



WHZ Westsächsische
Hochschule Zwickau
Hochschule für Mobilität

Aus der Forschung: Schutzhandschuhe bei der handgeführten Laseranwendung

Dirk Wenzel Dipl.-Ing. (FH)

Gliederung

- Stand der Normung
- Stand der Technik bei der Prüfung von Laserschutzkleidung
- Forschungsprojekt zu Schweißerschutzhandschuhen und handgeführten Laserschweißanlagen
- Ausblick auf Laserkleidung für andere relevante Laseranwendungen

Stand der Normung

VERORDNUNG (EU) 2016/425 über persönliche Schutzausrüstungen

Anhang I **RISIKOKATEGORIEN VON PSA**

Kategorie II laut 5. Aktualisierung der PSA Verordnung Kategorie III für einige Laserarten
Kategorie II umfasst Risiken, die nicht unter Kategorie I oder Kategorie III aufgeführt sind

Anhang II **GRUNDLEGENDE GESUNDHEITSSCHUTZ- UND SICHERHEITSANFORDERUNGEN**

3.9.1. Nichtionisierende Strahlung

„PSA zum Schutz der Haut vor nichtionisierender Strahlung müssen den größten Teil der Strahlenenergie in den schädlichen Wellenlängen absorbieren oder reflektieren können. „

Stand der Normung

Handschutz

DIN SPEC 91250

Schutzkleidung

Hausinterner Prüfgrundsatz in Anlehnung
an DIN SPEC 91250

Normenausschuss der DIN 075-05-02-02 AK Laserschutzkleidung

Der Arbeitskreis NA 075-05-02-02 AK "Laserschutzkleidung" führt die nationale Normungsarbeit im Bereich Laserschutzkleidung durch und initiiert und begleitet anschließend europäische und internationale Normungsaktivitäten im ISO/TC 94/SC 13 und CEN/TC 162 in diesem Themengebiet.

Beschluss 04/2024: Der NA 075-05-02-02 AK beschließt die Arbeiten auf die Erstellung einer Produktnorm auszurichten. Der Name des Arbeitskreises sowie das Arbeitsgebiet werden entsprechend festgelegt

Stand der Normung

Etablierung einer neuen Produktnorm



Internationale Norm (ISO)

Europäisches Normvorhaben (EN)

- Bei einer **Revision oder Änderung** der **DIN EN ISO 11611 bzw. DIN EN ISO 11612, DIN EN ISO 12477 sowie DIN EN 407** wäre es somit möglich Anforderungen an Laserschutzkleidung als zusätzliche Schutzfähigkeiten unter Berücksichtigung des neuen Teststandards zu implementieren.

Stand der Technik bei der Prüfung von Laserschutzkleidung

Zur Qualifizierung der Laser-PSA werden folgende Testmethoden angewandt:

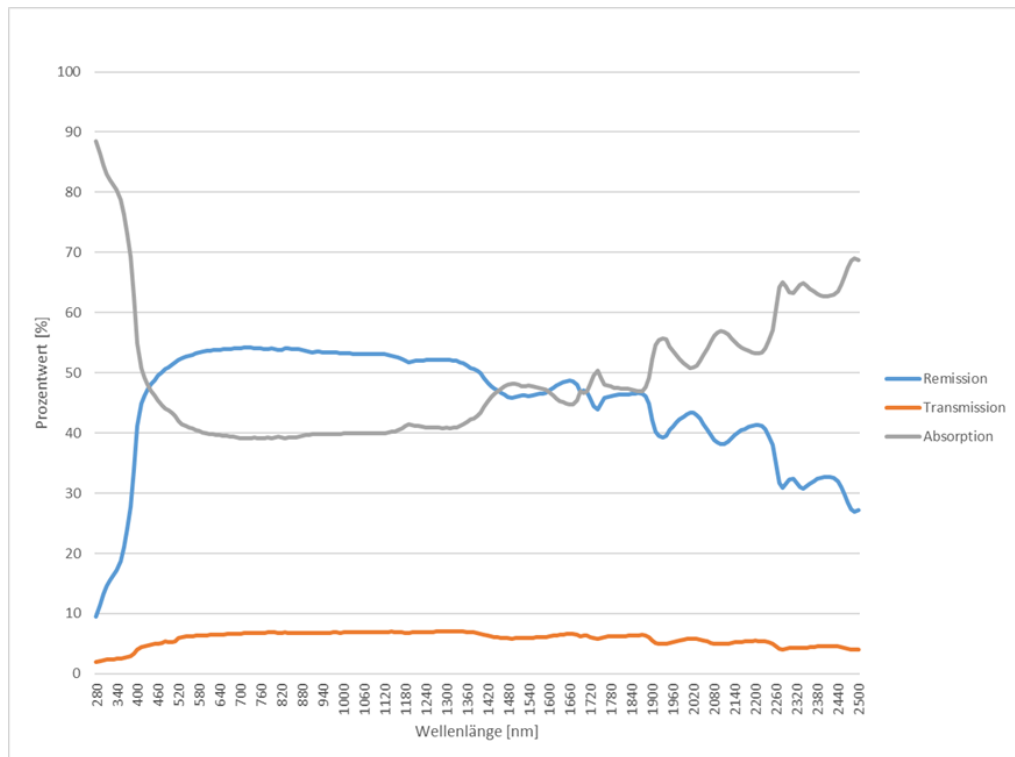
- RTA (offline): Remission, Transmission, Absorption
- kalorimetrische Messungen
- visuelle Beobachtung



Stand der Technik bei der Prüfung von Laserschutzkleidung

Spektrometrische Untersuchung

Remission, Transmission, Absorption



Stand der Technik bei der Prüfung von Laserschutzkleidung

Schutzstufen für die Prüfung der Beständigkeit von Schutzkleidung gegen Laserstrahlung (Prüfgrenzbestrahlung, Werte in Überarbeitung)

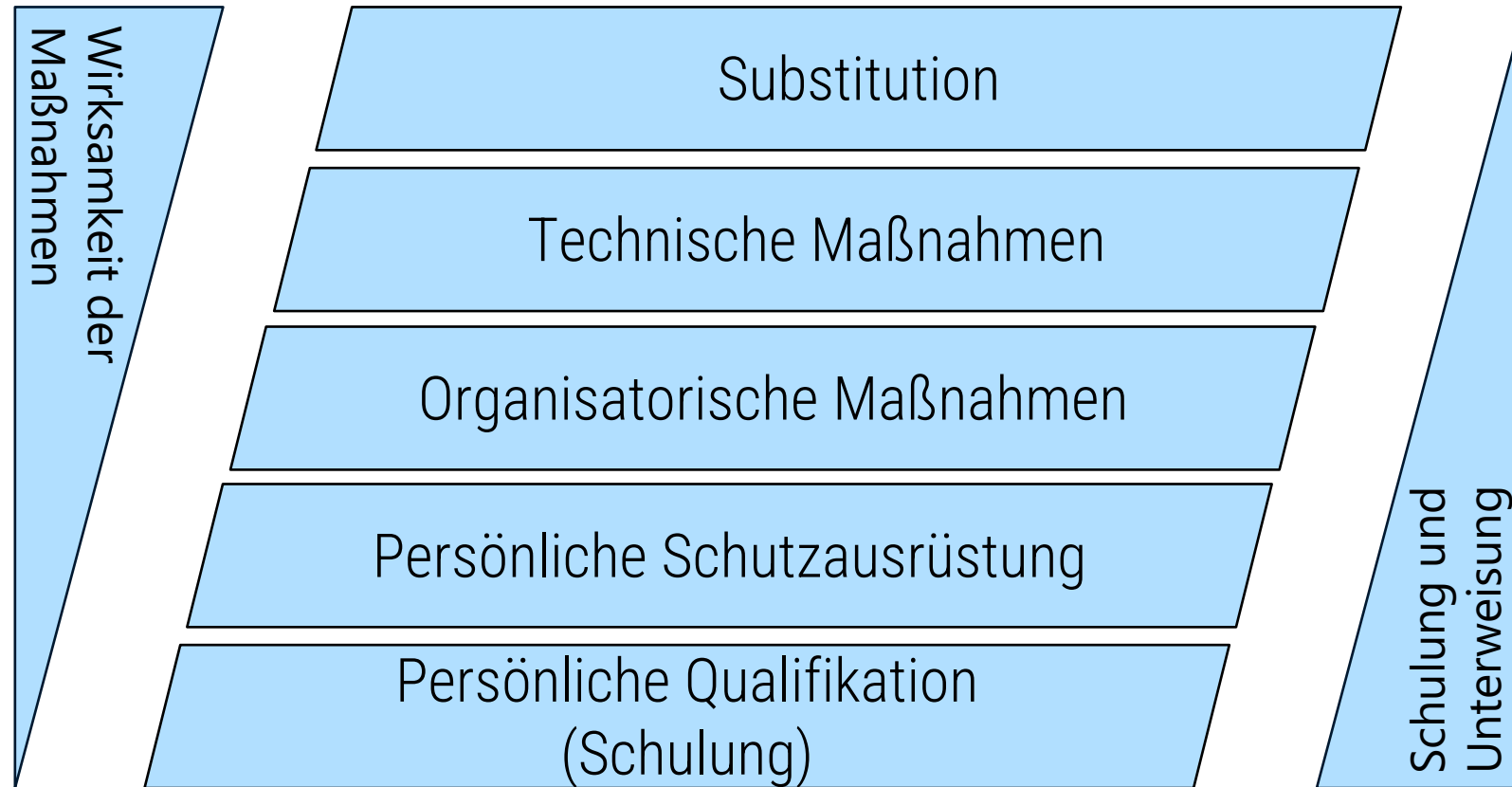
Schutzstufe	Bestrahlungsstärke / mittlere Pulsleistungsdichte	Laserleistung bei einem kreisförmigen Laserspot mit einem Durchmesser von 1 cm (Durchmesser d_{63})
	W/m ²	W
KB1	10^4	0,8
KB2	10^5	8,0
KB3	10^6	80
KB4	10^7	800
KB 5	10^8	8000

Stand der Technik bei der Prüfung von Laserschutzkleidung

Visuelle Prüfkriterien für die Überprüfung der Schutzeigenschaften gegen Laserstrahlung

Kriterium	Beschreibung
Durchschmelzen auf die Innenseite	Werkstoffabhängiges Schmelzen auf der Innenseite der Probe
Brennendes Abtropfen	Sich ablösendes Material, welches brennend unter die Unterkante der Probe fällt
Nachbrennen	Selbstständige thermische Verbrennung der Probe nach Abschalten des Lasers von mehr als 2 s

Stand der Technik bei der Prüfung von Laserschutzkleidung



Stand der Technik bei der Prüfung von Laserschutzkleidung

- **Vermeidung** von **Verbrennungen 2. Grades** (Blasenbildung) oder noch stärkere Verletzungen
- **Zersetzung** der Schutzsysteme sollte so lang wie **möglich verzögert** sein
→ Minimierung der Absorptions- und Transmissionseigenschaften
- **Hoch diffuse Reflexion oder hohe Absorption** der auftreffenden Laserstrahlung
- **Hohe Volumenwärmeweiterleitung** der absorbierten Energie
- **Geringer Wärmetransport** zur Haut, um die **Einstrahlung zu fühlen**
→ Wegziehen des bestrahlten Körperteils aus der bestrahlten Zone
- Maximierung der **Zeitdifferenz zwischen Schmerzgrenze und Verbrennung 2. Grades** (wenn möglich $> 5 \text{ s}$)

Stand der Technik bei der Prüfung von Laserschutzkleidung

• Grundlegende Laserschutz Eigenschaften von Laserschutz-PSA

Ausgeprägte Absorption

Vorteil:

- keine Sekundärgefährdung durch reflektierte Strahlung
- Absorptionsstoffe in hohem Umfang verfügbar
- keine negativen Einwirkungen von Oberflächenverschmutzung

Nachteil:

- Sofortige Energieeinwirkung
- Gleichmäßige Schädigung über Verwendungszeitraum

Ausgeprägte Reflexion/Remission

Vorteil:

- Keine Schädigung über Verwendungszeit
- Energieeinwirkung erst nach Materialumwandlung
- Reflexion/Remission auf Wellenlänge anpassbar

Nachteil:

- Reflektierte Strahlung muss diffus sein
- Verschmutzungen auf der Oberfläche führen zu verminderter Schutzwirkung

Forschungsprojekt zu Schweißerschutzhandschuhen

Forschungsprojekt BGHM

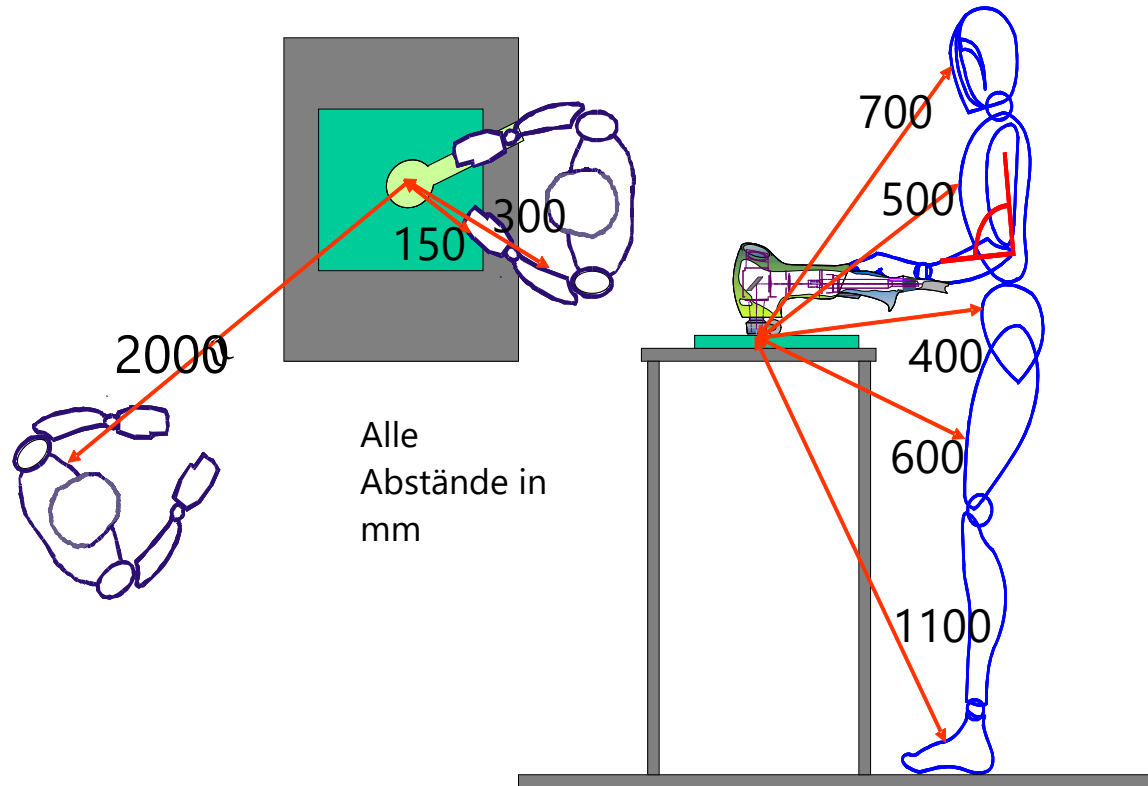
Handgeführtes Laserschweißen – Schutzwirkung von Schweißerschutzhandschuhen

Arbeitsschwerpunkte:

- **Konzeption und Aufbau einer Prüfanordnung**
- **Auswahl und Beschaffung ausgewählter Schutzhandschuhe**
- **Durchführung von Realbestrahlungsuntersuchungen**
- **Differenzierte Ermittlung und Bewertung der materialspezifischen Laserbeständigkeit**

Forschungsprojekt zu Schweißerschutzhandschuhen

Abhängigkeit des Gefährdungspotentials vom Abstand zwischen Prozesszone und Körperteilen



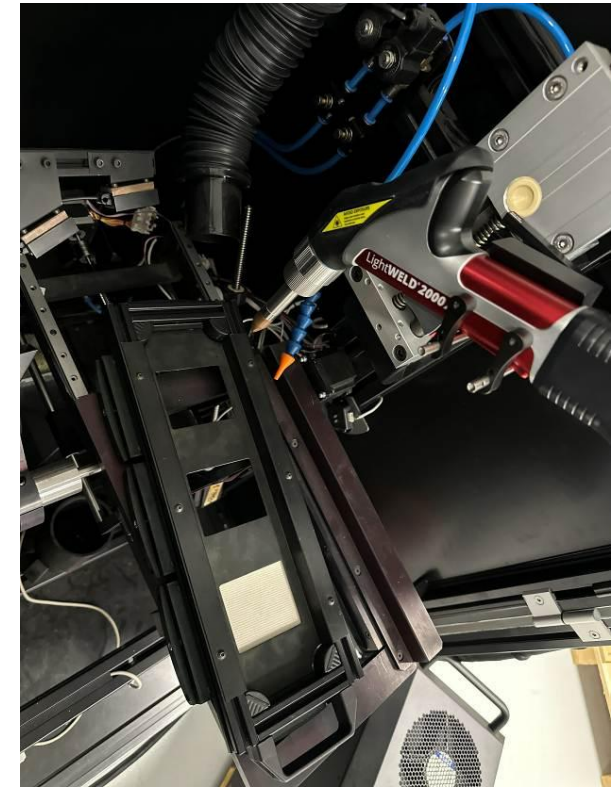
Problem:

Der Bearbeiter steht direkt an der Prozesszone.

Die Intensität der fokussierten Laserstrahlung und somit das Gefährdungspotenzial bei der Laserbearbeitung vergrößert sich proportional zum Quadrat des sich verringernden Abstandes zur Prozesszone.

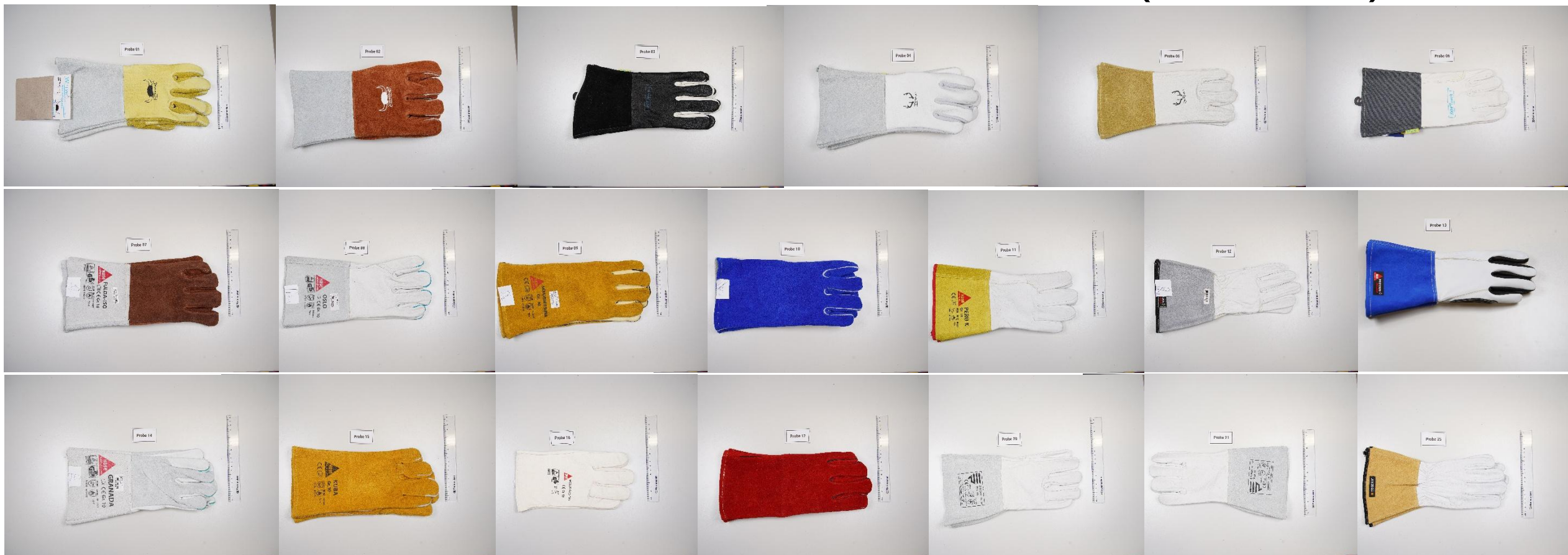
Forschungsprojekt zu Schweißerschutzhandschuhen

Konzeption und Aufbau einer Prüfanordnung mit einem LightWELD 200 XR® System der Firma IPG Photonics GmbH & Co. KG



Forschungsprojekt zu Schweißerschutzhandschuhen

Auswahl ausgewählter Schutzhandschuhe HS unterschiedlicher Hersteller aus dem Schweißerschutzbereich (DIN EN 12477)



Forschungsprojekt zu Schweißerschutzhandschuhen

Auswahl und Beschaffung ausgewählter Schutzhandschuhe HS für differenzierte Anwendung wie z.B. nach DIN EN 659



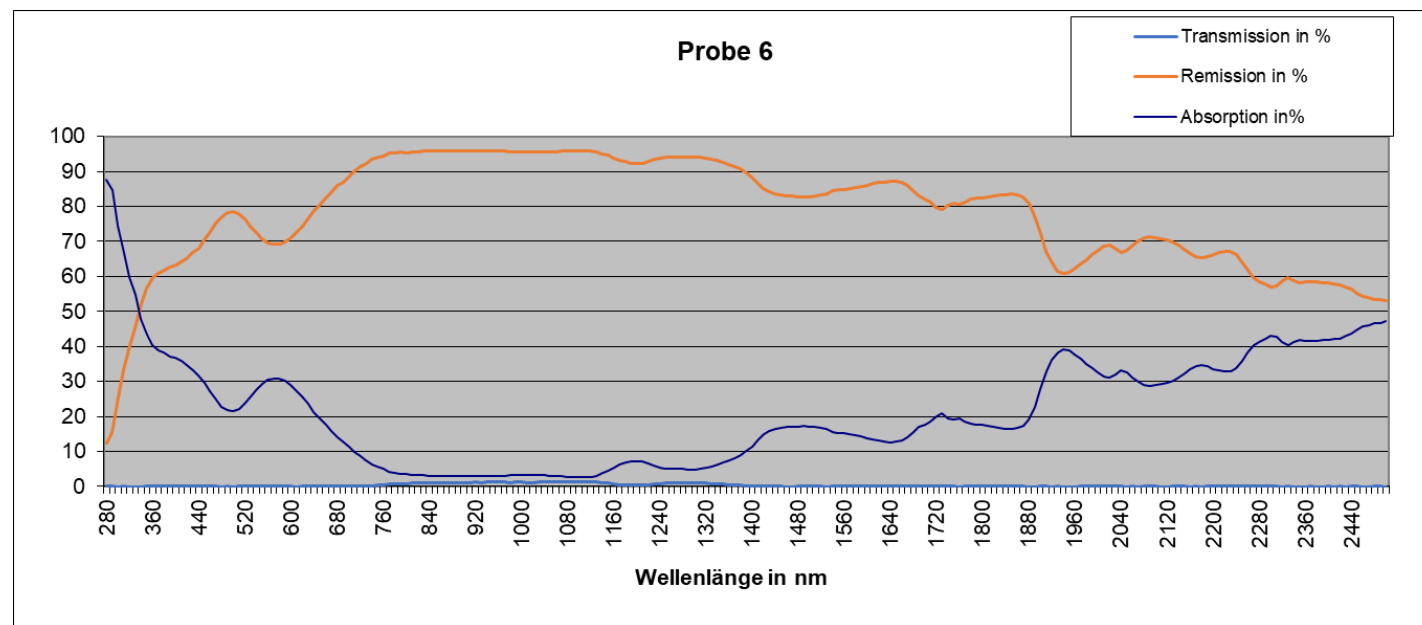
Forschungsprojekt zu Schweißerschutzhandschuhen

Auswahl und Beschaffung ausgewählter Schutzhandschuhe 2HS aus dem Bereich Laserschutz



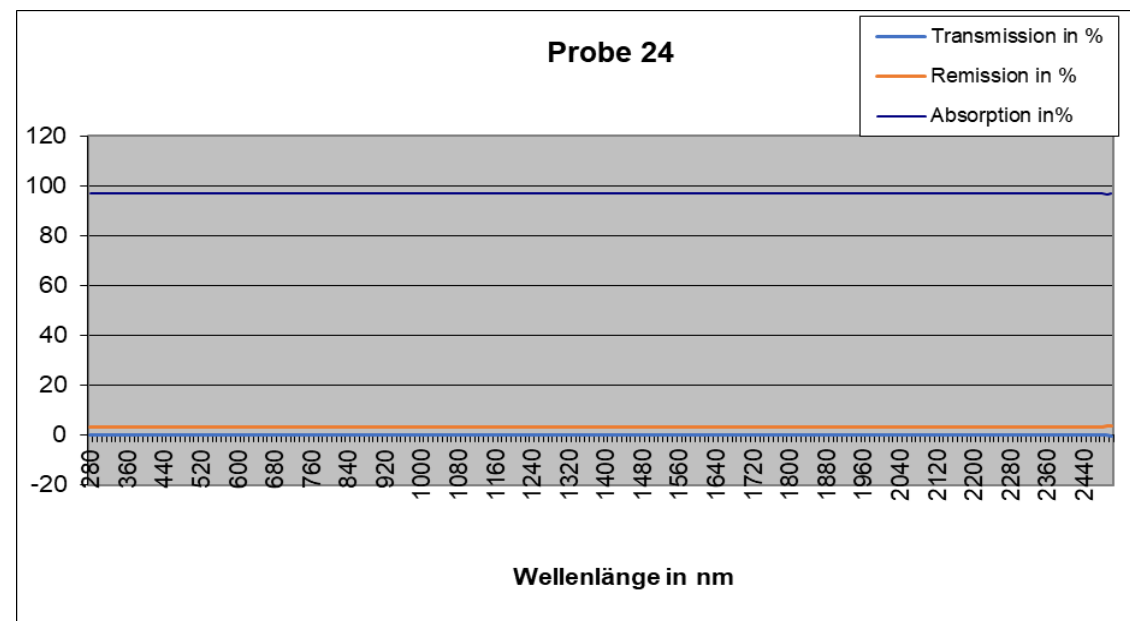
Forschungsprojekt zu Schweißerschutzhandschuhen

Spektrometrisches Ergebnis der Untersuchung von Probe 6



Forschungsprojekt zu Schweißerschutzhandschuhen

Spektrometrisches Ergebnis der Untersuchung von Probe 24



Forschungsprojekt zu Schweißerschutzhandschuhen

Ungeeignete Wechselwirkung zwischen PSA und Laserstrahlung

Nachglimmen > 10 Sekunden



Forschungsprojekt zu Schweißerschutzhandschuhen

Ungeeignete Wechselwirkung zwischen PSA und Laserstrahlung

Starker Schrumpf

Starker Schrumpf, Lochbildung



Forschungsprojekt zu Schweißerschutzhandschuhen

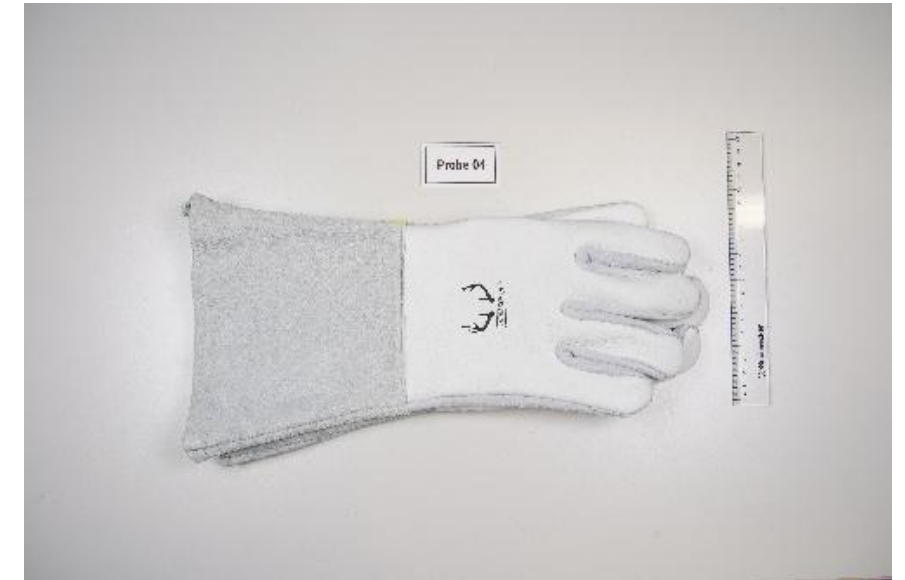
Grenzen

- Nur für reflektierte Strahlungsanteile wirksam,
- Handschuhe und Kleidung im jetzigen Konfektionsrahmen (Marktverfügbarkeit) nur bis zu einer maximalen Einwirkleistung von **250 W** wirksam,
- Handschuhe aus mehrlagen System mit Wildleder, Laserschutzhandschuhe sowie Schafsfleder mit Nomexinnenlage bieten Schutz im Leistungsbereich von **200 bis 250 W**,
- Schutz ist mit zusätzlichen Zusatzausrüstungen bis maximal **500 W** Einwirkleistung erweiterbar.

Forschungsprojekt zu Schweißerschutzhandschuhen

200W

250W



Forschungsprojekt zu Schweißerschutzhandschuhen

Auswahlverfahren

- Durchführung der Gefährdungsanalyse der Laseranlage
- Anwendung des STOPP-Prinzips (Substitution, technische Maßnahmen, organisatorische Maßnahmen, PSA, personenbezogene Verhaltensregeln)
- Ermittlung der VMB (vorhersehbare Maximalbestrahlung) der Anlage
- Vergleich der VMB mit der Schutzstufe der Laser-PSA im Wellenlängenbereich, muss kleiner gleich der Laser-Schutzstufe der PSA sein um adäquaten Schutz bieten zu können.

Höchstleistungslaseranwendungen

- Beispiel: Laserschweißen (1-2kW Systeme), Reinigung (1-2kW Systeme)
- Laserschweißen ist ein verwandtes Verfahren laut EN 12477 und DIN ISO 11611 dementsprechend muss verwendete PSA eine gültige Zertifizierung nach Baumusteruntersuchung innerhalb dieser harmonisierten Normen vorweisen.
- Einsetzbare PSA: Lederhandschuhe, FR Baumwollkleidung, Aramidkleidung, FR Kombinationsfasermaterialien



WHZ Westsächsische
Hochschule Zwickau
Hochschule für Mobilität



Kontakt

Physikalische Technik / Informatik

Dirk Wenzel Dipl.-Ing. (FH)

+49 (0) 375 536 1972

Dirk.Wenzel@whz.de