



Prüfbericht Nr. 2025-011119

Gegenstand

Prüfung von handgeführten Laserreinigungsanlagen bei P-Laser GmbH

Prüfgerät 1

- Hersteller: P-Laser
- Model: QFC-100
- Serien Nr.: P23352
- Deklarierte Wellenlänge: 1064 nm
- Deklarierte Leistung: 100 W (mittlere Leistung)
- Deklarierte Laserklasse: 4

Prüfgerät 2

- Hersteller: P-Laser
- Model: QF-1000 G4
- Serien Nr.: P24406
- Deklarierte Wellenlänge: 1064 nm
- Deklarierte Leistung: 1000 W (mittlere Leistung)
- Deklarierte Laserklasse: 4

Auftrag

Messung der reflektierten optischen Strahlung auf verschiedenen Materialien einer handgeführten Laserreinigungsanlage und einer Bewertung gemäss der Norm IEC 60825-1:2014.

Auftraggeber

SUVA
Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz
Rösslimattstrasse 39
6005 Luzern

Rückführbarkeit

Die angegebenen Messresultate sind auf nationale Normale und damit auf international abgestützte Realisierungen der SI-Einheiten rückführbar.

Datum der Prüfung

15. Oktober 2025

3003 Bern-Wabern, 04. März 2026

Für die Prüfung

Fabio Rinderer, Technischer Experte

Freigabe durch

Dr. Florian Stuker, Laborleiter

1. Umfang der Prüfung

Verschiedene handgeführte Laserreinigungsgeräte werden von einem Fachmann mit realen Parametern betrieben und auf verschiedensten Materialien angewandt. Es wird jeweils die reflektierte optische Strahlung in der gegenüberliegenden Strahlungsrichtung erfasst.

2. Prüfverfahren

Für die Prüfung wird ein Messsystem (Metas Nr. 10600) bestehend aus einer InGaAs Photodiode und der entsprechenden Empfindlichkeit im infraroten Spektralbereich verwendet. Damit die Gefährdungsbeurteilung für das Auge durchgeführt werden kann, wird eine Ulbrichtkugel mit einer 7 mm Eintrittsblende verwendet. Für die Signalverstärkung wird ein schneller Transimpedanzverstärker eingesetzt. Die Datenerfassung erfolgt mit einem Spannungswandler mit einer Abtastrate von 4 GHz (Metas Nr. 8637). Die Messungen erfolgen während verschiedenen Reinigungsprozessen. Durch die Kalibrierung kann die gemessene Spannung einer optischen Strahlungsleistung in der 7 mm Blende zugeordnet werden.

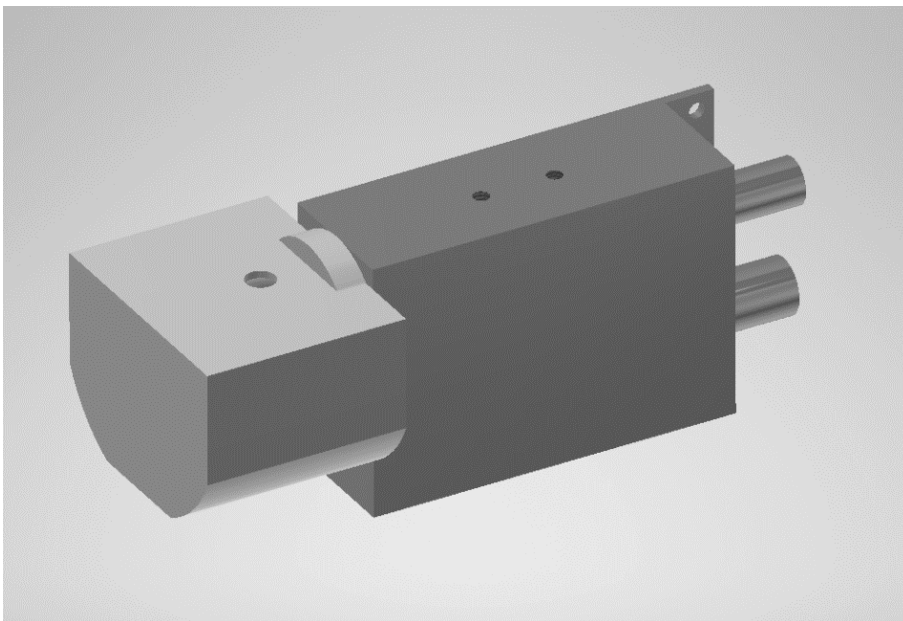
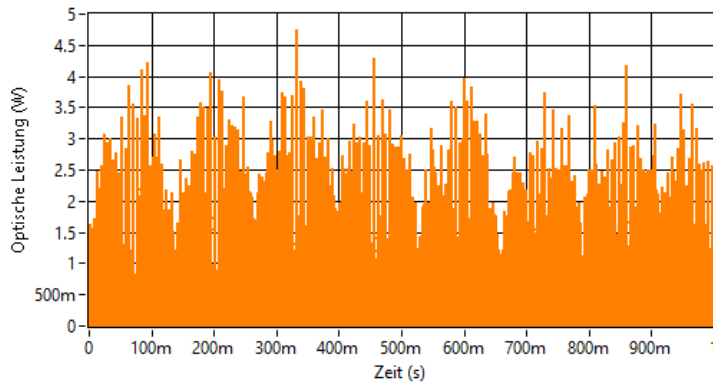


Abbildung 1: Skizze des Messsystems mit der Ulbrichtkugel und der 7 mm Öffnung (hellgrau) und dem Transimpedanzverstärker mit integrierter InGaAs Photodiode (dunkelgrau).

Nachfolgend sind die Auswertungen eines Bearbeitungsprozesses dargestellt. In Abhängigkeit der gesuchten Messgröße sind verschiedene Bereiche der Auswertung zu Betrachten.

Messdaten Auswertung



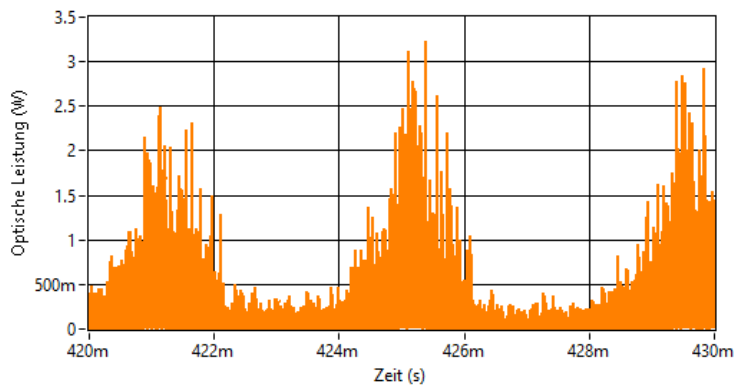
Gesamte Darstellung

Zeitliche Darstellung:

1 s

Ersichtlich sind sich wiederholende Pulsspitzen. Beim Prozess sind wiederkehrende Leistungsspitzen zu erkennen.

Messdaten Auswertung



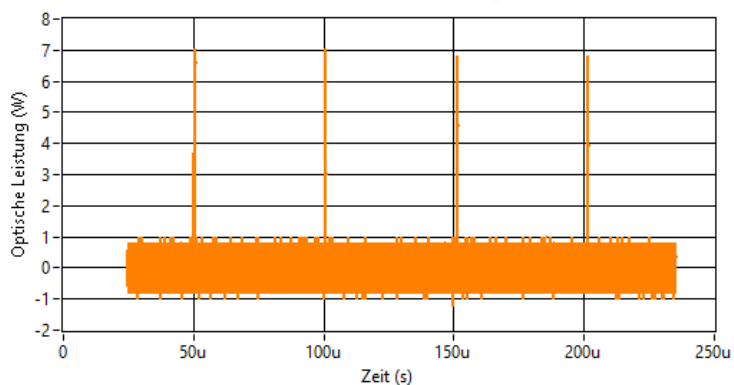
Periode

Zeitliche Darstellung:

10 ms

Ersichtlich sind sich wiederholende Muster.

Messdaten Auswertung

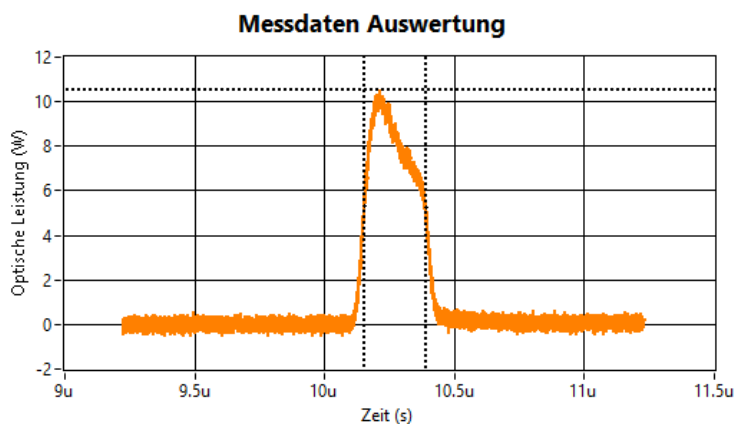


Pulssequenz

Zeitliche Darstellung:

200 μ s

Ersichtlich sind die einzelnen Pulse und die entsprechende Repetitionsfrequenz. Die Pause zwischen den Pulsen beträgt ca. 50 μ s.



Einzelpuls

Zeitliche Darstellung

2 μ s

Ersichtlich ist eine einzelne Pulsspitze. Die Pulsbreite beträgt in dieser Auswertung 237 ns.

Die gemessene Pulsfolge eines Reinigungsprozesses der jeweiligen Messanordnung und Materialien werden mit einer Software ausgewertet. Die Bewertung der Analyse erfolgt anhand der Norm *Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen IEC 60825-1:2014*.

Die Berechnung der Werte für das Auge bezieht sich auf die von der Norm geforderte Beurteilungsdistanz von 100 mm und für die Gefährdungsbeurteilung des Auges eine Messblende mit einem Durchmesser von 7 mm.

Die Berechnung der Werte für die Haut bezieht sich auf die Beurteilungsdistanz von 100 mm und eine Messblende für die Haut gemäss Norm mit einem Durchmesser von 3.5 mm. Die Beurteilung der Haut basiert auf einem geringen Strahldurchmesser. Die zu berücksichtigende Pulsdauer für die Beurteilung der Haut geht von der Dauer des Bearbeitungsprozesses von 10 s aus. Gemessene Bestrahlungswerte während der Dauer von 1 s werden als gleichwertend während 10 s angenommen.

Der Korrekturfaktor C_5 (Beurteilung für das Auge) wird gemäss der Klassifizierungsregeln in der Norm (Kap. 4.3f) definiert: Als Zeitbasis wird $T = 30'000$ s verwendet (Beim handgeführten Laserreinigungsprozess ist eine Sehaufgabe für die Bearbeitung vorhanden). Bei einem regelmässigen Pulsabstand von 0.1 ms bei 10 kHz erreicht C_5 das Minimum von 0.4 nach einer Dauer von 2.5 s (Anzahl Pulse = 25'000). Für die Gefährdungsbeurteilungen des Auges wird der Korrekturfaktor $C_5 = 0.4$ verwendet.

Der Korrekturfaktor $C_6 = 1$ wird verwendet. Es wird angenommen, dass der Bearbeitungsprozess im Brennpunkt des Lasers stattfindet. Dies entspricht einem geringen Beobachtungswinkel, was in diesem Fall als "Worst-Case-Szenario" angenommen wird.

Alle Messungen beruhen auf einer Reflexionsmessung und nicht auf der Messung des direkten optischen Strahls. Es wird angenommen, dass es sich um Mischreflexionen (diffuse und gerichtete Anteile) handelt.

Bei der Auswertung der Pulse wird jeweils das "Worst-Case-Szenario" für die Beurteilung ausgewählt. Entsprechend wird jeweils der Puls mit der potentiell höchsten Gefährdung in der Auswertung verwendet.

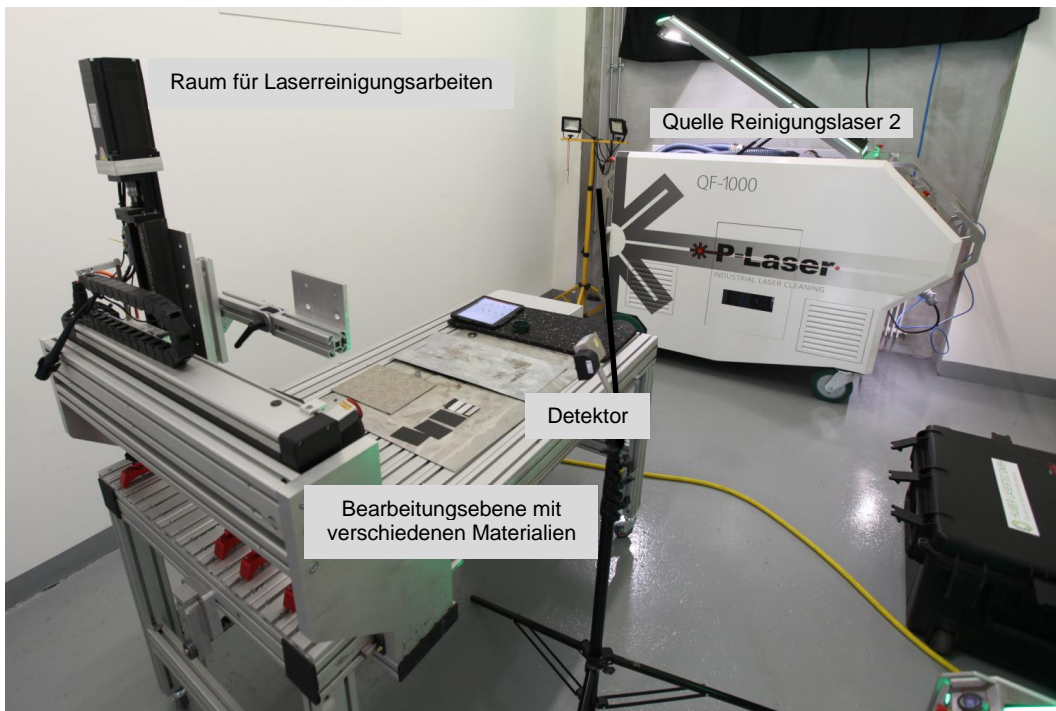


Abbildung 2: Prüfungsraum, welcher zu Reinigungs- und Prüfungszwecke verwendet wird. Ersichtlich ist die Quelle des Reinigungslasers 2, die Bearbeitungsebene mit Prüfungsmaterialien und der Detektor für die Erfassung der Messdaten.

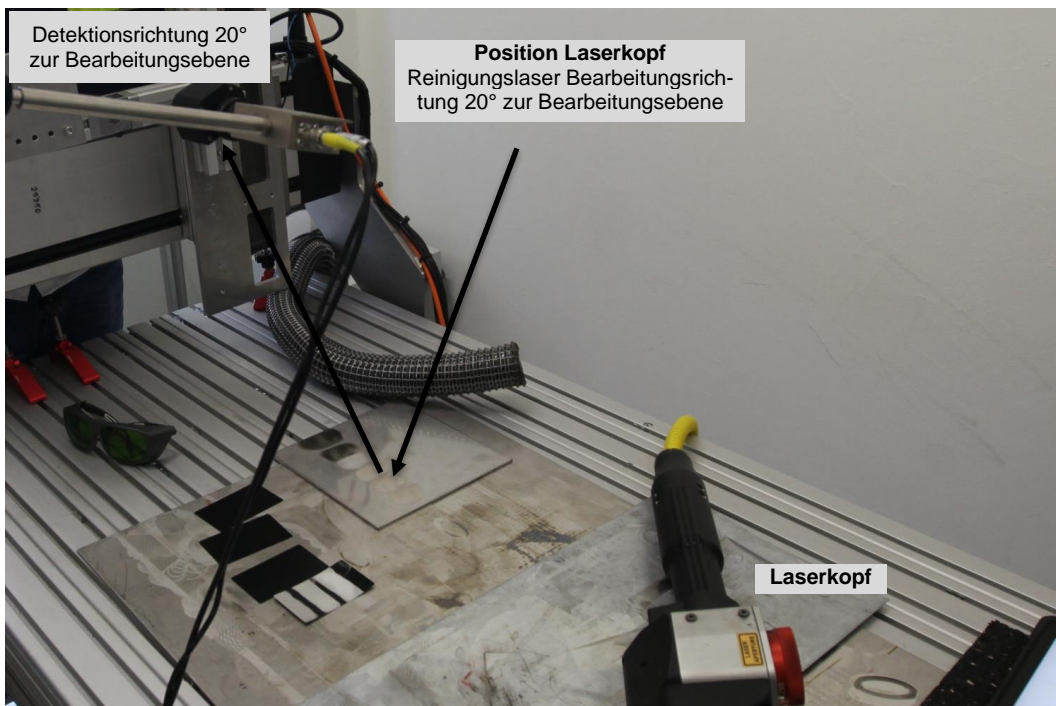


Abbildung 3: Prüfungsaufbau, Positionierung des Detektors mit einer 7 mm Blende für die Beurteilung der Gefährdung des Auges und die Bearbeitungsebene

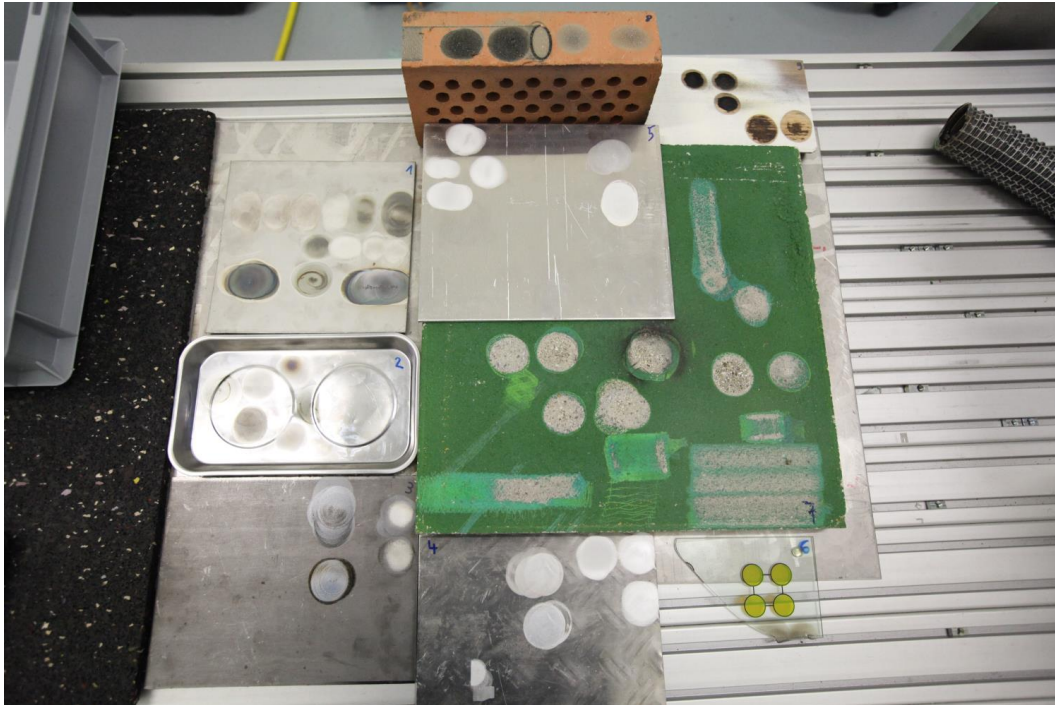


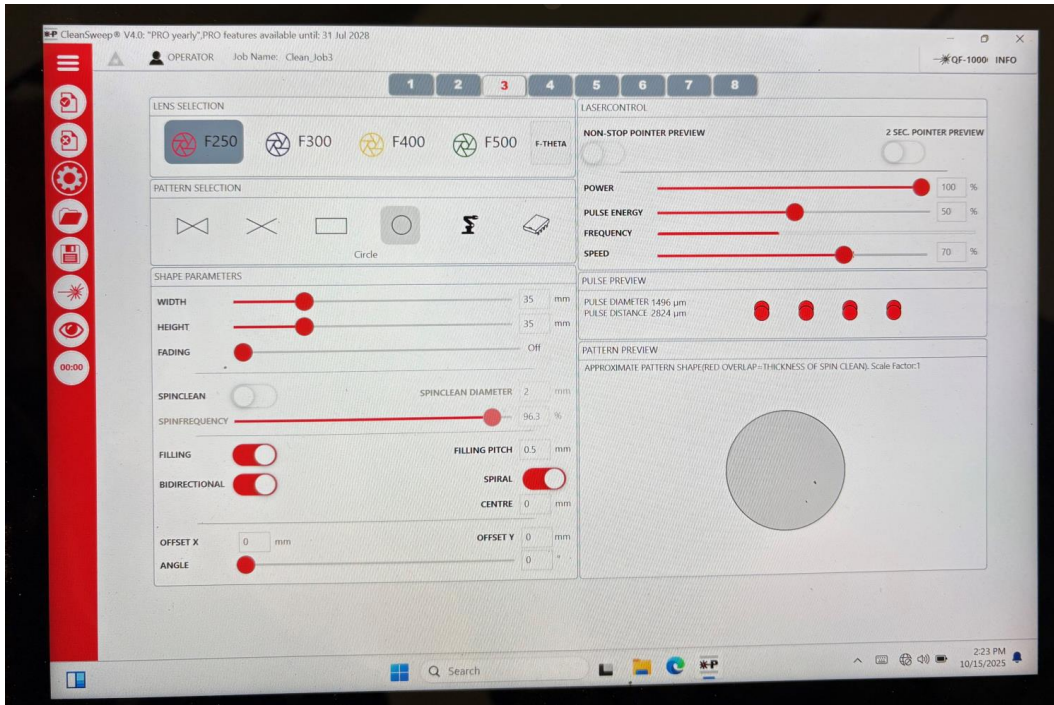
Abbildung 4: Materialien, welche für die Prüfungen verwendet werden (1 – 9)

Nachfolgend ist eine Beschreibung der Materialien, welche für die Prüfungen verwendet werden:

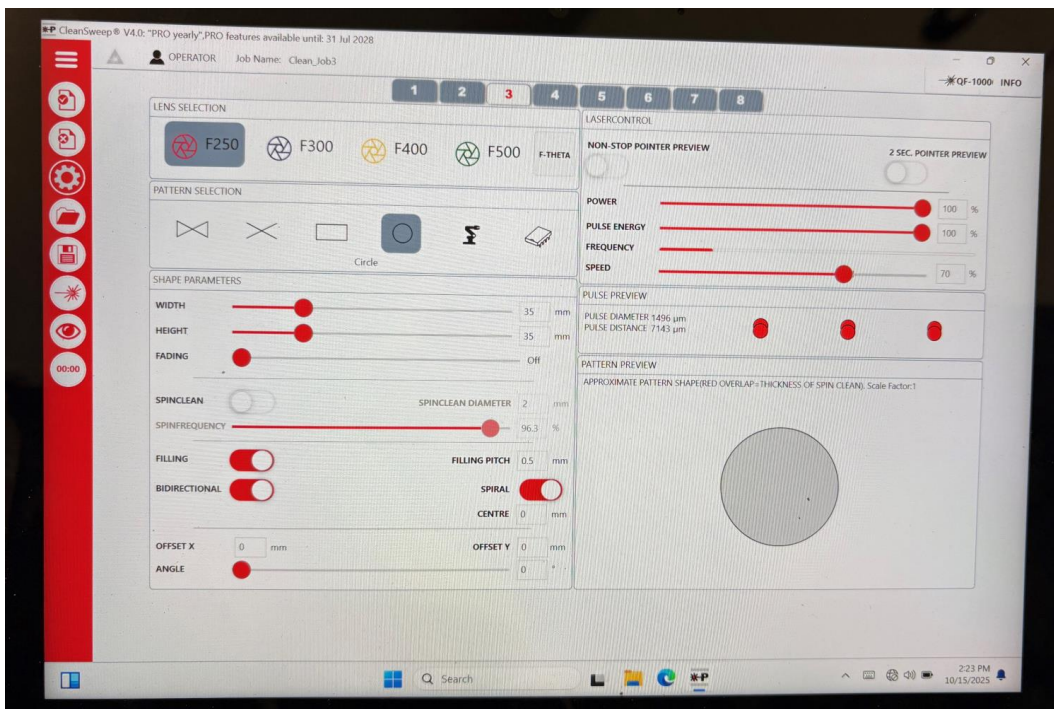
Material Nr.	Material	Beschreibung
1	Edelstahl	Matt
2	Chromstahl	Glanz
3	Stahl	ST37
4	Aluminium	Matt
5	Aluminium	Poliert
6	Glas	Klar
7	Beton	Bemalt
8	Backstein	Unbeschichtet
9	Holz	Lackiert

Prüfbericht Nr. 2025-011119

In den nachfolgenden Bildern sind die Einstellungen während der Prüfungen ersichtlich.



Einstellung Prüfgerät 2, 50 %



Einstellung Prüfgerät 2, 100 %

3. Prüfbedingungen

Die Prüfungen werden bei der Firma P-Laser GmbH, Äussere Heinzenbergstrasse 4, CH-7430 Thusis, durchgeführt.

4. Prüfergebnisse

Für die Beurteilung des Gefährdungspotential wird jeweils die grösste Gefährdung beurteilt, welche abhängig von der jeweiligen Beurteilungsart ist:

- Bei der Auswertung für die Gefährdung des Auges sind die mittleren Leistungen relevant.
- Bei der Auswertung für die Gefährdung der Haut sind die mittleren Leistungen relevant.

4.1 Material 1: Edelstahl

4.1.1 Prüfgerät 1, mittlere Leistung 100 W

Pulsenergie Gerät in %	Max. Leistung P_{\max} , W	Pulsdauer t_p , ns	Repetitionsfrequenz, Hz	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Geforderte optische Dichte, OD	NOHD d_{NOHD} , m
20	48	299	500'000	3'650	3.6	20.8
50	155	77	200'000	1'212	3.1	11.8
100	194	38	100'000	375	2.6	6.42

Gefährdungsbeurteilung für das Auge

Pulsenergie Gerät in %	Mittlere Leistung P_{Haut} , W	Pulsdauer t_p , s	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Gefährdungsabstand Haut d_{Haut} , m
20	7.18	10	75	1.34
50	2.39	10	25	0.70
100	0.73	10	8	0.31

Gefährdungsbeurteilung für die Haut

4.1.2 Prüfgerät 2, mittlere Leistung 1'000 W

Pulsenergie Gerät in %	Max. Leistung P_{\max} , W	Pulsdauer t_p , ns	Repetitionsfrequenz, Hz	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Geforderte optische Dichte, OD	NOHD d_{NOHD} , m
50	1'110	154	20'000	1'740	3.2	14.2
100	1'530	94	10'000	731	2.9	9.11

Gefährdungsbeurteilung für das Auge

Pulsenergie Gerät in %	Mittlere Leistung P_{Haut} , W	Pulsdauer t_p , s	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Gefährdungsabstand Haut d_{Haut} , m
50	3.42	10	35.5	0.87
100	1.44	10	14.9	0.50

Gefährdungsbeurteilung für die Haut

4.2 Material 2: Chromstahl

4.2.1 Prüfgerät 1, mittlere Leistung 100 W

Pulsenergie Gerät in %	Max. Leistung P_{\max} , W	Pulsdauer t_p , ns	Repetitionsfrequenz, Hz	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Geforderte optische Dichte, OD	NOHD d_{NOHD} , m
50	200	197	200'000	4'000	3.6	21.8
100	188	34	100'000	324	2.5	6.0

Gefährdungsbeurteilung für das Auge

Pulsenergie Gerät in %	Mittlere Leistung P_{Haut} , W	Pulsdauer t_p , s	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Gefährdungsabstand Haut d_{Haut} , m
50	7.9	10	81.9	1.4
100	0.64	10	6.6	0.3

Gefährdungsbeurteilung für die Haut

4.2.2 Prüfgerät 2, mittlere Leistung 1'000 W

Pulsenergie Gerät in %	Max. Leistung P_{\max} , W	Pulsdauer t_p , ns	Repetitionsfrequenz, Hz	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Geforderte optische Dichte, OD	NOHD d_{NOHD} , m
50	2'120	96	20'000	2'068	3.3	15.6
100	3'540	98	10'000	1'763	3.2	14.3

Gefährdungsbeurteilung für das Auge

Pulsenergie Gerät in %	Mittlere Leistung P_{Haut} , W	Pulsdauer t_p , s	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Gefährdungsabstand Haut d_{Haut} , m
50	4.1	10	42	0.96
100	3.5	10	36	0.88

Gefährdungsbeurteilung für die Haut

4.3 Material 3: Stahl

4.3.1 Prüfgerät 1, mittlere Leistung 100 W

Pulsenergie Gerät in %	Max. Leistung P_{max}, W	Pulsdauer t_p, ns	Repetitionsfrequenz, Hz	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Geforderte optische Dichte, OD	NOHD d_{NOHD}, m
50	15	117	200'000	178	2.3	4.3
100	17	187	100'000	162	2.2	4.0

Gefährdungsbeurteilung für das Auge

Pulsenergie Gerät in %	Mittlere Leistung P_{Haut}, W	Pulsdauer t_p, s	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Gefährdungsabstand Haut d_{Haut}, m
50	0.35	10	3.6	0.16
100	0.32	10	3.3	0.14

Gefährdungsbeurteilung für die Haut

4.3.2 Prüfgerät 2, mittlere Leistung 1'000 W

Pulsenergie Gerät in %	Max. Leistung P_{max}, W	Pulsdauer t_p, ns	Repetitionsfrequenz, Hz	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Geforderte optische Dichte, OD	NOHD d_{NOHD}, m
50	620	70	20'000	441	2.6	7.00
100	950	39	10'000	188	2.3	4.45

Gefährdungsbeurteilung für das Auge

Pulsenergie Gerät in %	Mittlere Leistung P_{Haut}, W	Pulsdauer t_p, s	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Gefährdungsabstand Haut d_{Haut}, m
50	0.87	10	9.0	0.35
100	0.37	10	3.8	0.17

Gefährdungsbeurteilung für die Haut

4.4 Material 4: Aluminium, matt

4.4.1 Prüfgerät 1, mittlere Leistung 100 W

Pulsenergie Gerät in %	Max. Leistung P_{max} , W	Pulsdauer t_p , ns	Repetitionsfrequenz, Hz	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Geforderte optische Dichte, OD	NOHD d_{NOHD} , m
50	78	41	200'000	325	2.5	6.0
100	192	37	100'000	360	2.6	6.3

Gefährdungsbeurteilung für das Auge

Pulsenergie Gerät in %	Mittlere Leistung P_{Haut} , W	Pulsdauer t_p , s	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Gefährdungsabstand Haut d_{Haut} , m
50	0.64	10	6.6	0.28
100	0.71	10	7.4	0.30

Gefährdungsbeurteilung für die Haut

4.4.2 Prüfgerät 2, mittlere Leistung 1'000 W

Pulsenergie Gerät in %	Max. Leistung P_{max} , W	Pulsdauer t_p , ns	Repetitionsfrequenz, Hz	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Geforderte optische Dichte, OD	NOHD d_{NOHD} , m
50	1'390	71	20'000	1'002	3.0	10.7
100	2'200	102	10'000	1'140	3.1	11.5

Gefährdungsbeurteilung für das Auge

Pulsenergie Gerät in %	Mittlere Leistung P_{Haut} , W	Pulsdauer t_p , s	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Gefährdungsabstand Haut d_{Haut} , m
50	2.0	10	20.5	0.62
100	2.2	10	23.3	0.67

Gefährdungsbeurteilung für die Haut

4.5 Material 5: Aluminium, poliert

4.5.1 Prüfgerät 1, mittlere Leistung 100 W

Pulsenergie Gerät in %	Max. Leistung P_{max} , W	Pulsdauer t_p , ns	Repetitionsfrequenz, Hz	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Geforderte optische Dichte, OD	NOHD d_{NOHD} , m
50	155	223	200'000	3'500	3.5	20.4
100	194	203	100'000	2'001	3.3	15.3

Gefährdungsbeurteilung für das Auge

Pulsenergie Gerät in %	Mittlere Leistung P_{Haut} , W	Pulsdauer t_p , s	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Gefährdungsabstand Haut d_{Haut} , m
50	6.9	10	71.9	1.31
100	3.9	10	40.9	0.94

Gefährdungsbeurteilung für die Haut

4.5.2 Prüfgerät 2, mittlere Leistung 1'000 W

Pulsenergie Gerät in %	Max. Leistung P_{max} , W	Pulsdauer t_p , ns	Repetitionsfrequenz, Hz	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Geforderte optische Dichte, OD	NOHD d_{NOHD} , m
50	2'470	76	20'000	1'908	3.3	14.9
100	3'570	93	10'000	1687	3.2	14.0

Gefährdungsbeurteilung für das Auge

Pulsenergie Gerät in %	Mittlere Leistung P_{Haut} , W	Pulsdauer t_p , s	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Gefährdungsabstand Haut d_{Haut} , m
50	3.8	10	39	0.92
100	3.3	10	34	0.85

Gefährdungsbeurteilung für die Haut

4.6 Material 6: Glas

4.6.1 Prüfgerät 1, mittlere Leistung 100 W

Pulsenergie Gerät in %	Max. Leistung P_{\max} , W	Pulsdauer t_p , ns	Repetitionsfrequenz, Hz	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Geforderte optische Dichte, OD	NOHD d_{NOHD} , m
50	105	237	200'000	2'530	3.4	17.3
100	149	179	100'000	1'355	3.1	12.5

Gefährdungsbeurteilung für das Auge

Pulsenergie Gerät in %	Mittlere Leistung P_{Haut} , W	Pulsdauer t_p , s	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Gefährdungsabstand Haut d_{Haut} , m
50	5.0	10	52	1.10
100	2.7	10	28	0.75

Gefährdungsbeurteilung für die Haut

4.6.2 Prüfgerät 2, mittlere Leistung 1'000 W

Pulsenergie Gerät in %	Max. Leistung P_{\max} , W	Pulsdauer t_p , ns	Repetitionsfrequenz, Hz	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Geforderte optische Dichte, OD	NOHD d_{NOHD} , m
50	350	89	20'000	317	2.5	5.88
100	550	99	10'000	277	2.4	5.47

Gefährdungsbeurteilung für das Auge

Pulsenergie Gerät in %	Mittlere Leistung P_{Haut} , W	Pulsdauer t_p , s	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Gefährdungsabstand Haut d_{Haut} , m
50	0.62	10	6.5	0.27
100	0.54	10	5.7	0.24

Gefährdungsbeurteilung für die Haut

4.7 Material 7: Beton

4.7.1 Prüfgerät 1, mittlere Leistung 100 W

Pulsenergie Gerät in %	Max. Leistung P_{\max} , W	Pulsdauer t_p , ns	Repetitionsfrequenz, Hz	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Geforderte optische Dichte, OD	NOHD d_{NOHD} , m
50	5.0	251	200'000	128	2.1	3.61
100	5.5	71	100'000	20	1.3	1.21

Gefährdungsbeurteilung für das Auge

Pulsenergie Gerät in %	Mittlere Leistung P_{Haut} , W	Pulsdauer t_p , s	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Gefährdungsabstand Haut d_{Haut} , m
50	0.25	10	2.6	0.2
100	0.04	10	0.4	0.1

Gefährdungsbeurteilung für die Haut

4.7.2 Prüfgerät 2, mittlere Leistung 1'000 W

Pulsenergie Gerät in %	Max. Leistung P_{\max} , W	Pulsdauer t_p , ns	Repetitionsfrequenz, Hz	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Geforderte optische Dichte, OD	NOHD d_{NOHD} , m
50	106	98	20'000	106	2.0	3.25
100	147	94	10'000	70	1.8	2.58

Gefährdungsbeurteilung für das Auge

Pulsenergie Gerät in %	Mittlere Leistung P_{Haut} , W	Pulsdauer t_p , s	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Gefährdungsabstand Haut d_{Haut} , m
50	0.21	10	2.2	0.2
100	0.14	10	1.4	0.1

Gefährdungsbeurteilung für die Haut

4.8 Material 8: Backstein

4.8.1 Prüfgerät 1, mittlere Leistung 100 W

Pulsenergie Gerät in %	Max. Leistung P_{\max} , W	Pulsdauer t_p , ns	Repetitionsfrequenz, Hz	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Geforderte optische Dichte, OD	NOHD d_{NOHD} , m
50	4.1	78	200'000	32	1.5	1.64
100	3.7	102	100'000	19	1.3	1.19

Gefährdungsbeurteilung für das Auge

Pulsenergie Gerät in %	Mittlere Leistung P_{Haut} , W	Pulsdauer t_p , s	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Gefährdungsabstand Haut d_{Haut} , m
50	0.06	10	0.7	0.1
100	0.04	10	0.4	0.1

Gefährdungsbeurteilung für die Haut

4.8.2 Prüfgerät 2, mittlere Leistung 1'000 W

Pulsenergie Gerät in %	Max. Leistung P_{\max} , W	Pulsdauer t_p , ns	Repetitionsfrequenz, Hz	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Geforderte optische Dichte, OD	NOHD d_{NOHD} , m
50	138	90	20'000	126	2.1	3.58
100	185	98	10'000	92	2.0	3.01

Gefährdungsbeurteilung für das Auge

Pulsenergie Gerät in %	Mittlere Leistung P_{Haut} , W	Pulsdauer t_p , s	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Gefährdungsabstand Haut d_{Haut} , m
50	0.25	10	2.6	0.2
100	0.18	10	1.9	0.1

Gefährdungsbeurteilung für die Haut

4.9 Material 9: Holz

4.9.1 Prüfgerät 1, mittlere Leistung 100 W

Pulsenergie Gerät in %	Max. Leistung P_{\max} , W	Pulsdauer t_p , ns	Repetitionsfrequenz, Hz	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Geforderte optische Dichte, OD	NOHD d_{NOHD} , m
50	4.2	222	200'000	96	2.0	3.07
100	7.3	130	100'000	48	1.7	2.07

Gefährdungsbeurteilung für das Auge

Pulsenergie Gerät in %	Mittlere Leistung P_{Haut} , W	Pulsdauer t_p , s	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Gefährdungsabstand Haut d_{Haut} , m
50	0.19	10	2.0	0.2
100	0.09	10	1.0	0.1

Gefährdungsbeurteilung für die Haut

4.9.2 Prüfgerät 2, mittlere Leistung 1'000 W

Pulsenergie Gerät in %	Max. Leistung P_{\max} , W	Pulsdauer t_p , ns	Repetitionsfrequenz, Hz	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Geforderte optische Dichte, OD	NOHD d_{NOHD} , m
50	91	85	20'000	79	1.9	2.75
100	240	68	10'000	83	1.9	2.84

Gefährdungsbeurteilung für das Auge

Pulsenergie Gerät in %	Mittlere Leistung P_{Haut} , W	Pulsdauer t_p , s	Überschreitung der MZB-Werte, MZB_{Faktor}	Gefährdungsabstand Haut d_{Haut} , m
50	0.15	10	1.6	0.1
100	0.16	10	1.7	0.2

Gefährdungsbeurteilung für die Haut

5. Gefährdungsbeurteilung

Lasereinrichtungen der Laserklasse 4 sind Geräte, die bei einem direkten Blick in den Strahl normalerweise gefährlich sind, einschliesslich zufälliger Bestrahlung. Gemäss Lasernorm ist Laserstrahlung für das ungeschützte Auge innerhalb des Sicherheitsabstandes (NOHD) gefährlich. Der Grenzwert für die Haut wird innerhalb des "Gefährdungsabstandes Haut" überschritten.

Im Allgemeinen, kann die Haut wesentlich höhere Bestrahlungen durch die Energie von Laserstrahlung ertragen als das Auge.

Ein Laser-Gefahrenbereich, ist der Bereich, in dem die Exposition des Auges und/oder der Haut die jeweiligen maximal zulässigen Bestrahlungswerte (MZB) überschreiten. Um Unklarheiten zu vermeiden, sollten zusätzliche Informationen angegeben werden, ob der Gefahrenbereich auf den Augen- und/oder Haut-MZB-Werten basiert. Im Laser-Gefahrenbereich muss eine ausreichende persönliche Schutzausrüstung verwendet werden, um weder die Augen und/oder die Haut zu gefährden.

6. Messunsicherheit

Optische Leistung $U = 0.08 \cdot P_{\max}$

Pulsdauer $U = 0.01 \cdot t_p$

MZB $U = 0.10 \cdot \text{MZB}$

OD $U = 0.2$

NOHD $U = 0.25 \cdot d_{\text{NOHD}}$

Gefährdungsabstand Haut $U = 0.25 \cdot d_{\text{Haut}}$

Der angegebene Messwert (y) und die dazugehörige Unsicherheit (U) geben den Bereich ($y \pm U$) an, welcher den Wert der gemessenen Grösse mit einer Wahrscheinlichkeit von mindestens 95 % enthält.

Die Messunsicherheit beinhaltet Unsicherheitsbeiträge vom benutzten Normal, vom Messverfahren, von den Umgebungsbedingungen und vom Prüfling. Das Langzeitverhalten des Prüflings wurde nicht berücksichtigt.