



## Dipl. Ing. Günther Weinzierl

Geschäftsführer METEG Ingenieurbüro Prof. Ing. Mendel & Partner GmbH  
Vorstandmitglied der Österreichischen Gesellschaft für Thermografie

- Studium an der TU Wien / Elektrische Anlagen
- Diplomarbeit zum Thema „Thermografie von Elektroanlagen“
- Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger für Elektrotechnik
- Vom Landeshauptmann von NÖ bestellter Fachprüfer für die Befähigungsprüfung für das bewilligungspflichtige gebundene Gewerbe der Ingenieurbüros
- Nach EN 473 von Sector Cert Deutschland Level 3 zertifiziert für den Bereich Thermografie in Elektroanlagen.
- Hauptvortragender bei Ausbildung zum Elektrothermografen / Schulung gemäß CFPA/VDS-Richtlinie (Verein Deutscher Sachversicherer) bei Sector Cert Deutschland.
- Prüfungsbeauftragter bei EN473 Zertifizierungen / Bereich IT in Deutschland und Österreich.
- Mitglied des Vorstandes der österreichischen Gesellschaft für Thermografie
- Mitglied des Normenausschusses ÖVE UA E4
- Mitglied des Normenausschusses DIN NMP 827

Euroforum: Instandhaltung 2010

Frankfurt, 27. November 2009



1. **Alterungsmechanismen bei elektrischen Betriebsmitteln**
2. **Praktische Anwendung der IR-Diagnose**
3. **Anforderungen Personalqualifikation für die Untersuchung von Elektroanlagen**
4. **Integration der Messergebnisse in Instandhaltungssysteme**



## 1. Alterungsmechanismen bei elektrischen Betriebsmitteln

### Man unterscheidet:

- ruhende Kontakte
- bewegliche Kontakte
- gleitende Kontakte

### Wichtigste Parameter von Kontakten:

- Übergangswiderstand
- Fremdschichtbildung
- Alterung und Verschleiß

### Die Lebenserwartung von Kontakten beeinflussen:

- Kontaktwiderstand
- Elektrischer und mechanischer Verschleiß
- Schweiß- und Klebeneigung
- Materialwanderung
- Einfluss der Schaltbedingung



## 1. Alterungsmechanismen bei elektrischen Betriebsmitteln

### Kontaktwiderstand:

$$R_K = R_E + R_F$$

$R_E$ ...Engewiderstand

Stromengen an der Kontaktfläche, Mikrokontakte

$R_F$ ...Fremdschichtwiderstand

durch chemische Prozesse, Oxydation, etc.

# 1. Alterungsmechanismen bei elektrischen Betriebsmitteln

## Chemische Alterung:

Alterungsverlauf einer Verbindung durch chemische Reaktionen an den Mikrokontakten

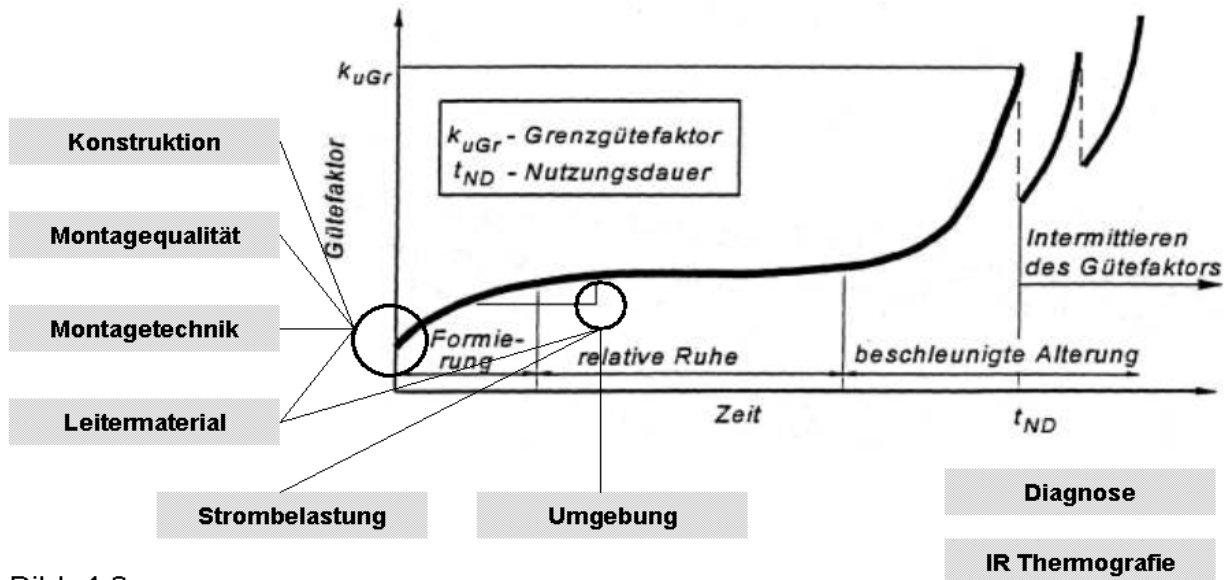
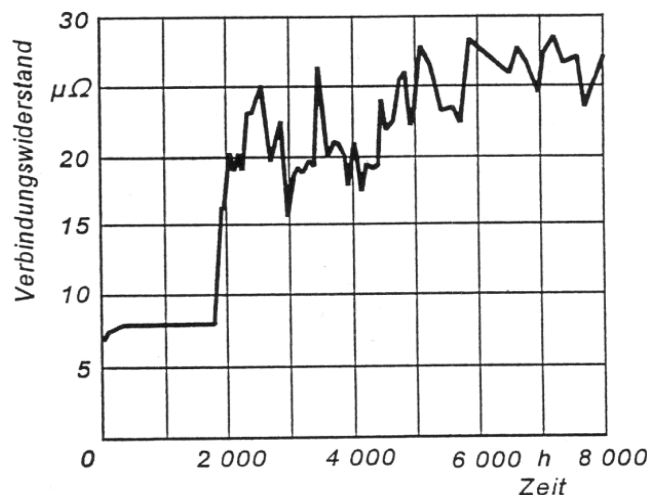


Bild. 4.2.

# 1. Alterungsmechanismen bei elektrischen Betriebsmitteln

## Fließalterung:

Durch das Fließen des Leitermaterials hervorgerufene Widerstandserhöhung einer Klemmverbindung bei einer Verbindungstemperatur von 100°C



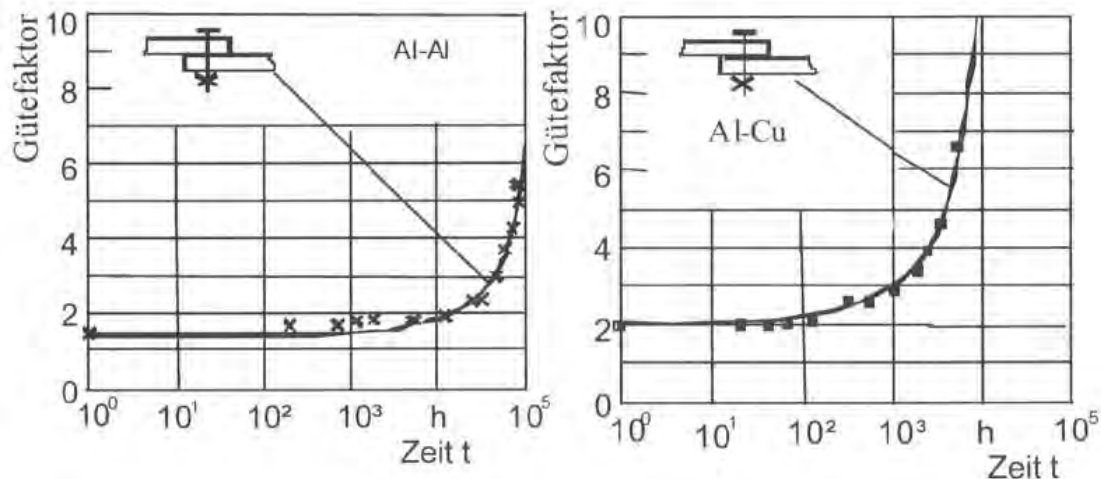
## 1. Alterungsmechanismen bei elektrischen Betriebsmitteln



### Alterung durch Interdiffusion und Migration:

Durch die Verwendung unterschiedlicher Kontaktwerkstoffe kommt es an den Kontaktstellen durch den Stromfluss zu physikalischen Ausgleichsvorgängen.

Diese Materialveränderungen wirken sich auf den spezifischen Widerstand negativ aus.



## 1. Alterungsmechanismen bei elektrischen Betriebsmitteln

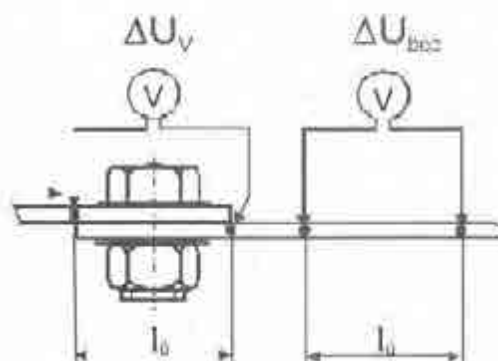


### Definition Gütefaktor:

Der Gütefaktor  $k_u$  gibt das Verhältnis des Verbindungswiderstandes  $R_V$  zum Widerstand  $R_L$  des homogenen Leiters gleicher Länge  $l_u$  (Überlappungslänge) an.

Bei neu montierten Verbindungen sollte  $k_u = 1$  betragen.

$$k_u = \frac{\Delta U_V}{\Delta U_{bc}} = \frac{R_V}{R_L} = \frac{P_V}{P_L}$$





## 1. Alterungsmechanismen bei elektrischen Betriebsmitteln

### Verschleiß von Kontakten:

#### Mechanischer Verschleiß

- durch Kontaktabrieb
- durch thermische Schwankungen (Lastwechsel)
- durch den Stromfluss entstehende Vibrationen

#### Elektrischer Verschleiß

- durch Strombelastung
- durch Lichtbogen



## 1. Alterungsmechanismen bei elektrischen Betriebsmitteln

## 2. Praktische Anwendung der IR-Diagnose

## 3. Anforderungen Personalqualifikation für die Untersuchung von Elektroanlagen

## 4. Integration der Messergebnisse in Instandhaltungssysteme



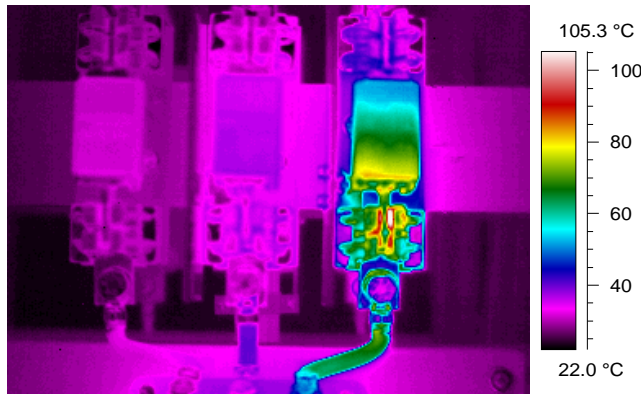
## 2. Praktische Anwendung der IR-Diagnose

### NH-Unterteile

Verunreinigungen an den Kontaktstellen

Nachlassender Federdruck

Leiteranschluss



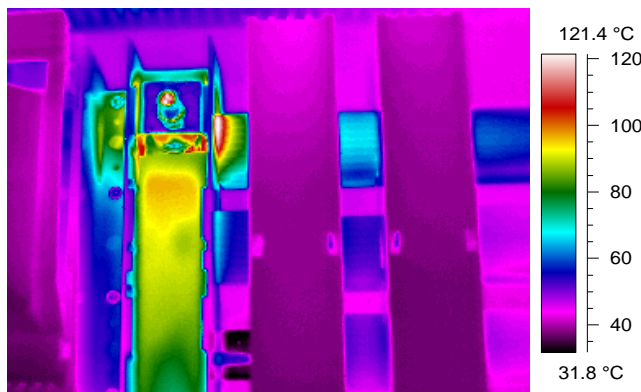
## 2. Praktische Anwendung der IR-Diagnose

### Sammelschienenverbindungen

Schraubverbindungen

Verunreinigungen / nicht plane Kontaktflächen

Isolation mitgeklemmt





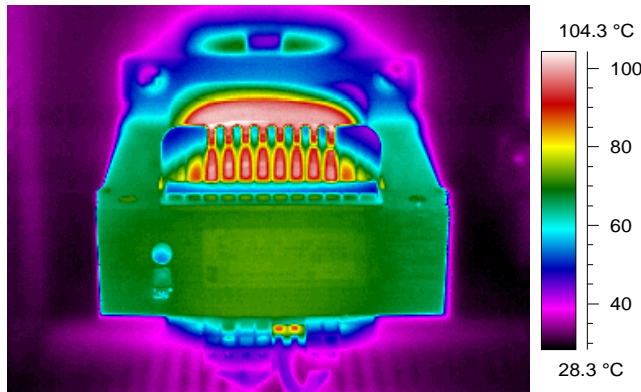
## 2. Praktische Anwendung der IR-Diagnose

### Steuerspannungstrafos

Überlast

Oberwellen

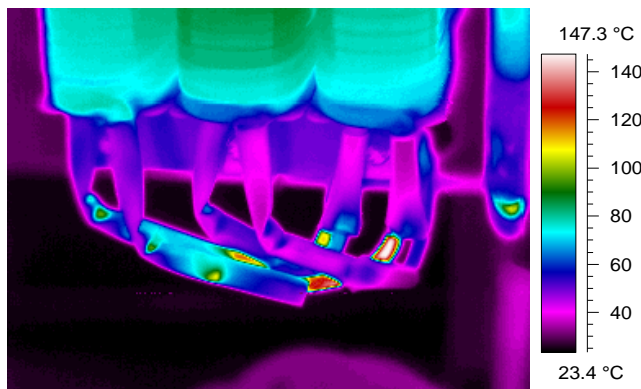
Anschlüsse



## 2. Praktische Anwendung der IR-Diagnose

### Kompensationsdrossel

Kerbung Pressverbinder Profilkupfer  
auf hochflexible Leitungen



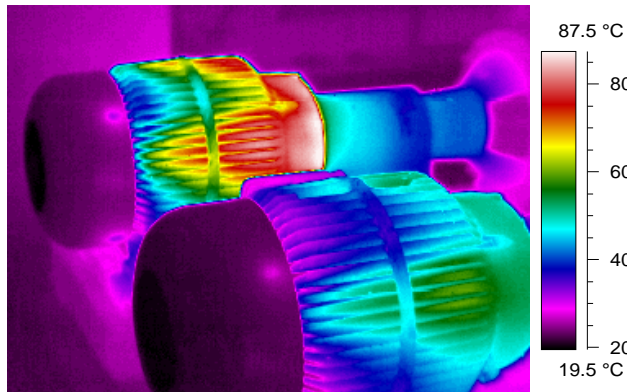


## 2. Praktische Anwendung der IR-Diagnose

Elektromotor

Lüfterrad

Lager

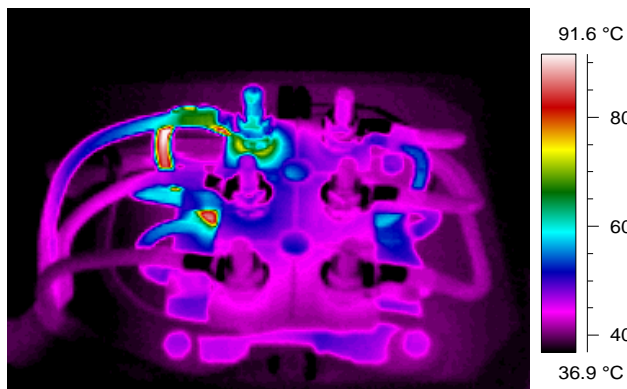


## 2. Praktische Anwendung der IR-Diagnose

Elektromotor Anschlussbrett

Kerbverbindungen

Schraubverbindungen







## 2. Praktische Anwendung der IR-Diagnose

### Batterieanlagen

Plattenkurzschlüsse

Anschluss- und  
Verbindungsleitungen



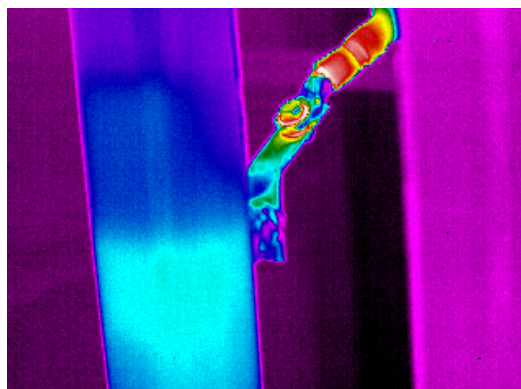
## 2. Praktische Anwendung der IR-Diagnose

### HS-Schaltanlagen

Schraubverbindungen

Kabelendverschlüsse

Schaltkontakte



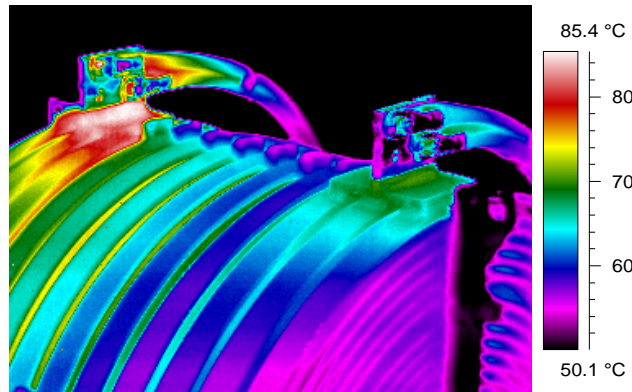
## 2. Praktische Anwendung der IR-Diagnose



Drossel

Schraubverbindungen

Kerbverbindungen

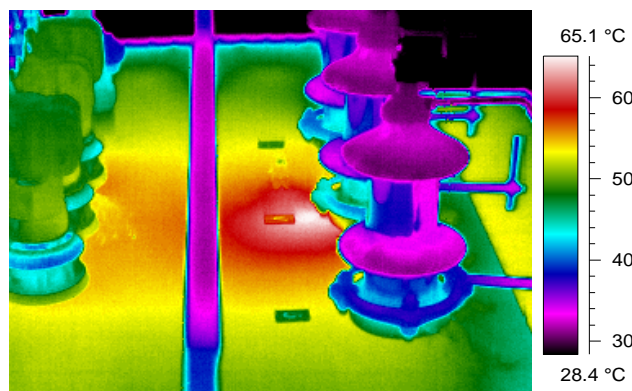


## 2. Praktische Anwendung der IR-Diagnose



Öltransformator

Stufenanpassungsschalter



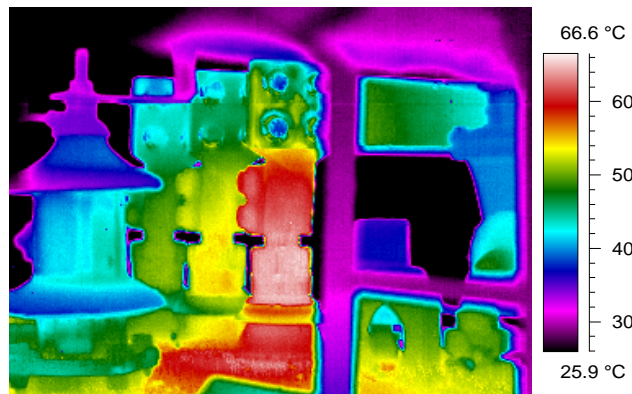


## 2. Praktische Anwendung der IR-Diagnose

Öltransformator

Durchführungen

Schraubverbindungen



1. Alterungsmechanismen bei elektrischen Betriebsmitteln
2. Praktische Anwendung der IR-Diagnose
3. Anforderungen Personalqualifikation für die Untersuchung von Elektroanlagen
4. Integration der Messergebnisse in Instandhaltungssysteme

### 3. Anforderungen Personalqualifikation für die Untersuchung von Elektroanlagen



**EN-473-IT:** Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung

(analog Röntgenprüfung, Wirbelstrom, Endoskopie) Sektoren Bau, Leck, Elektro, Industrie, ZfP, Sondermessungen

Stufe 1: Thermografische Messungen nach einer Prüfanweisung unter Aufsicht von höher zertifiziertem Personal

Stufe 2: Durchführung thermografischer Messungen nach aufgestellten oder allgemein anerkannten Verfahrensweisen, eigenständige Auswertung. Erstellung von Prüfanweisungen für sektorspezifische Anwendungen

Stufe 3: Ausübung jeglicher thermografischer Tätigkeit, Aufstellung von Prüfanweisungen und Verfahrensbeschreibungen, Überwachung von Stufe 1 und 2, Prüfungsbeauftragter

**DIN 54162:** Zerstörungsfreie Prüfung - Qualifizierung und Zertifizierung von Personal für die thermografische Prüfung - Allgemeine und spezielle Grundlagen für Stufe 1, 2 und 3

**DIN 54190:** Zerstörungsfreie Prüfung - Thermografische Prüfung (Grundlagen, Geräte, Begriffe)

**VdS 2859:** VdS anerkannte Sachverständige für Elektrothermografie. Durchführung der Thermografie elektrischer Schaltanlagen und Dokumentation nach einem versicherungsanerkannten Standard

### 3. Anforderungen Personalqualifikation für die Untersuchung von Elektroanlagen



**BGV A3:** Unfallverhütungsvorschrift elektrische Anlagen und Betriebsmittel

Anlage/Betriebsmittel	Prüffrist	Art der Prüfung	Prüfer
Elektrische Anlagen und ortsfeste Betriebsmittel	4 Jahre	auf ordnungsgemäßen Zustand	Elektrofachkraft
Elektrische Anlagen und ortsfeste elektrische Betriebsmittel in „Betriebsstätten, Räumen und Anlagen besonderer Art“ (DIN VDE 0100 Gruppe 700)	1 Jahr		
Schutzmaßnahmen mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen in nichtstationären Anlagen	1 Monat	auf Wirksamkeit	Elektrofachkraft oder elektrotechnisch unterwiesene Person bei Verwendung geeigneter Mess- und Prüfgeräte
Fehlerstrom-, Differenzstrom und Fehlerstrom-Schutzschalter - in stationären Anlagen  - in nichtstationären Anlagen	6 Monate  arbeitstäglich	auf einwandfreie Funktion durch Betätigen der Prüfeinrichtung	Benutzer

### 3. Anforderungen Personalqualifikation für die Untersuchung von Elektroanlagen



**BGV A3:** Unfallverhütungsvorschrift elektrische Anlagen und Betriebsmittel

**Zu § 2 Abs. 3:** Die fachliche Qualifikation als Elektrofachkraft wird im Regelfall durch den erfolgreichen Abschluss einer Ausbildung, z.B. als Elektroingenieur, Elektrotechniker, Elektromeister, Elektrogeselle, nachgewiesen. Sie kann auch durch eine mehrjährige Tätigkeit mit Ausbildung in Theorie und Praxis nach Überprüfung durch eine Elektrofachkraft nachgewiesen werden. Der Nachweis ist zu dokumentieren.

Sollen Mitarbeiter, die die obigen Voraussetzungen nicht erfüllen, für festgelegte Tätigkeiten, z.B. nach § 5 Handwerksordnung, bei der Inbetriebnahme und Instandhaltung von elektrischen Betriebsmitteln eingesetzt werden, können diese durch eine entsprechende Ausbildung eine Qualifikation als „Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten“ erreichen. Diese Qualifikation wird nicht als Nachweis der erforderlichen Kenntnisse und Fertigkeiten zur Erteilung der Ausübungsberechtigung gemäß § 7a Handwerksordnung angesehen.

**Zu § 3 Abs. 1:** Leitung und Aufsicht durch eine Elektrofachkraft sind alle Tätigkeiten, die erforderlich sind, damit Arbeiten an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln von Personen, die nicht die Kenntnisse und Erfahrungen einer Elektrofachkraft haben, sachgerecht und sicher durchgeführt werden können.



1. Alterungsmechanismen bei elektrischen Betriebsmitteln
2. Praktische Anwendung der IR-Diagnose
3. Anforderungen Personalqualifikation für die Untersuchung von Elektroanlagen
4. Integration der Messergebnisse in Instandhaltungssysteme



### 3. Integration der Messergebnisse in Instandhaltungssysteme

Euroforum: Instandhaltung 2010

Frankfurt, 27. November 2009



### 3. Integration der Messergebnisse in Instandhaltungssysteme

Euroforum: Instandhaltung 2010

Frankfurt, 27. November 2009



**Vielen Dank**  
**für Ihre Aufmerksamkeit**