

# Tribologie in transdisziplinären Settings

F. FRANEK

**Kompetenzzentrum  
für Tribologie**  
AC2T research GmbH

*Fokussiert auf  
Reibung, Verschleiß  
& Schmierstoff*

**Bertha-von-Suttner-Privatuniversität – 07.06.2023**

# TRIBOLOGIE in trans- disziplinären Settings

---

- INHALT

- ▲ Tribologie – nicht einmal ein Crash-Kurs  
Was ist es, wo ist es ?
- ▲ Tribologie transdisziplinär  
Systembegriff – psychosozialer Zwilling – Symptomatik
- ▲ Tribotechnische „Rezepte“  
Interpretation und Maßnahmen zu den Parametern  
*Beanspruchung – Reibzahlniveau –  
Relativgeschwindigkeiten – Materialpaarung –  
Start-Stopp-Betrieb*
- ▲ Lerneffekte ?  
Quintessenz – Ausblick

# TRIBOLOGIE

---

- Was man darunter versteht

*Tribologie ist überall !  
No wear is nowhere !*

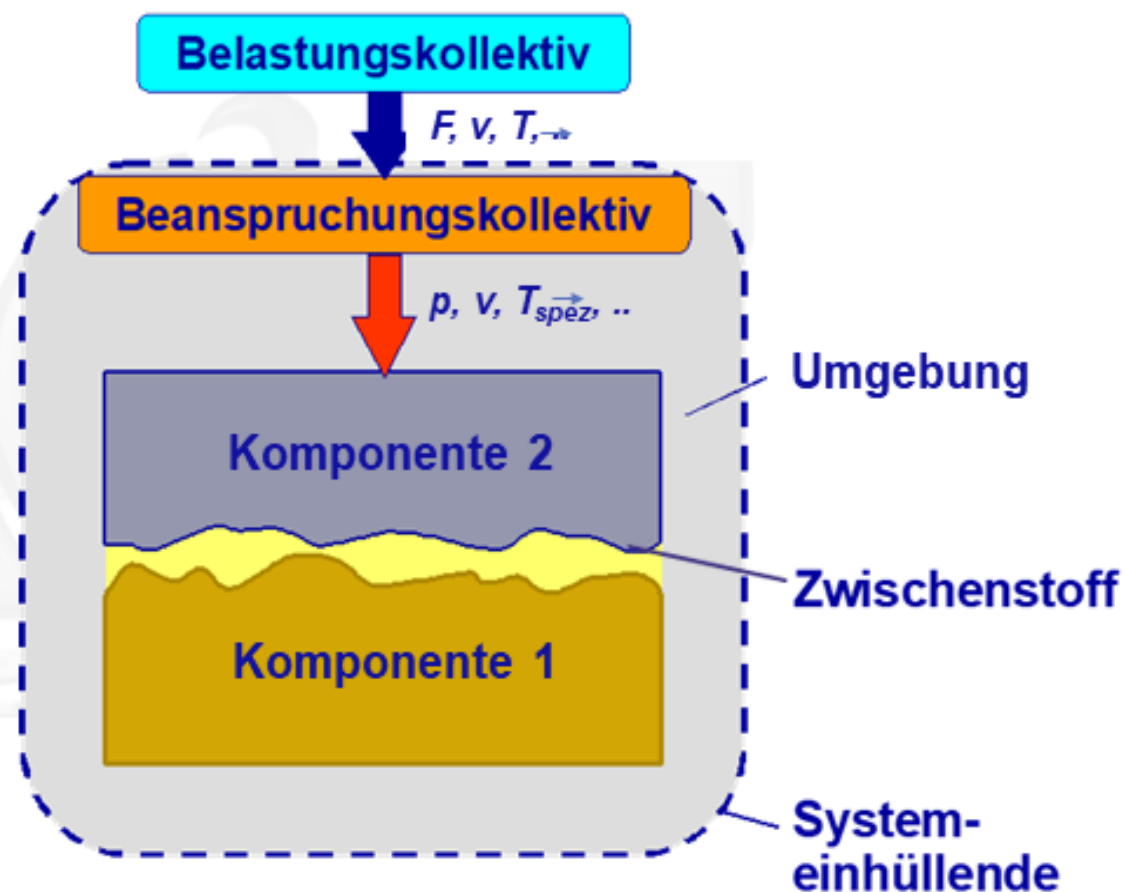
- ▲ Tribologie – nicht einmal ein Crash-Kurs  
Was ist es, wo ist es ?
- ▲ Tribologie transdisziplinär  
Systembegriff – psychosozialer Zwilling – Symptomatik
- ▲ Tribotechnische „Rezepte“  
Interpretation und Maßnahmen zu den Parametern  
*Beanspruchung – Reibzahlniveau –  
Relativgeschwindigkeiten – Materialpaarung –  
Start-Stopp-Betrieb*
- ▲ Lerneffekte ?  
Quintessenz – Ausblick

# TRIBOLOGIE

- Was man darunter versteht

*Tribologie ist überall !  
No wear is nowhere !*

## Das „klassische“ Tribosystem





# Betroffene Branchen Anwendungsfelder (1)

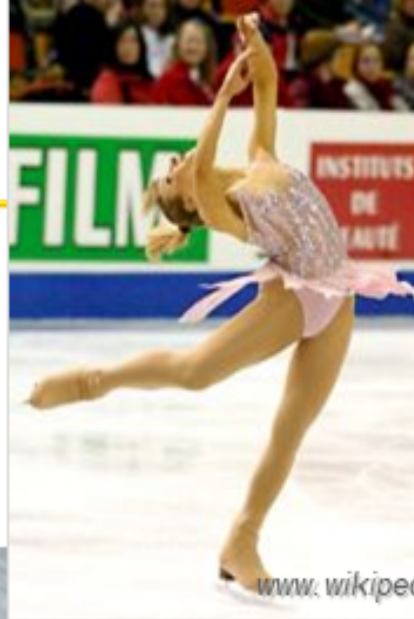


[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)



F. Franek

Verkehrswege,  
Verkehrsmittel (Schienen,  
Fahrbahnbeläge etc.)



[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)



F. Franek



Quelle: © bahnbilder.warumdenn.net



[de.wikipedia.org/wiki/Pöstlingbergbahn](http://de.wikipedia.org/wiki/Pöstlingbergbahn)



[www.f1total.com](http://www.f1total.com)

Sport –  
Technik,  
Geräte



# Betroffene Branchen Anwendungsfelder (2)



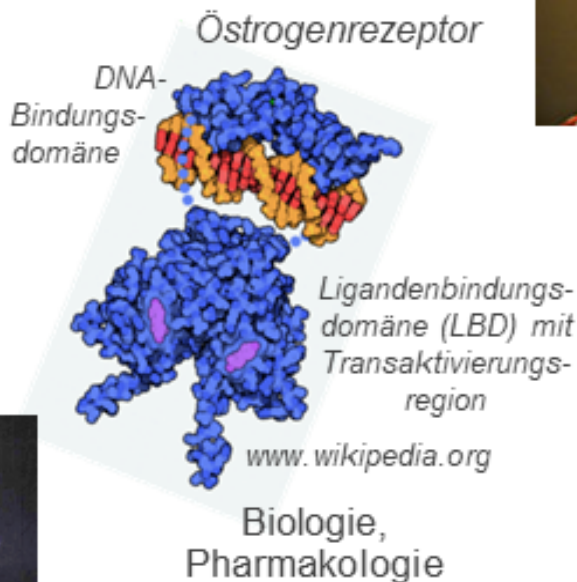
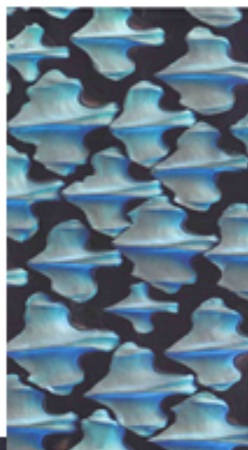
Kosmetik, Wellness



Nahrungsmittel –  
Technologie, Kulinarik



Bionik /  
Biomimetik



Implantologie,  
Medizin-  
technik



www.wh.com

# TRIBOLOGIE transdisziplinär

---

- im sozialen Gefüge

*Es reibt sich und  
verschleißt – nicht nur  
bei Maschinen*

- ▲ Tribologie – nicht einmal ein Crash-Kurs  
Was ist es, wo ist es ?
- ▲ Tribologie transdisziplinär  
Systembegriff – psychosozialer Zwilling – Symptomatik
- ▲ Tribotechnische „Rezepte“  
Interpretation und Maßnahmen zu den Parametern  
*Beanspruchung – Reibzahlniveau –  
Relativgeschwindigkeiten – Materialpaarung –  
Start-Stopp-Betrieb*
- ▲ Lerneffekte ?  
Quintessenz – Ausblick



# Der Systembegriff als Schlüssel zur transdisziplinären Betrachtung

Als Basis tribologischer Denkansätze und Methoden und deren **Übertragung in andere Gebiete** kann die allgemeine Systemlehre (**Systemtheorie**) angesehen werden (Ludwig von BERTALANFFY, 1957; General System Theory, 1976):

An Stelle der isolierten Betrachtung von Einzelphänomenen werden die Phänomene in ihrer Vernetzung (eine Menge von Elementen und deren Relation/Wechselwirkungen untereinander) beschrieben ⇒ System.

- Ein System ist begrenzt und abgrenzbar und besteht aus einem **Systemkern, Systemelementen**, dem **Zusammenwirken dieser Elemente** – innerhalb einer **Systemgrenze** – in der „Verarbeitung“ von Stoff, Energie oder Signalen.
- Die Elemente wirken derart, dass dabei ein vollständiges, sinnvolles, zweck- und zielgerichtetes Zusammenwirken in einem funktionellen Sinne erzielbar wird.
- Dem Standpunkt des Betrachters prägt, wie bzw. in welchem Umfang Aufbau und Funktionsweise eines Systems berücksichtigt werden.





# Tribologie bzw. Tribosysteme und ihr „psychosozialer Zwilling“ – Symptomatik

In „Organisationseinheiten“ (= „System“) – das beginnt bei mehr als einem Individuum, betrifft genauso Gruppen bzw. formale Gruppierungen) – kann man Effekte beobachten, die offensichtlich ähnlich zu beurteilen sind wie tribologische Probleme bei technischen (Tribo-)Systemen, wie zB

- ▀ erhebliche **Reibungswiderstände** bzw. **Reibungsverluste**
- ▀ **Abnutzung** von Personen ((nicht nur) gesundheitliche Überforderung),
- ▀ vereinzelt **„Fressverschleiß“** (überdurchschnittlicher Personaldurchsatz, etwa im Bereich der Politik, eines Sekretariates ...)

Dann ist eine **Tribosystemanalyse** der „Organisationseinheit“ angezeigt.

***Merke: Tribologie ist die Wissenschaft und Technik von „aufeinander einwirkenden Körpern in Relativbewegung“.***



# Komponenten des transdisziplinären Tribosystems im psychosozialen Umfeld

In diesem Fall sind die Komponenten („Elemente“ bzw. „Körper“) die handelnden Personen (Mitglieder der „Organisationseinheit“). In vielen Fällen hat man es mit einem **„offenen Mehrkörper-Tribosystem“** zu tun.

- Die „Beanspruchung“ ist im Wesentlichen durch herausfordernde psychische bzw. emotionale Situationen gegeben, wie **Arbeitsdruck, Erwartungen von Seiten der Familie, Gesellschaft etc.**, die Menschen wie auch Entitäten unterschiedlich verarbeiten (können).
- Die „Relativbewegung“ ergibt sich aus den **Gegensätzlichkeiten der Anforderungen, Interessen und Ziele** der betreffenden Einheiten.
- „**Innere Reibung**“ stellt sich ein, wenn die **Gegensätzlichkeiten innerhalb einer Einheit** – diesfalls etwa zwischen Sub-Systemen – wirksam werden.
- „**Äußere Reibung**“ betrifft Konflikte **zwischen unterschiedlichen Einheiten**.

# TRIBO- TECHNISCHE „REZEPTE“

---

- für den Alltag

- ▲ Tribologie – nicht einmal ein Crash-Kurs  
Was ist es, wo ist es ?
- ▲ Tribologie transdisziplinär  
Systembegriff – psychosozialer Zwilling – Symptomatik
- ▲ Tribotechnische „Rezepte“  
Interpretation und Maßnahmen zu den Parametern  
*Beanspruchung – Reibzahlniveau –  
Relativgeschwindigkeiten – Materialpaarung –  
Start-Stopp-Betrieb*
- ▲ Lerneffekte ?  
Quintessenz – Ausblick

# Von der Tribotechnik lernen ...

## Reduktion der „Beanspruchung“

**Beanspruchung = spezifische Belastung (!)**, daher also generell das **Beanspruchungsniveau** senken. Dies kann durch Beeinflussung der äußeren Bedingungen geschehen oder durch Steigerung des Leistungsvermögens des Systems bzw. der physischen und/oder der psychischen „Systemkomponenten“, somit entweder

- ▀ Belastung senken (Optimierung der „Kraftleitungsstrukturen“ ⇒ **Organisation**)  
oder
- ▀ Belastbarkeit steigern

Letzteres ist bei den verwendeten „Werkstoffen“ (= physische und psychische Struktur der handelnden Personen) oft nur (mehr) sehr beschränkt möglich!

*Trainingsmöglichkeiten zur Steigerung  
der (spezifischen) Belastbarkeit nutzen!*



<http://www.bmsblog.de/tag/training/>



# Von der Tribotechnik lernen ...

## Vergleichmäßigung der „Beanspruchung“

Zeitliche / örtliche (= personenbezogene) **Beanspruchungsspitzen** vermeiden!

im Tribosystem:      Ungleichmäßige „Druck“verteilungen

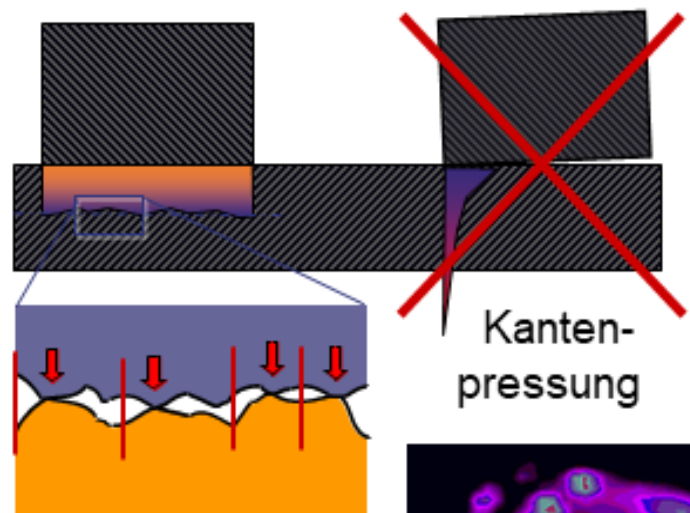
# Von der Tribotechnik lernen ...

## Vergleichmäßigung der „Beanspruchung“

Zeitliche / örtliche (= personenbezogene) **Beanspruchungsspitzen** vermeiden!

im Tribosystem:

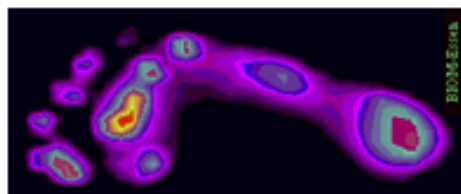
Ungleichmäßige „Druck“verteilungen



Rauheitseinfluss



Sitzfläche



<http://www.uni-due.de/~qpd800/pressimage.html>

Fußbett

# Von der Tribotechnik lernen ...

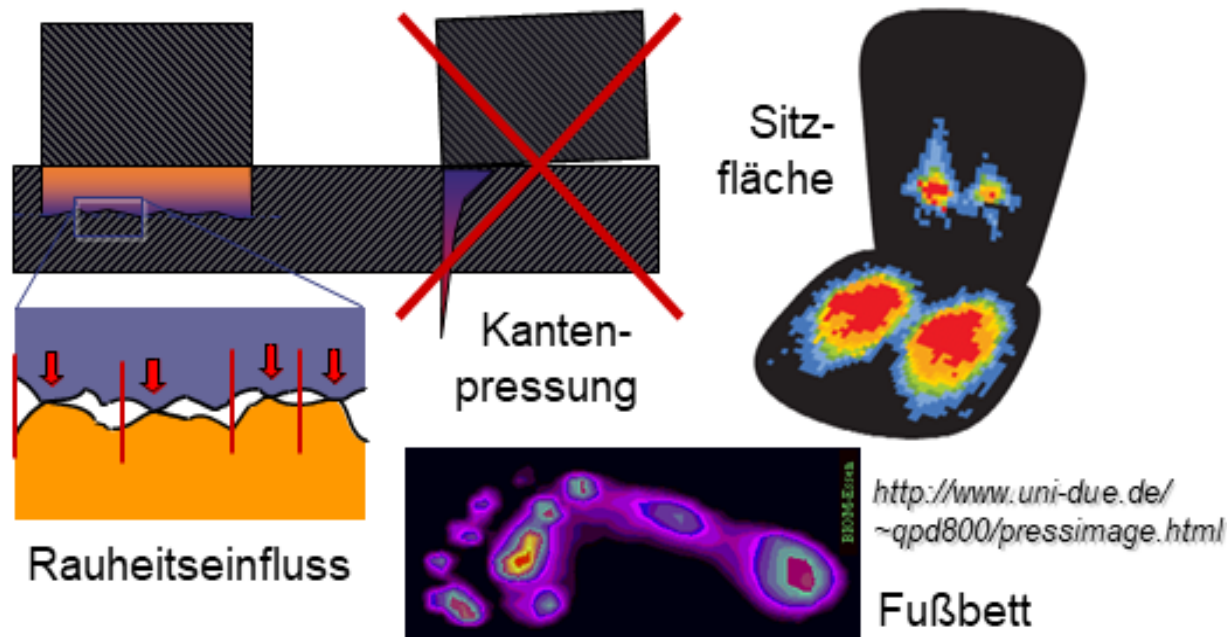
## Vergleichmäßigung der „Beanspruchung“

Zeitliche / örtliche (= personenbezogene) **Beanspruchungsspitzen** vermeiden!

im Tribosystem:

Ungleichmäßige „Druck“verteilungen

im psychosozialen Zwilling:



- Wenigstens grobe vorausschauende Planung von Projekten, Vorhaben, Reisen, Veranstaltungen etc.
- Einplanung von Infrastrukturerfordernissen (Einbindung von Zusatzpersonal, zB Kapazität für Schreib- und Graphikarbeiten, Organisationsunterstützung, Telefonate, Terminkoordination, Reiseplanung, ...)



# Von der Tribotechnik lernen ...

## Verringerung des „Reibzahlniveaus“

Einsatz von geeigneten „Zwischenstoffen“ („Schmierstoffe“, „Zwischenschichten“)

⇒ Verbesserungen in den Bereichen Interaktion / Kommunikation / Information sowie Motivation.

- ▀ Einschulung und permanente Schulung der Mitarbeiter
- ▀ Regelmäßige, auch schriftliche Informationen (ISO 9000!) über Standardabläufe (Postwesen, Strukturen der „Organisationseinheit“, der Marketingaktivitäten, des Bestellwesens u. ä.) ersparen zeitraubende Korrekturen im nachhinein
- ▀ Kompakte, jedoch klare und im wesentlichen vollständige Informationen im Zusammenhang mit konkreten Aufgaben (Auftragssituation, Projekte etc.)
- ▀ durch „Rückkopplung“ sicherstellen, dass die Aufgabenstellung richtig verstanden wurde
- ▀ Konsequenz und Unmittelbarkeit im Handeln (⇒ persönliches Gespräch),
  - ▲ bei Beanstandungen (Ärger!) und notwendigen Korrekturen,
  - ▲ wie auch bei der Anerkennung von Leistungen
- ▀ Klare, einvernehmliche und verbindliche Regelungen im Zusammenhang mit Aufgabenbeschreibungen, aber auch z. B. von Mehrleistungen bzw. Qualifikationszulagen



# Von der Tribotechnik lernen ...

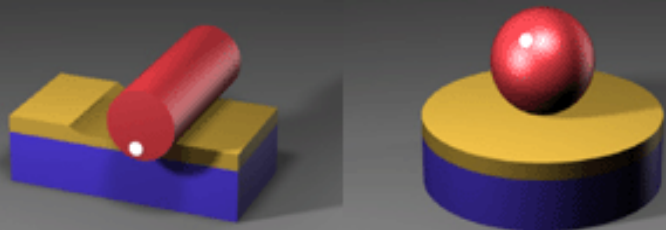
## Optimierung der „Relativgeschwindigkeiten“

Relativgeschwindigkeiten bedeuten Reibungs**arbeit** ( $\Rightarrow$  **Energieeinsatz**)! Im sozialen Umfeld entspricht dies Gegensätzlichkeiten (zB Weltanschauung, religiöse oder politische Überzeugungen) und unterschiedlichen Zielen

$\Rightarrow$  **Konfliktpotenziale durch Optimierung der „Relativgeschwindigkeiten“ entschärfen!**

Im Tribosystem ist die Relativkinematik entscheidend für den Energieumsatz (Reibungsverluste)! Ein Schmierfilm trennt – geschwindigkeitsabhängig (!) – die Reibflächen.

<http://www.werner-stehr-tribologie.com/>



Gleit-/Wälzreibung

Bohrreibung



Im einem Stau können Relativgeschwindigkeiten buchstäblich ein Problem darstellen!



# Von der Tribotechnik lernen ...

## Optimierung der „Relativgeschwindigkeiten“

Beispiele für Konfliktpotenziale aus unterschiedlichen Systemkonstellationen:

- ▀ **Berufliche Anforderungen** *versus* **persönliche Fähigkeiten bzw. Leistungsfähigkeit**  
 Typische Problemfälle: Verstärkter Einsatz für i. a. ungeliebte Routineaufgaben mit geringem Anspruch an Kreativität
- ▀ **Verantwortlichkeit** *versus* **Gestaltungsmöglichkeiten**  
 Typische Problemfälle: unklare, wechselnde Strukturen, Leistungserwartungen ohne Kompetenz
- ▀ **Kernaufgaben** *versus* **Finanzierungsbasis**  
 Typische Problemfälle: unklare, wechselnde Strukturen, Leistungserwartungen ohne Kompetenz
- ▀ **Strategische Erfordernisse einer „Organisation“** *versus* **Persönliche Ziele bzw. Interessen**  
 Typische Problemfälle: Dynamische Anpassungen einer Unternehmensstrategie laufen gegen eine fachliche, familiäre bzw. Karriere-Planung
- ▀ **Berufliche (und nebenberufliche) Inanspruchnahme** *versus* **soziale Verpflichtungen (Familie, Freundeskreis, Fitness, Vereine etc.)**  
 Berufliches Investment bringt nicht die gewünschte/geplante „Rendite“



# Von der Tribotechnik lernen ...

## Optimierung der „Materialpaarung“

Dem **Eigenschaftsprofil** von Werkstoffen entspricht das Persönlichkeitsprofil von handelnden Personen sowie von Organisationseinheiten ⇒ **Einsatzspezifische Auswahl bzw. Optimierung:**

- ▀ Auf geeignete Abstimmung der im Kontakt befindlichen „Werkstoffe“ (s. o.) achten
- ▀ Miteinander verträgliche Kombinationen (Personen) einsetzen
- ▀ Kombination zähelastisch/zähhart ist zumeist besser als hart/hart oder hart/weich
- ▀ Elastisch-plastische Verformbarkeit ermöglicht Toleranz bei „Kantenpressung“ und anderen Störungen (zB „Oberflächenspitzen“, „Abrasive“)
- ▀ Einsatz robuster (fehler toleranter) Kombinationen mit fehlerabschwächender Rückkopplung
- ▀ Vermeidung des Aufschaukelns von Störungen mit der Gefahr von instabilen Verschleißprozessen



# Von der Tribotechnik lernen ...

## Vermeidung von „Start-Stopp-Betrieb“

Der „Anlauf“ für Komponenten in einem Tribosystem muss ungünstige Reibungszustände überwinden und ist daher deutlich verschleißintensiver! Dies gilt ebenso im sozialen Bereich, wie im Berufsleben, Organisationen etc. ⇒ **Nicht ständig neu beginnen!**

- ▀ Angemessene Kontinuität in Tätigkeiten, Arbeitsbläufen etc., nach Möglichkeit auch in den Personen (**Never change a winning team!**)
- ▀ Konsequente Personalplanung mit klaren Verantwortlichkeiten
- ▀ Konzentration auf wenige Projekte in kürzerer Zeit  
(paralleles Arbeiten ⇒ serielles Arbeiten)
- ▀ Effizienzsteigerung durch Verminderung der immer wieder erforderlichen Einarbeitszeit

# LERN- EFFEKTE ?

---

- Resümee und  
Ausblick

- ▲ Tribologie – nicht einmal ein Crash-Kurs  
Was ist es, wo ist es ?
- ▲ Tribologie transdisziplinär  
Systembegriff – psychosozialer Zwilling – Symptomatik
- ▲ Tribotechnische „Rezepte“  
Interpretation und Maßnahmen zu den Parametern  
*Beanspruchung – Reibzahlniveau –  
Relativgeschwindigkeiten – Materialpaarung –  
Start-Stopp-Betrieb*
- ▲ **Lerneffekte ?**  
**Quintessenz – Ausblick**



# Die Quintessenz ?

## Analogien (– in beiden Richtungen ?)

Hinsichtlich Beanspruchungen und Problemvermeidung (-abminderung) lassen sich Ähnlichkeiten finden zwischen tribologischen und sozialen Systemen.

- Bei sozialen Gruppierungen, Organisationen etc. können **analoge Effekte** beobachtet werden, wie sie aus tribotechnischen Systemen bekannt sind  $\Rightarrow$  **Reibung und Verschleiß**.
- Die aus der Tribologie/Tribotechnik bekannten **Grundrezepte der Systemoptimierung** lassen sich auf soziale Systeme bzw. den zwischenmenschlichen Bereich übertragen.

Es liegt nahe, bekannte Herangehensweisen der Tribotechnik (**Analyse** bzw. **Diagnose, Therapie, Prophylaxe** – und leider bisweilen auch der **Pathologie**) transdisziplinär für die Bewältigung zwischenmenschlicher „Beanspruchungssituationen“ – auf verschiedenen Ebenen – anzuwenden.

Der Tribologe fragt sich:

- Wären psychologische Erkenntnisse sowie Leitsätze des Managements in **Umkehrung der Analogie** (soziales System  $\Rightarrow$  Tribosystem) u. U. für tribotechnische Aufgabenstellungen von Interesse?



Tribotechnisch optimierte  
Ernährung zur Vermeidung  
zwischenmenschlicher  
Reibungsverluste



Technische und  
psychosoziale  
Tribologie  
in „Personalunion“

**Vielen Dank  
für Ihre  
Aufmerksamkeit !**

# ENDE

- 
- Das war's !





# Danke und ...

# ... bis bald, vielleicht im Exzellenzzentrum für Tribologie !

**Standort Wiener Neustadt**

Viktor-Kaplan-Straße 2/C  
2700 Wiener Neustadt

+43 (0) 2622 81600  
office@ac2t.at

---

**Standort Linz**

Hafenstraße 47-51  
4020 Linz

+43 (0) 2622 81600-400  
office@ac2t.at

All information in this publication and all further technical advice is based on our present knowledge. However, they imply no liability or other legal responsibility on our part, including with regard to existing third party intellectual property rights, especially patent rights including copyrights, trademarks and designs. In particular, we cannot give any warranty, either express or implied, or guarantee product properties or technical safety. We reserve the right to make any changes according to technological progress or further developments. The performance of products described herein should be verified by each user. All tests and trials which are to be carried out by qualified persons. Suggestions for uses or applications are only opinions. Reference to trade names used by other companies is neither a recommendation, nor does it imply that similar products cannot be used.