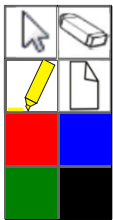


Materialien für Implantate

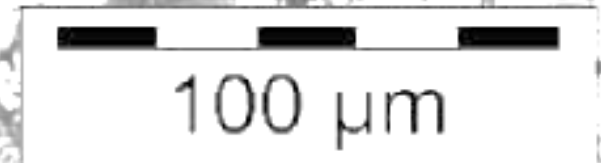
WS 2017/2018

Michael Seidenfuß



5 Korrosion

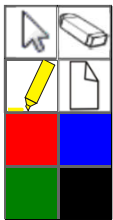
- 5.1 Definition
- 5.2 Korrosion metallischer Werkstoffe

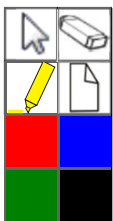
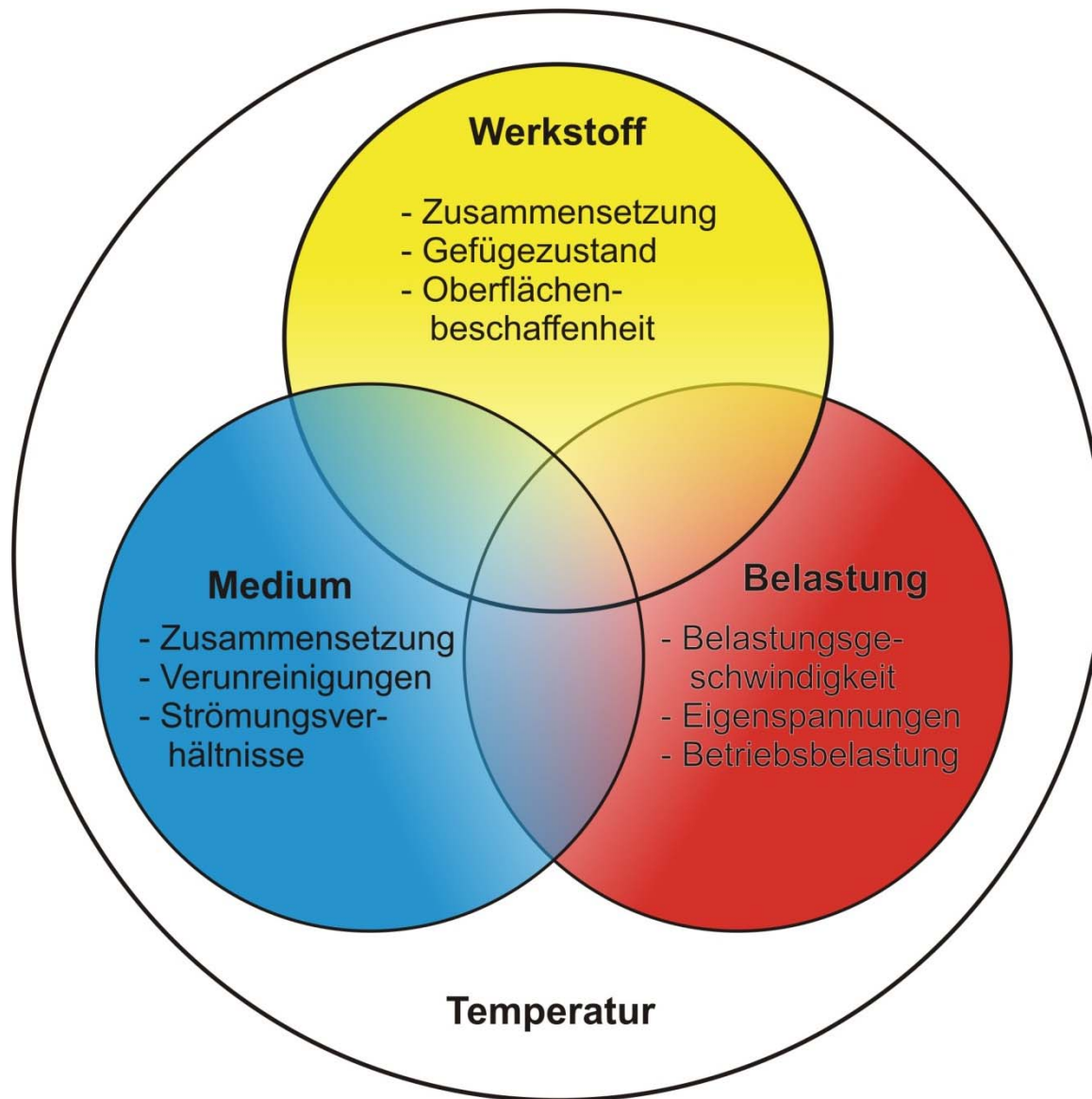


http://www.hzg.de/imperia/md/content/gkes/presse/medizin_2.pdf

Korrosion ist allgemein **definiert** als:

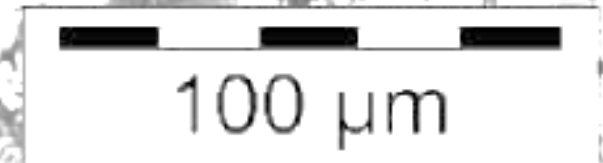
Die unerwünschte, von der Oberfläche ausgehende chemische, physikalisch-chemische oder elektrochemische Reaktion eines Werkstoffes mit seiner Umgebung, die mit einem Schädigungsprozess ausgehend von der Oberfläche verbunden ist.





5 Korrosion

- 5.1 Definition
- 5.2 Korrosion metallischer Werkstoffe
 1. Grundlagen zur Korrosion in wässrigen Medien
 2. Korrosionsarten

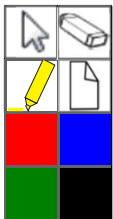


Elektrochemische Korrosion an Metallen entsteht, wenn

ein Elektrolyt und

- mindestens 2 unterschiedlich edle Metalle
- unterschiedliche Werkstoffzustände
- ein Konzentrationsgradient im Elektrolyten
- ...

vorliegen.



Metall in Metallsalzlösung

Säurekorrosion

Sauerstoffkorrosion



Elektronenabgabe
Anodische Reaktion
Oxidation



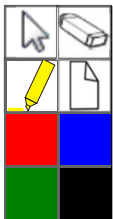
Elektronenaufnahme



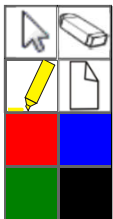
Kathodische Reaktion

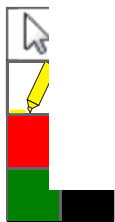
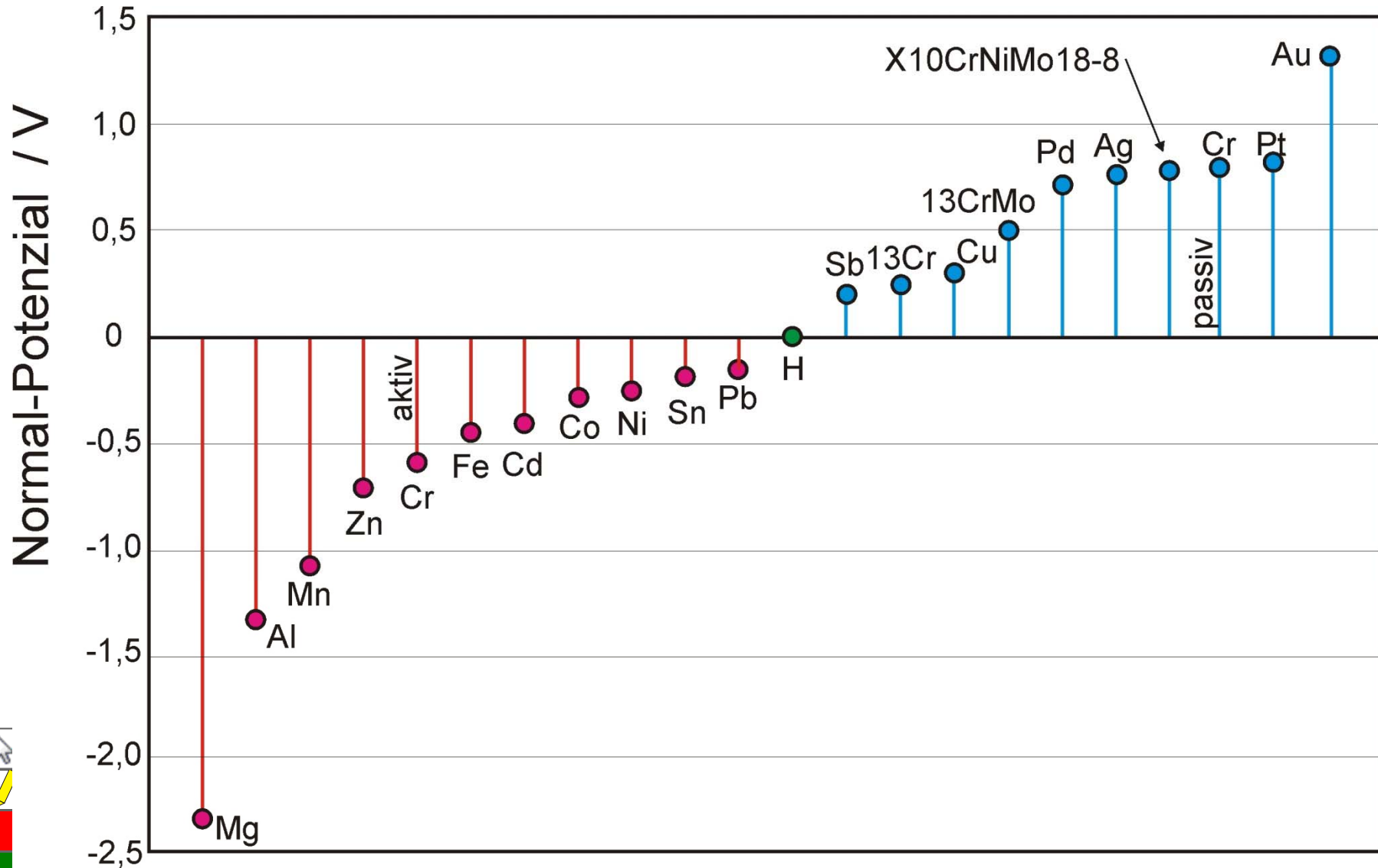


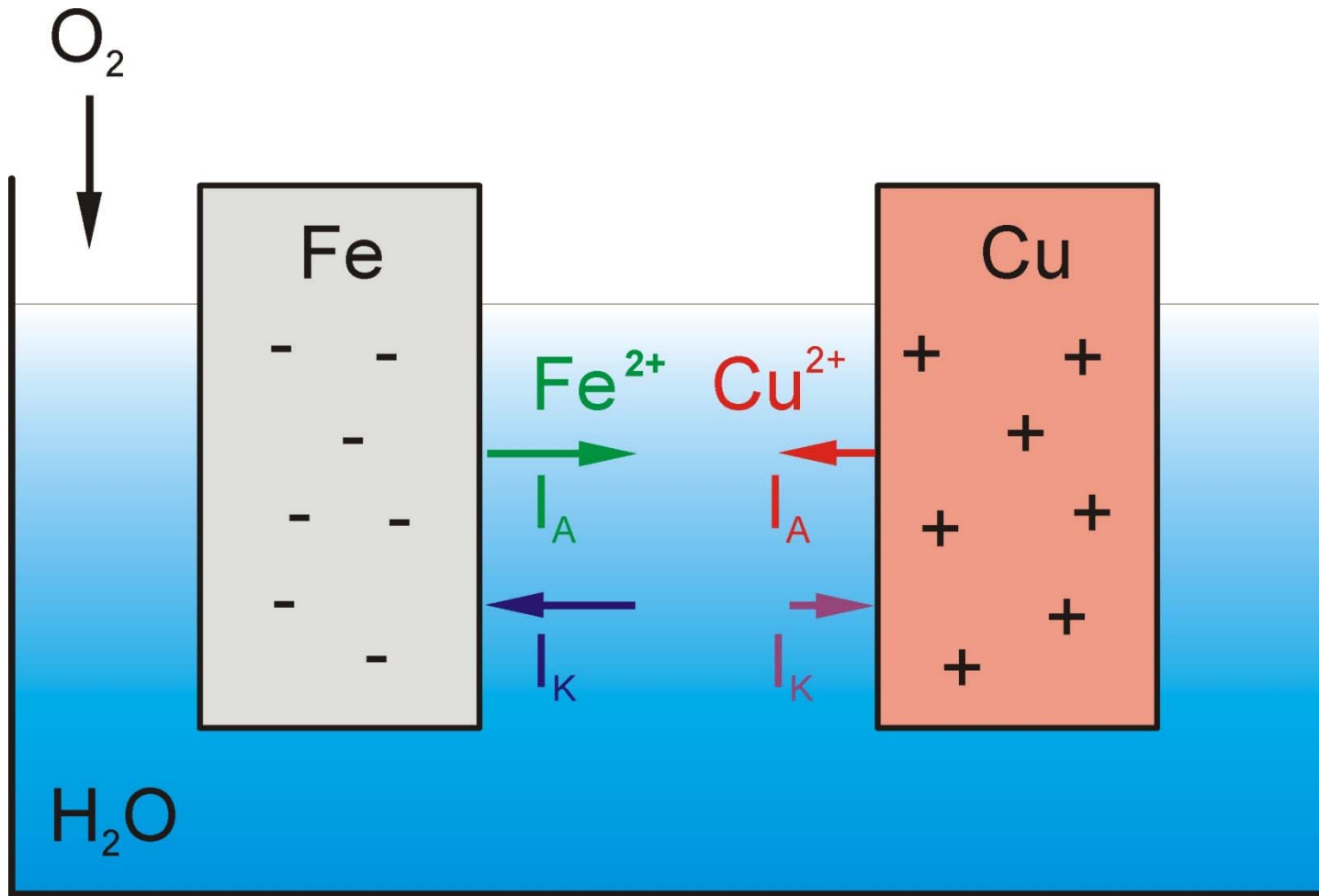
Reduktion



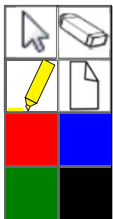
Kontaktkorrosion von Amalgam und Gold

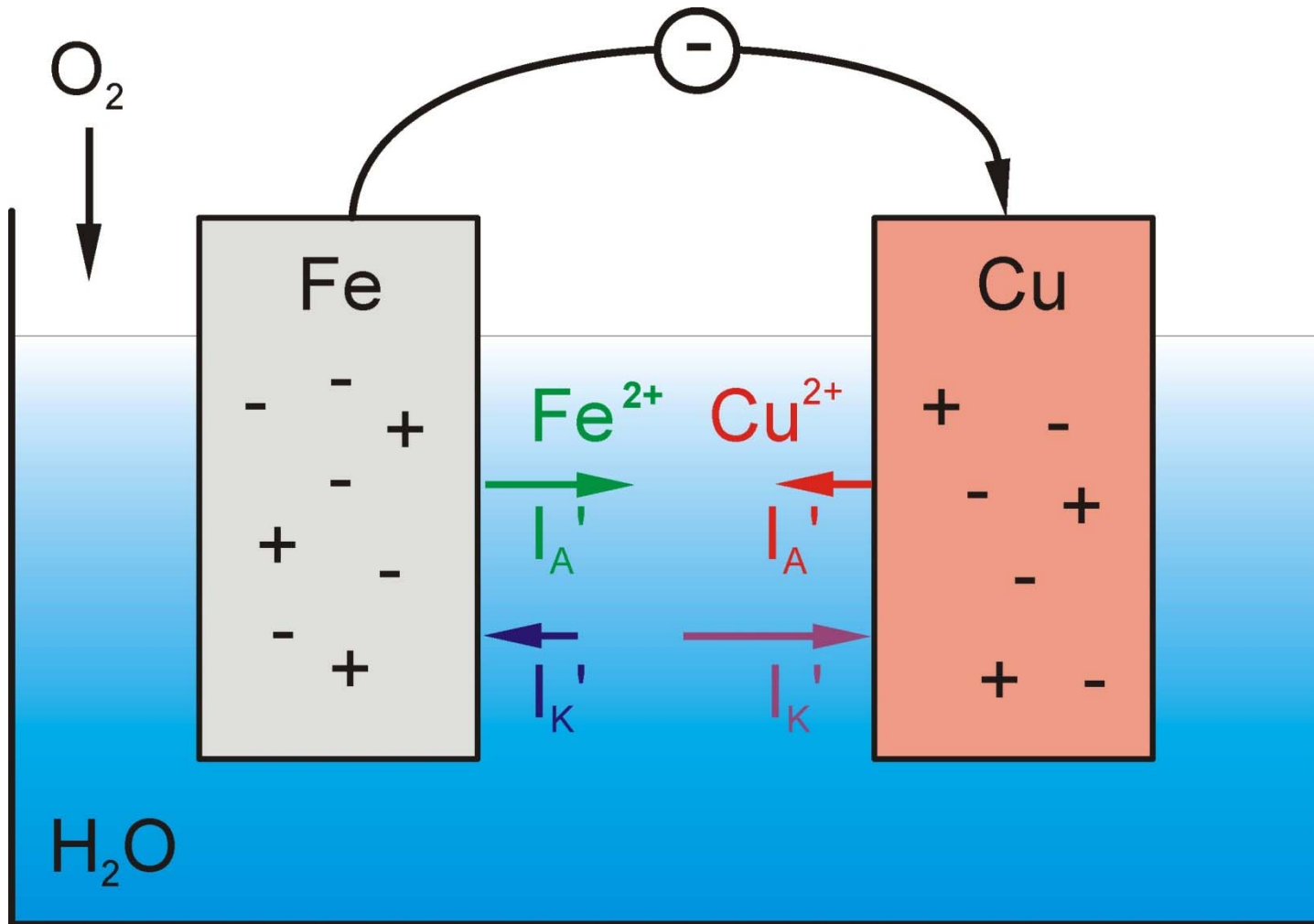




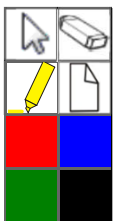


$$I_A = I_K \quad \text{und} \quad I_A = I_K$$



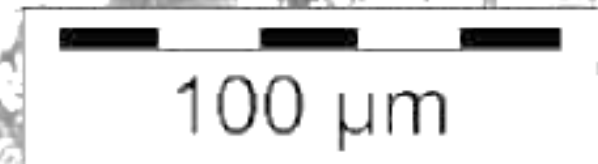


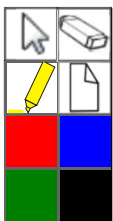
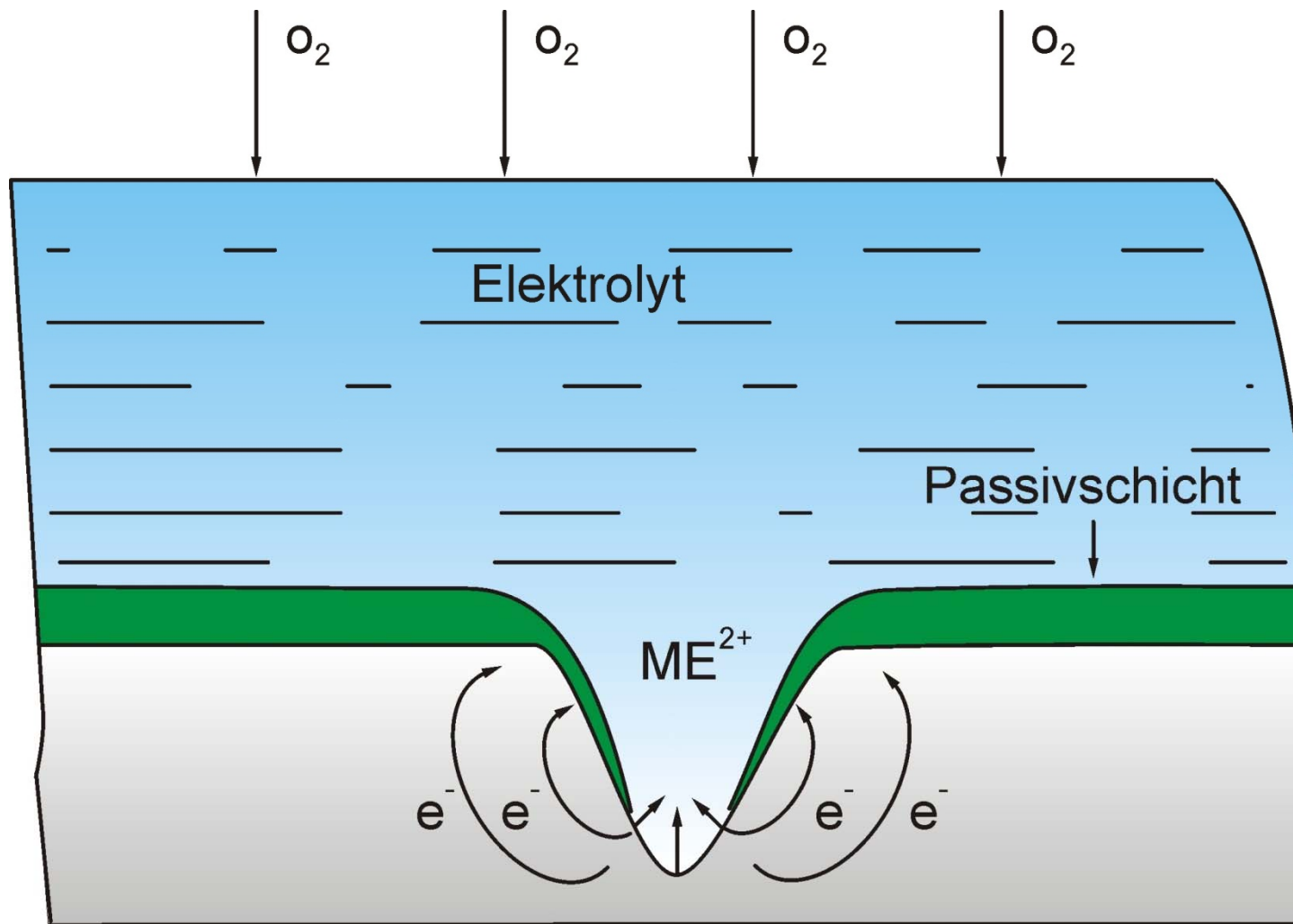
$$I_A' + I_A' = I_K' + I_K'$$

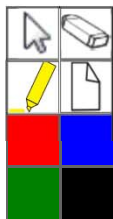
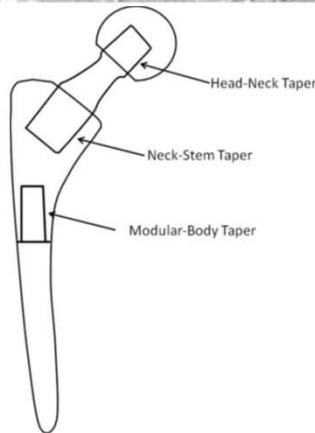
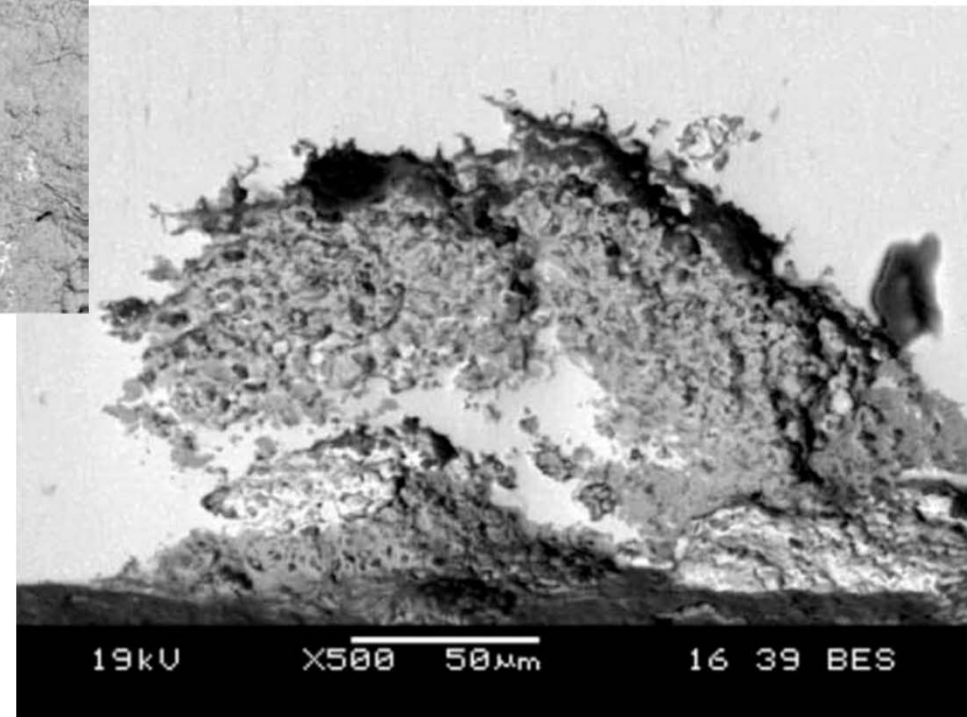
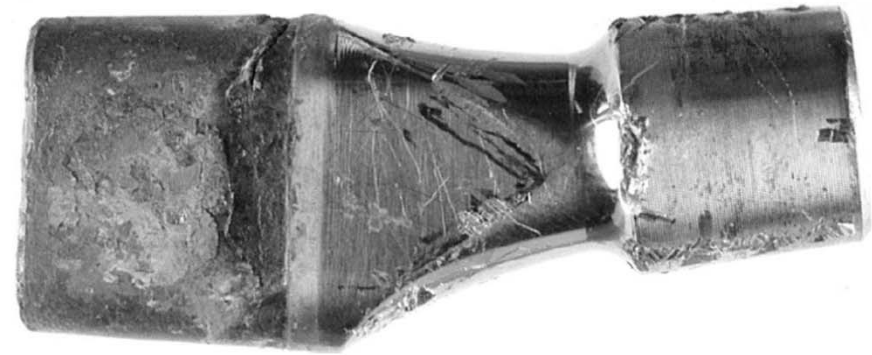
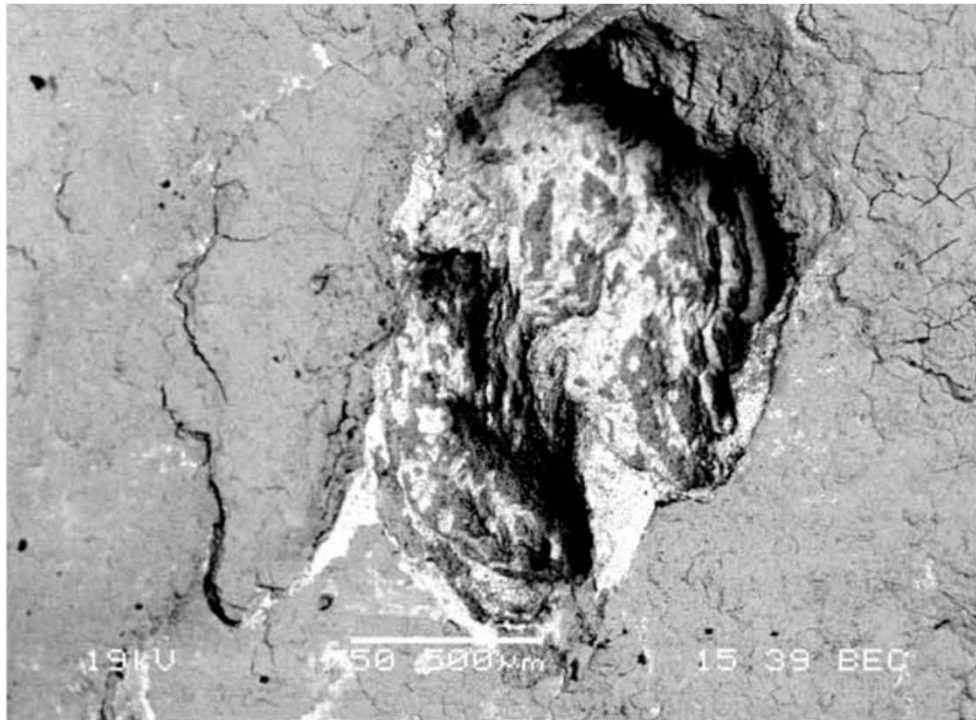


5 Korrosion

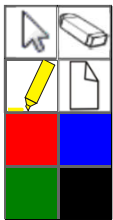
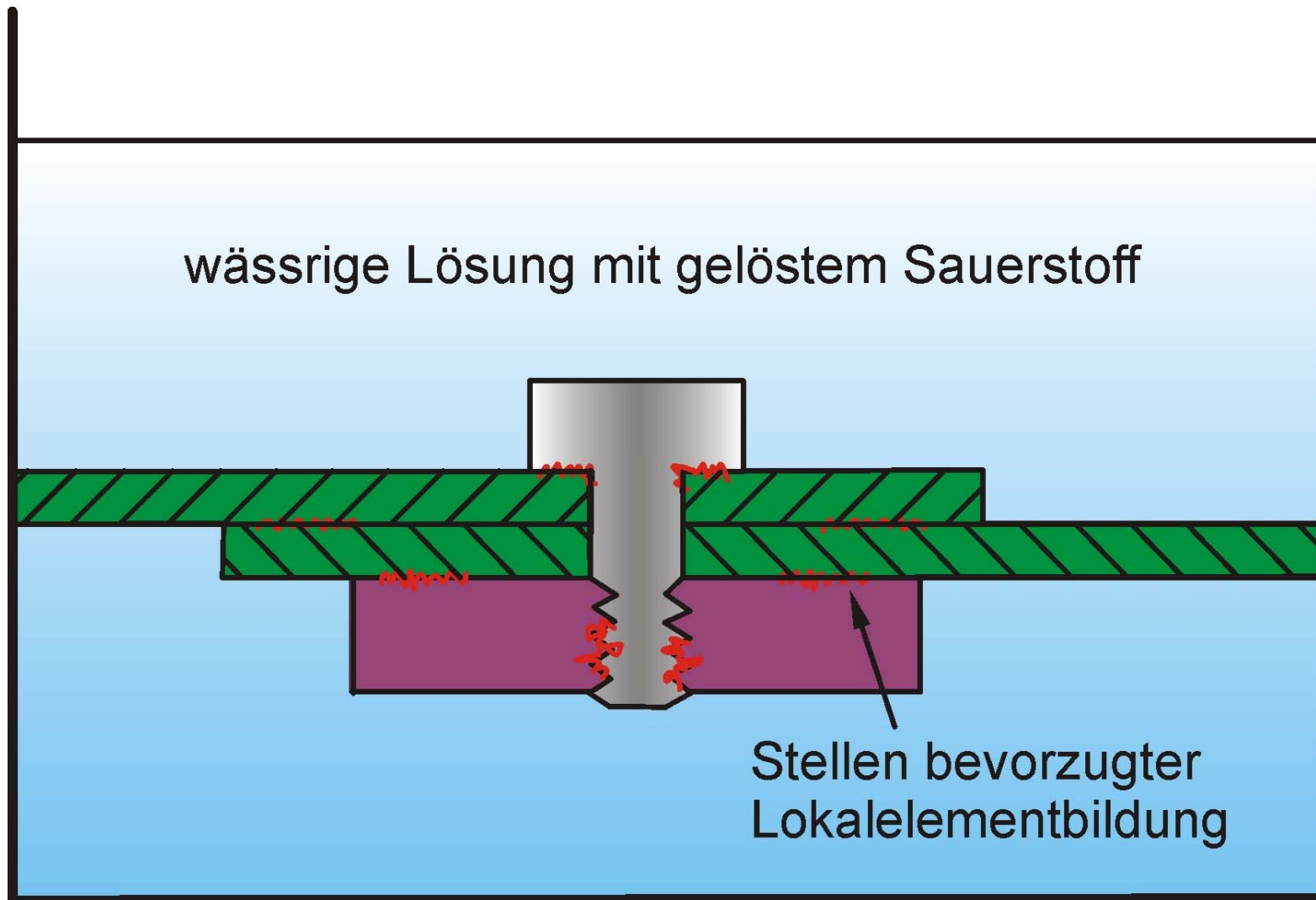
- 5.1 Definition
- 5.2 Korrosion metallischer Werkstoffe
 1. Grundlagen zur Korrosion in wässrigen Medien
 2. Korrosionsarten



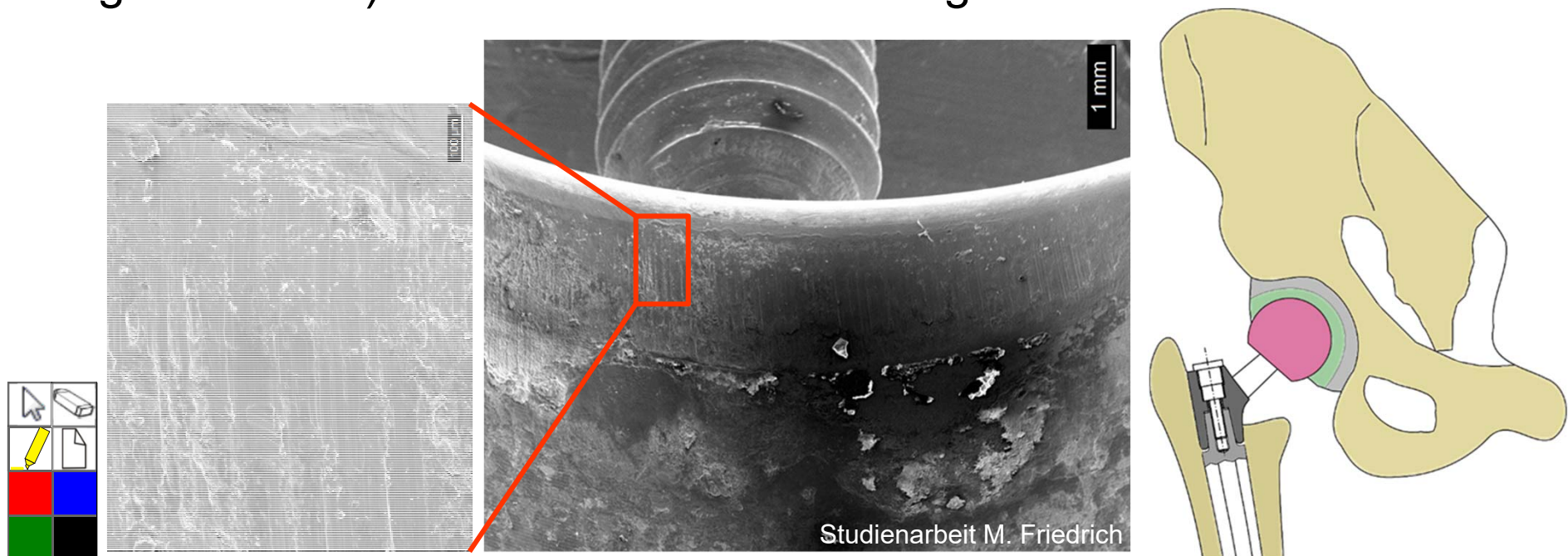


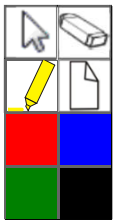
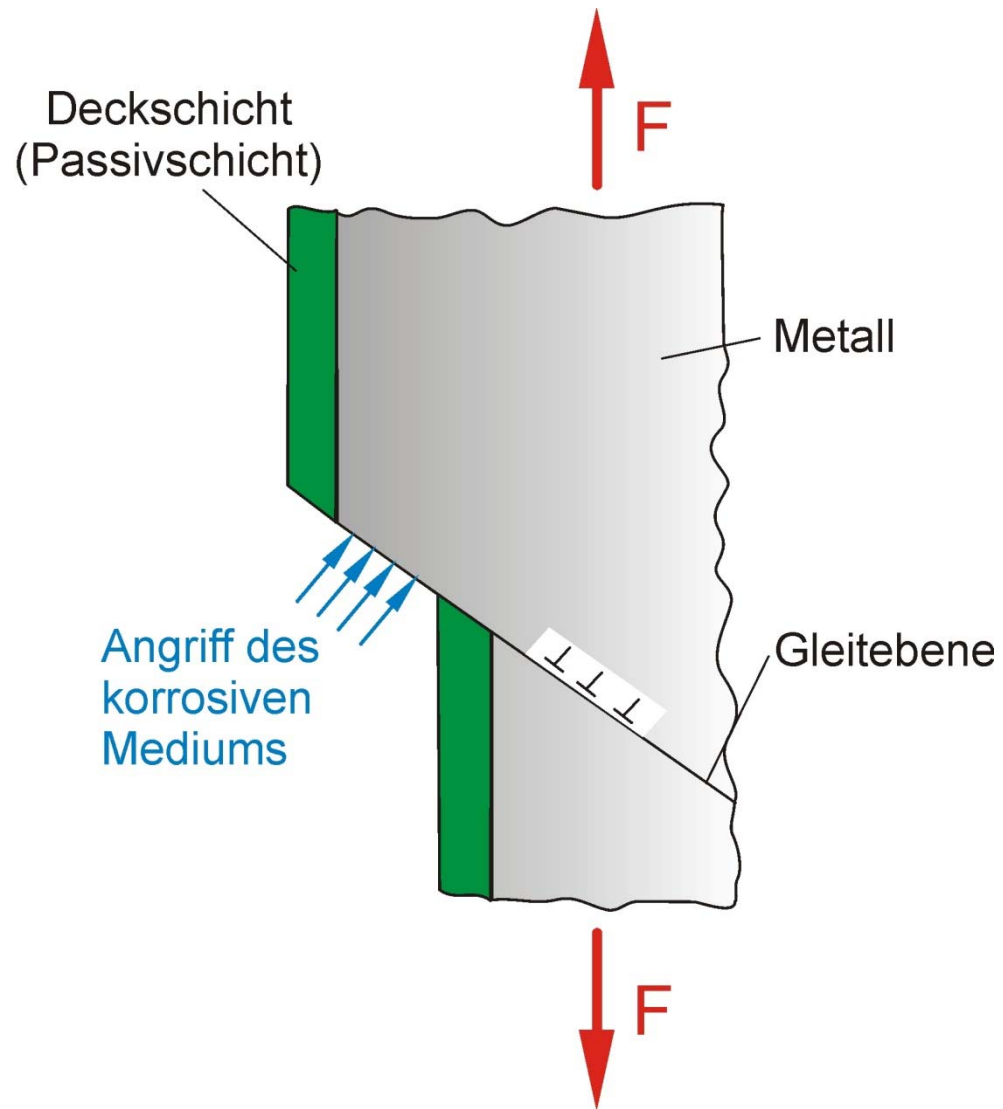


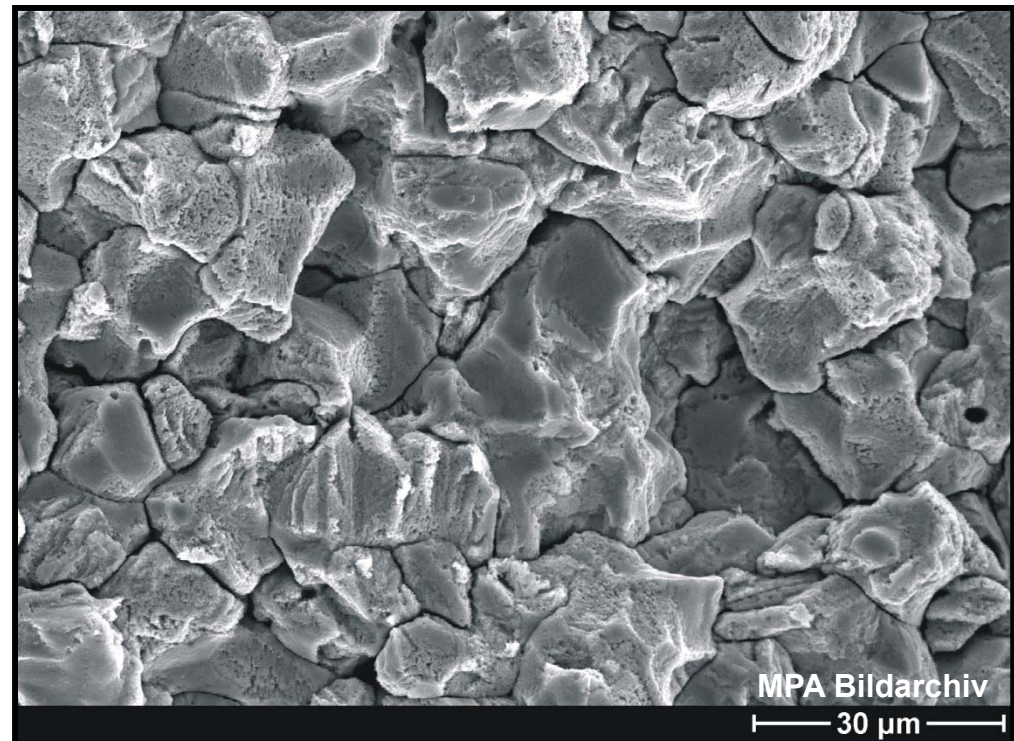
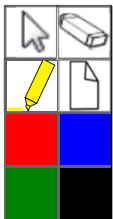
Quelle: Gilbert JL, Mali S, Urban RM, Silverton CD, Jacobs JJ. 2012. In vivo oxide-induced stress corrosion cracking of Ti-6Al-4V in a neck-stem modular taper: Emergent behavior in a new mechanism of in vivo corrosion. J Biomed Mater Res Part B 2012;100B:584–594.



- Metall- Metall Gleitpaarungen, modulare Implantate und Verschraubungen
- Durch den Reibkontakt werden kleine Metallpartikel ($0,1 - 1\mu\text{m}$) aus der Oberfläche herausgerissen
- Lokale Zerstörung des Passivfilms führt zur beschleunigten Korrosion
- Titan ist reibkorrosionsanfällig (schlechte tribologische Eigenschaften). Tritt aber auch bei Co-Leg. und Austeniten auf.









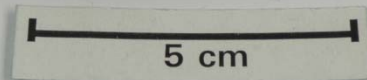
6 Tribologische Beanspruchung

- 6.1 Problematik
- 6.2 Verschleißarten und Verschleißmechanismen
- 6.3 Beispiele tribologischer Systeme

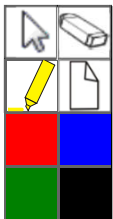
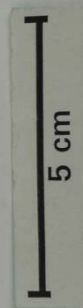
http://edoc.ub.uni-muenchen.de/8240/1/Unterer_Nadine.pdf

20 μm

Institut für Fertigungstechnologie keramischer Bauteile (IFKB)



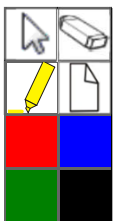
Institut für Fertigungstechnologie keramischer Bauteile (IFKB)



Definition : Verschleiß

Werkstoffabtrag an der Oberfläche unter überwiegend mechanischer Einwirkung, d.h. unter Einwirkung von Kräften und Relativbewegungen.

Verschleißmechanismen werden anhand eines **tribologischen Systems** (**Reibsystem**) beschrieben, welches einerseits aus Sicht der Energieumsetzung durch Reibung und andererseits aus Sicht des Werkstoffabtrags betrachtet werden muss.

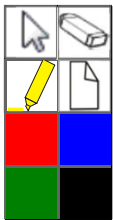


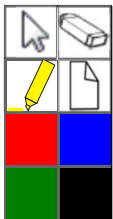
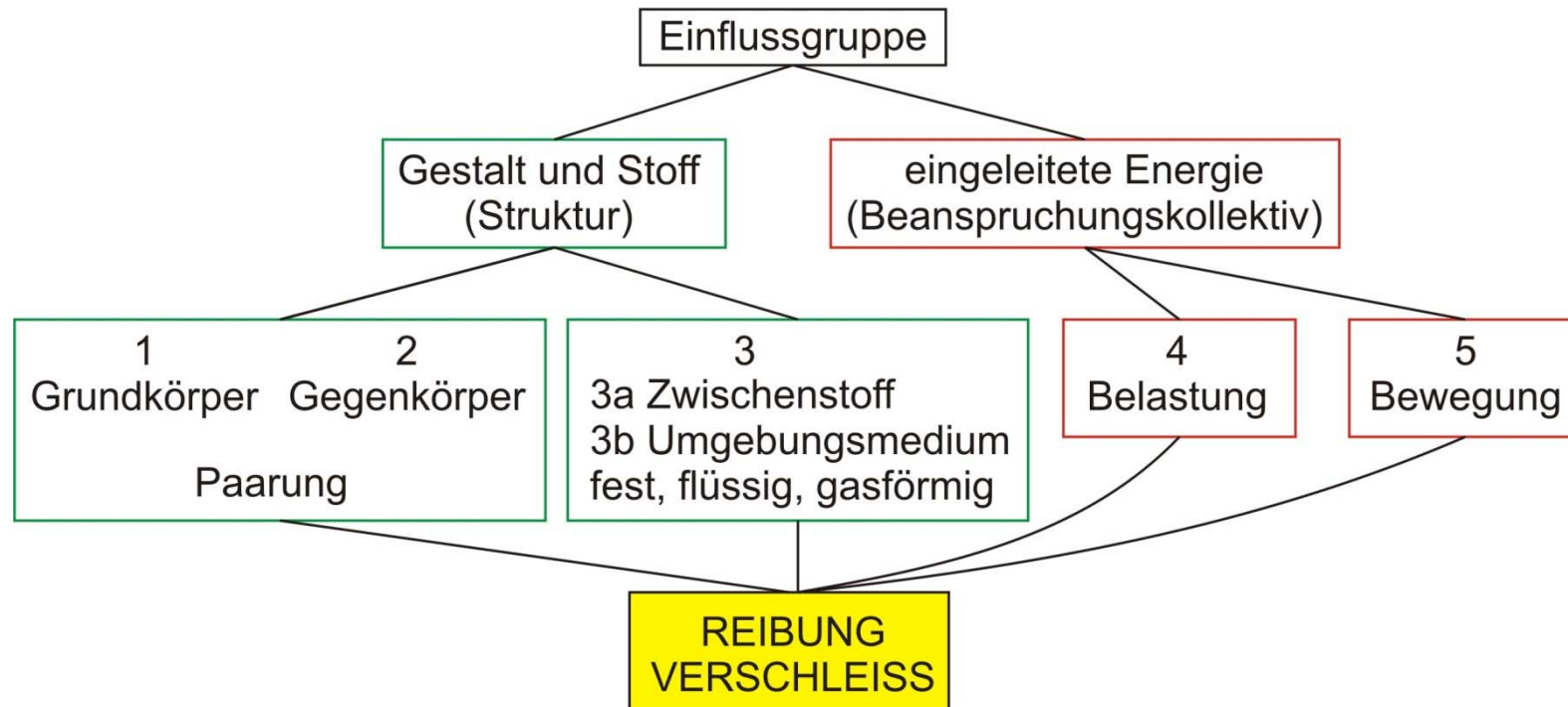
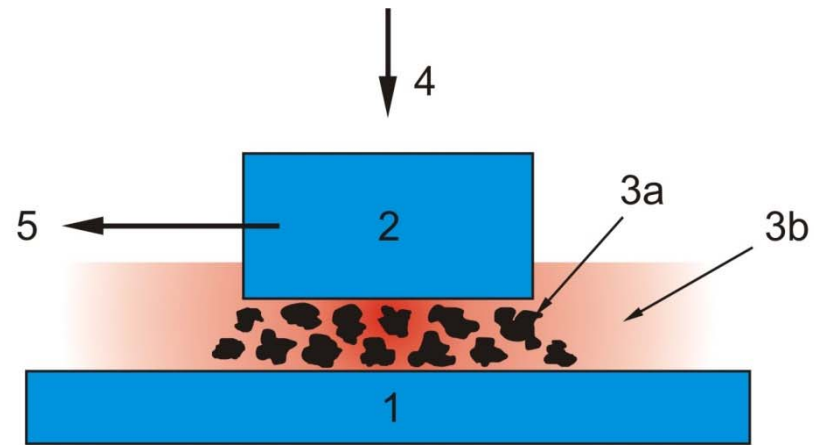
Tribologisches System

- Reibung und Verschleiß sind keine Werkstoffkenngrößen
- Reibung und Verschleiss beschreiben das Reaktionsverhalten eines Werkstoffsystems auf eine komplexe tribologische Beanspruchung

⇒ es handelt sich um eine **Systemeigenschaft**

⇒ Tribosystem





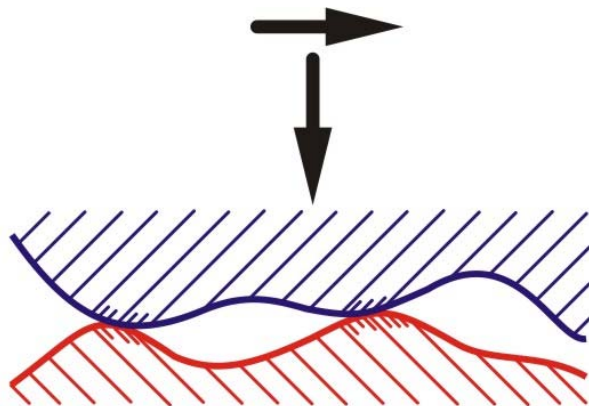


6 Tribologische Beanspruchung

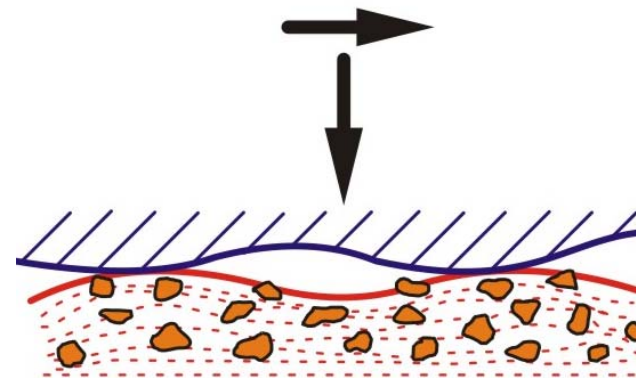
- 6.1 Problematik
- 6.2 Verschleißarten und Verschleißmechanismen
- 6.3 Beispiele tribologischer Systeme

http://edoc.ub.uni-muenchen.de/8240/1/Unterer_Nadine.pdf

20 μm

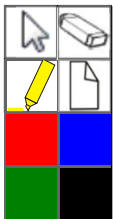


Bauteil / Bauteil



Bauteil / Abrasivstoff

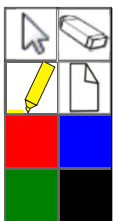
Festkörper / Festkörper

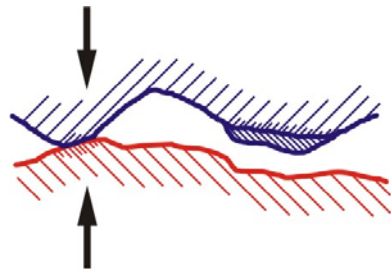


Die Energieumsetzung und der Werkstoffabtrag erfolgen nach den sog. **Verschleißmechanismen**, die die Reaktion des Werkstoffs auf das aufgeprägte Beanspruchungskollektiv zum Ausdruck bringen. Alle Prozesse können überlagert auftreten und von chemischen Reaktionen (Reaktionsschichtbildungen) mit dem Umgebungsmedium in der Grenzfläche begleitet sein.

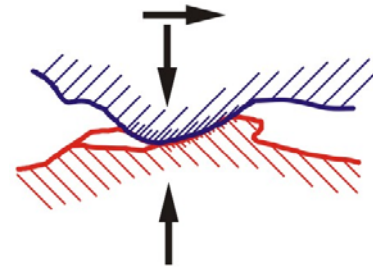
Die übergeordneten Verschleißmechanismen sind :

- **Adhäsion** infolge atomarer und molekularer Wechselwirkung der Stoffe in der Kontaktzone
- **Abrasion** (Furchung) durch harte Rauberger eines Gegenkörpers oder durch harte körnige Gegenstoffe
- **Ermüdung** im mikrobereich infolge wiederholter mechanischer Krafteinwirkung in der Grenzschicht
- **Ablation** (Zersetzen, Verdampfen), hervorgerufen durch hohe Energiedichte an der Oberfläche

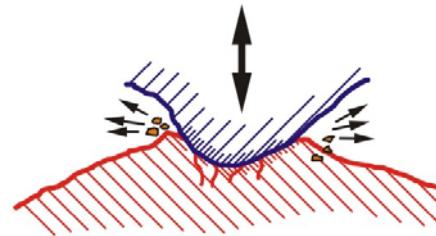




Adhäsion
mit
nachfolgendem
Bruch

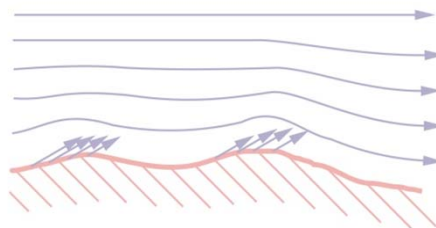


Abrasion
(Mikrozerspannung)

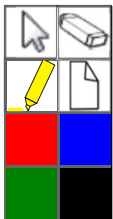


Ermüdung
(Rissbildung, Zeit-
bzw. Dauerbruch)

Tribo-
chemische
Reaktion



Ablation
(Verdampfen,
chem. Zersetzung,
Ausgasen)





6 Tribologische Beanspruchung

- 6.1 Problematik
- 6.2 Verschleißarten und Verschleißmechanismen
- 6.3 Beispiele tribologischer Systeme

http://edoc.ub.uni-muenchen.de/8240/1/Unterer_Nadine.pdf

20 μm