Ergebnisse Gesamtkonzentration



Zusammenhang zwischen KSS-Menge und Konzentration

Überflutung: KSS-Strahl wird nicht zerstäubt

Bei konsequenter Minimierung des KSS-Einsatzes kann die Emission reduziert werden

Reduzierte Emission bedingen geringeren Abscheideaufwand

Aerosolmessungen 4

Ergebnisse Partikelgrößenverteilung - „Emissionsfaktor“

Partikelgrößenverteilung: MMKS deutlich feiner wie Überflutung

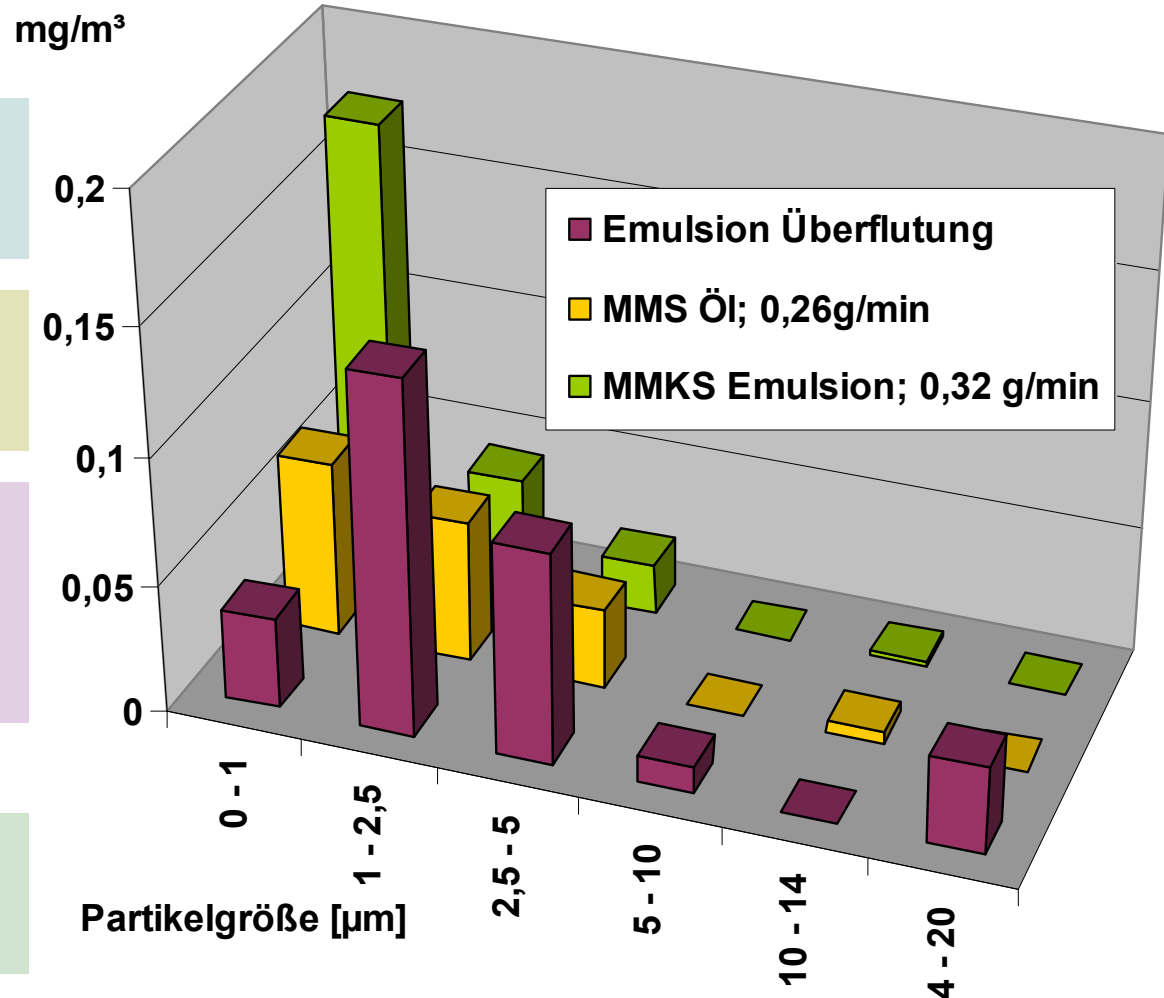
Bei MMKS Öl und Emulsion kaum Partikel > 5µm vorhanden

Medianwert x_{50} :*

MMKS Emulsion: 1,2 µm

MMS Öl und Überflutung: 2,0 µm

*Teilt die Gesamtmenge in zwei gleich große Teile



Implementierung 1

Mitarbeiterakzeptanz

MA-Befragung

Themen: Arbeitszufriedenheit, Qualität, Umweltbewußtsein

Teilnehmer: Maschinenführer, Schichtführer

Ergebnisse: + Allgemein hohes Prestige der HSC-Arbeitsplätze
+ geringer Zeitdruck
- schlechter Luft (Sprühnebel, zu heiß, Zugluft)
- Hautprobleme
- Ergonomische Schwachstellen (Beleuchtung, ...)

Diskussion der Ergebnisse in einem moderierten Workshop
Definition eines „Referenz-Arbeitsplatzes“

Implementierung 2

Maßnahmenkatalog

**Umstellung von Öl-MMKS auf Emulsion-MMKS mit neuem Sprühgerät
Verwendung des optimalen Werkzeugs, Erhöhung des Vorschubes**

**Verbesserung und individuelle Beleuchtung:
bessere Qualitäts-Kontrolle und Entlastung der Augen**

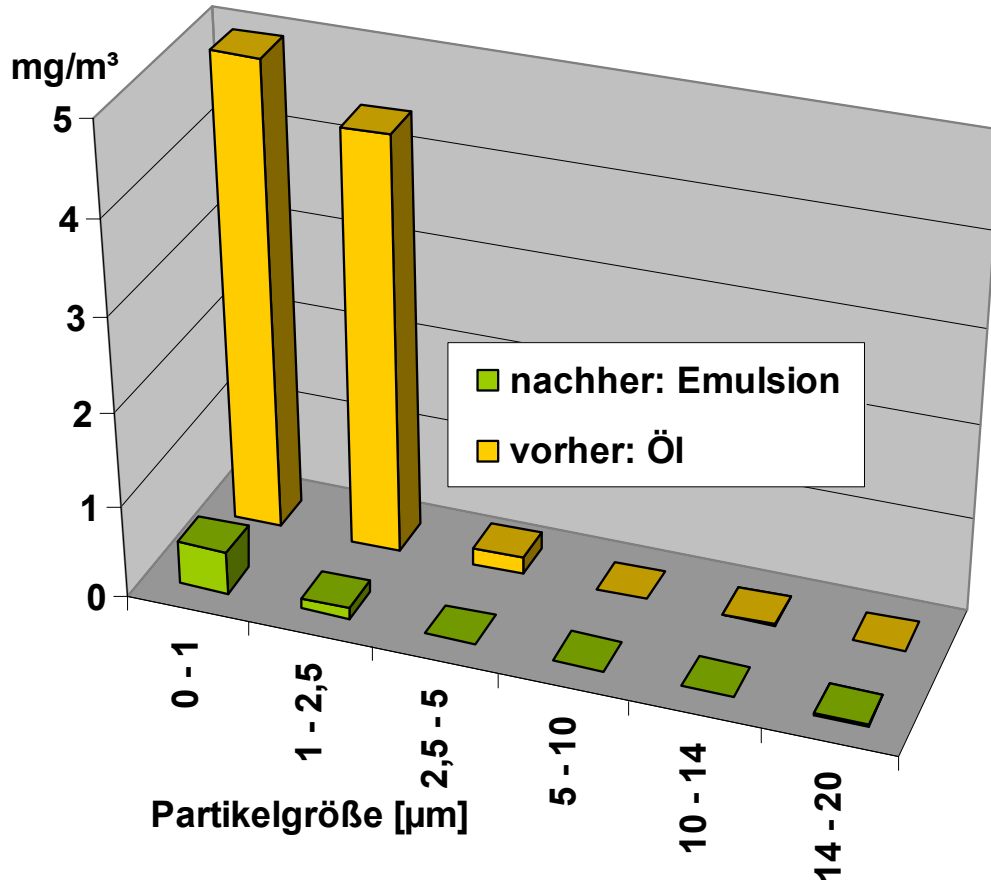
**Dämpfende Fußmatten, höhenverstellbare Paletten:
verbesserte Ergonomie**

**Organisatorische Maßnahmen: Verantwortlicher für die Filterwartung
Artikelnummer für jeden Fräsertyp (Verwechslungen)**

Implementierung 3

Ergebnisse

Vergleich vor und nach der Optimierung



Aerosolkonzentration wurde von 10mg/m^3 auf $0,6\text{mg/m}^3$ gesenkt

Werkzeug-Standweg wird erreicht

Vorschub-Steigerung um 25%

Bessere Oberflächenqualität

Späne und Werkstücke sind beinahe trocken

Maschine und Werkstück sind einfacher zu reinigen

Bisher keine Hautprobleme

Maschinenführer sind sehr zufrieden

Implementierung 4

Probleme

Technische Probleme: Sprühgerät setzt zeitweise aus, Einstellung für konstante Dosierung ist schwierig

Dem Motto „Gute Schmierung garantiert gute Qualität und hohe Standzeit“ ist schwer beizukommen. KSS-Zufuhr wird immer wieder eigenmächtig erhöht

Bei Projektabschluss noch nicht umgesetzt: bessere Absaugung und Filteraggregat

Schlussfolgerungen

Einbeziehung aller Betroffenen: Technisch-organisatorische Maßnahmen wirken nur bei gewährleisteter Partizipation und Akzeptanz der Mitarbeiter

Drastische Reduzierung des KSS-Einsatzes bei gleichbleibender Qualität ist möglich

Ganzheitlicher Ansatz ermöglicht Entwicklung zum nachhaltigen Produzieren („systemisches Denken“)

Ausblick

Nachhaltige Produktion

Entwicklungsbedarf für MMKS-System unter Verwendung von wassermischbarem KSS auf Basis nachwachsender Rohstoffe
→ derzeit laufendes FdZ-Projekt „Bio-Minimum-Lubrication“

Einreichung 3. Ausschreibung FdZ: Konzept der „Holistischen Fertigungsoptimierung“ und Implementierung in der Metallbearbeitung

Erweiterung zur „Holistischen Produktionsoptimierung“ für weitere Sparten als Beitrag und Methodik zur nachhaltigen Produktion

