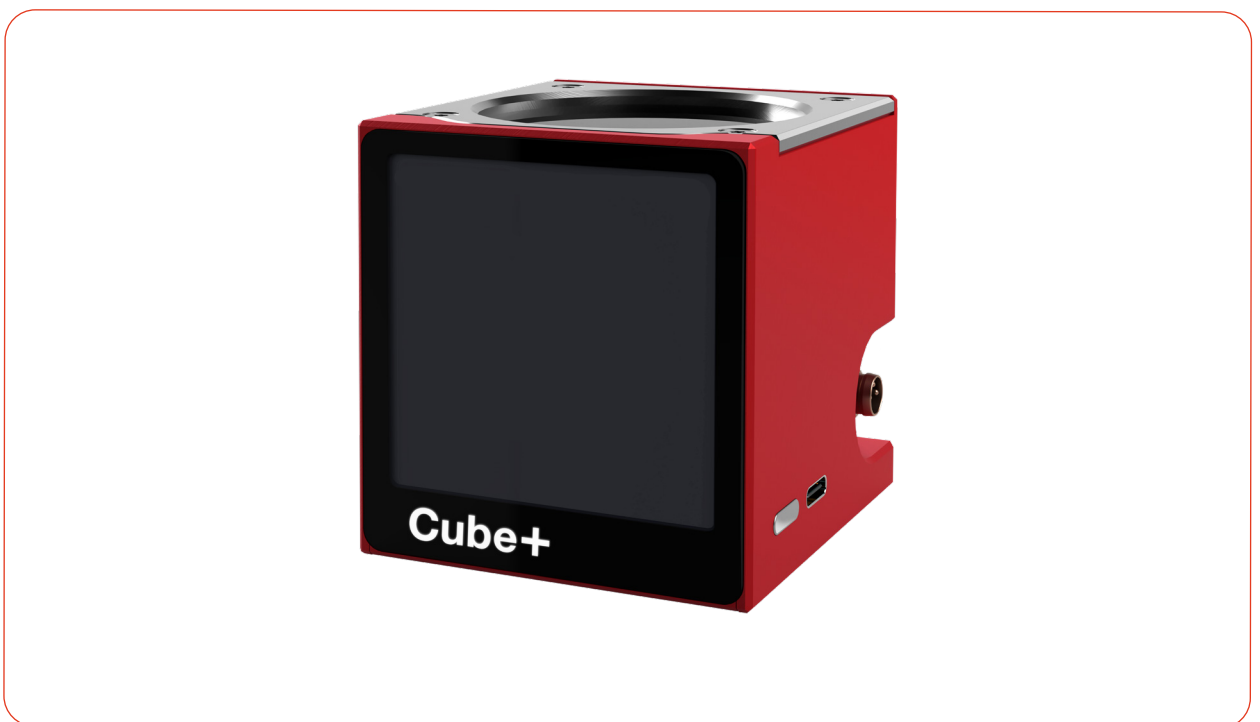


Betriebsanleitung



Cube+

LaserDiagnosticsSoftware LDS

SpotLight App

WICHTIG!

VOR DEM GEBRAUCH SORGFÄLTIG LESEN.

ZUR SPÄTEREN VERWENDUNG AUFBEWAHREN.

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlegende Sicherheitshinweise	7
2	Symbole und Konventionen	8
3	Transport und Lagerung	10
4	Über diese Betriebsanleitung	11
5	Gerätebeschreibung	11
5.1	Lieferumfang und optionales Zubehör	11
5.2	Wichtige Hinweise zum Lithium-Ionen-Akku	12
5.3	Funktionsbeschreibung	12
5.4	Messprinzip.....	13
5.5	Ein-/Austaste	13
5.6	Display	13
6	Anschlüsse	14
6.1	Übersicht der Anschlüsse.....	14
6.2	USB	14
6.3	Bluetooth®	15
7	Montage	16
7.1	Bedingungen am Einbauort.....	16
7.2	Einbau in die Laseranlage.....	16
7.2.1	Montage vorbereiten	16
7.2.2	Mögliche Einbaulagen	16
7.2.3	Cube+ ausrichten	16
7.2.4	Gerät montieren.....	17
7.3	Ausbau aus der Laseranlage	17
8	Software-Installation	18
8.1	LDS installieren	18
9	Einstellen der Laserparameter	18
9.1	Einstellen der Laseranstiegszeit.....	18
9.2	Maximal zulässige Leistungsdichte	19
9.3	Minimaler und maximaler Energieeintrag pro Messung	20
9.4	Wartezeiten bis zur nächsten Messung in Serienmessungen	21
9.5	Messung mit gepulsten Lasern.....	21
10	Messen	22
10.1	Warnhinweise.....	22
10.2	Messen als Stand-alone-Gerät	23
10.2.1	Messung starten	23
10.3	Messen mit der LDS.....	25
10.3.1	Cube+ mit der LDS verbinden/trennen.....	25
10.3.2	Einstellungen in der Gerätesteuerung.....	26
10.3.3	Messung starten	27
10.3.4	Anzeige der Messergebnisse	27
10.3.5	Messungen im Speicher des Cube+ löschen	29
10.4	Messen mit der SpotLight App.....	30

11	Fehlerbehebung	31
11.1	Meldungen beim Messen mit der LDS.....	31
11.2	Verbindungsfehler	32
11.3	Sonstige Fehler	32
12	Wartung und Inspektion	34
12.1	Wartungsintervalle	34
12.2	Reinigung.....	34
12.3	Schutzglas	34
13	Maßnahmen zur Produktentsorgung	36
14	Konformitätserklärung	37
15	Technische Daten	38
16	Abmessungen	39
17	Anhang	40
A	Diagramme zur Ermittlung der max. Laserleistung.....	40
B	GNU GPL Lizenzhinweis	40

PRIMES - das Unternehmen

PRIMES ist Hersteller von Messgeräten zur Laserstrahlcharakterisierung.

Diese Geräte werden zur Diagnostik von Hochleistungslasern eingesetzt. Das reicht von CO₂-Lasern über Festkörper- und Faserlaser bis zu Diodenlasern und den Wellenlängenbereichen UV bis IR.

Ein großes Angebot von Messgeräten zur Bestimmung der folgenden Strahlparameter steht zur Verfügung:

- Laserleistung
- Strahlabmessungen und die Strahlage des unfokussierten Strahls
- Strahlabmessungen und die Strahlage des fokussierten Strahls
- Beugungsmaßzahl M²

Entwicklung, Produktion und Kalibrierung der Messgeräte erfolgt im Hause PRIMES. So werden optimale Qualität, exzellenter Service und kurze Reaktionszeit sichergestellt. Das ist die Basis, um alle Anforderungen unserer Kunden schnell und zuverlässig zu erfüllen.



PRIMES GmbH
Max-Planck-Str. 2
64319 Pfungstadt
Deutschland

Tel +49 6157 9878-0
info@primes.de
www.primes.de

1 Grundlegende Sicherheitshinweise

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Das Gerät wurde ausschließlich für Messungen im Strahl von Hochleistungslasern entwickelt.

Der Gebrauch zu irgendeinem anderen Zweck gilt als nicht bestimmungsgemäß und ist strikt untersagt.

Des Weiteren erfordert ein bestimmungsgemäßer Gebrauch zwingend, dass alle Angaben, Anweisungen, Sicherheits- und Warnhinweise in dieser Betriebsanleitung beachtet werden. Es gelten die in Kapitel 15 „Technische Daten“ auf Seite 38 angegebenen Spezifikationen. Halten Sie alle genannten Grenzwerte ein.

Bei einem nicht bestimmungsgemäßen Gebrauch können das Gerät oder die Anlage, in der das Gerät verwendet wird, beschädigt oder zerstört werden. Außerdem bestehen erhöhte Gefahren für Gesundheit und Leben. Verwenden Sie das Gerät nur auf solche Art, dass dabei keine Verletzungsgefahr entsteht.

Diese Betriebsanleitung ist Bestandteil des Gerätes und sie ist in unmittelbarer Nähe des Einsatzortes, für das Personal jederzeit zugänglich, aufzubewahren.

Jede Person, die mit der Aufstellung, Inbetriebnahme oder Betrieb des Gerätes beauftragt ist, muss die Betriebsanleitung und insbesondere die Sicherheitshinweise gelesen und verstanden haben.

Sollten Sie nach dem Lesen dieser Betriebsanleitung noch Fragen haben, wenden Sie sich bitte zu Ihrer eigenen Sicherheit an PRIMES oder Ihren Lieferanten.

Geltende Sicherheitsbestimmungen beachten

Beachten Sie die sicherheitsrelevanten Gesetze, Richtlinien, Normen und Bestimmungen in den aktuellen Ausgaben, die von staatlicher Seite, von Normungsorganisationen, Berufsgenossenschaften u. a. herausgegeben werden. Beachten Sie insbesondere die Regelwerke zur Lasersicherheit und halten Sie deren Vorgaben ein.

Erforderliche Schutzmaßnahmen

Das Gerät misst direkte Laserstrahlung, emittiert selbst aber keine Strahlung.

Bei der Messung wird der Laserstrahl jedoch auf das Gerät gerichtet. Dabei entsteht gestreute oder gerichtete Reflexion des Laserstrahls (Laserklasse 4). Die reflektierte Strahlung ist in der Regel nicht sichtbar.

Schützen Sie sich bei allen Arbeiten mit dem Gerät vor direkter und reflektierter Laserstrahlung durch folgende Maßnahmen:

- Lassen Sie das Gerät niemals unbeaufsichtigt Messungen durchführen.
- Tragen Sie **Laserschutzbrillen**, die an die verwendete Leistung, Leistungsdichte, Laserwellenlänge und Betriebsart der Laserstrahlquelle angepasst sind.
- Tragen Sie **Schutzkleidung** oder **Schutzhandschuhe**, falls erforderlich.
- Schützen Sie sich vor direkter Laserstrahlung und Streureflexen nach Möglichkeit auch durch trennende Schutzeinrichtungen, die die Strahlung blockieren oder abschwächen.
- Wird das Gerät aus der ausgerichteten Position bewegt, entsteht im Messbetrieb erhöhte gestreute oder gerichtete Reflexion des Laserstrahls. Befestigen Sie das Gerät so, dass es durch unbeabsichtigtes Anstoßen oder Zug an den Kabeln nicht bewegt werden kann.
- Schließen Sie den Safety Interlock der Lasersteuerung an das Gerät an. Prüfen Sie die ordnungsgemäße Abschaltung des Lasers im Fehlerfall durch den Safety Interlock.
- Installieren Sie Sicherheitsschalter oder Notfallsicherheitsmechanismen, die das sofortige Abschalten des Lasers ermöglichen.
- Verwenden Sie geeignete Strahlführungs- und Strahlabsorberelemente, die bei Bestrahlung keine gefährlichen Stoffe freisetzen und die dem Strahl hinreichend widerstehen können.

Qualifiziertes Personal einsetzen

Das Gerät darf ausschließlich durch Fachpersonal bedient werden.
Das Fachpersonal muss in die Montage und Bedienung des Gerätes eingewiesen sein und grundlegende Kenntnisse über die Arbeit mit Hochleistungslasern, Strahlführungssystemen und Fokussiereinheiten haben.

Umbauten und Veränderungen

Das Gerät darf ohne ausdrückliche Zustimmung des Herstellers weder konstruktiv noch sicherheitstechnisch verändert werden. Gleiches gilt für das nicht genehmigte Öffnen, Auseinandernehmen und Reparieren. Das Entfernen von Abdeckungen ist ausschließlich im Rahmen des bestimmungsgemäßen Gebrauchs gestattet.

Haftungsausschluss

Hersteller und Vertreiber schließen jegliche Haftung für Schäden und Verletzungen aus, die direkte oder indirekte Folgen eines nicht bestimmungsgemäßen Gebrauchs oder einer unerlaubten Veränderung des Gerätes oder der zugehörigen Software sind.

2 Symbole und Konventionen

Warnhinweise

Folgende Symbole und Signalwörter weisen in Form von Warnhinweisen auf mögliche Restrisiken hin:



GEFAHR

Bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



WARNUNG

Bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



VORSICHT

Bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

HINWEIS

Bedeutet, dass Sachschaden entstehen **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Produktsicherheitslabel

Am Gerät selbst wird auf Gebote und mögliche Gefahren mit folgenden Symbolen hingewiesen:



Betriebsanleitung beachten!



Kennzeichnung gemäß WEEE-Richtlinie:
Das Gerät darf nicht über den Hausmüll, sondern muss in einer getrennten Elektroaltgeräte-Sammlung umweltverträglich entsorgt werden.



Berühren verboten!

Weitere Symbole und Konventionen in dieser Anleitung



Hier finden Sie nützliche Informationen und hilfreiche Tipps.

- ▶ Kennzeichnet eine einfache Handlungsanweisung.
Stehen mehrere dieser Anweisungen untereinander, ist die Reihenfolge ihrer Ausführung unerheblich oder sie stellen Handlungsalternativen dar.
- 1. Eine nummerierte Liste kennzeichnet eine Folge von Handlungsanweisungen, die in der angegebenen Reihenfolge ausgeführt werden müssen.
- 2.
- ...
- ➔ Kennzeichnet ein Handlungsergebnis zur Erläuterung von Vorgängen, die im Hintergrund ablaufen.
- 👁 Kennzeichnet eine Beobachtungsaufforderung, um die Aufmerksamkeit auf sichtbare Rückmeldungen vom Gerät oder der Software zu lenken.
Beobachtungsaufforderungen erleichtern die Kontrolle, ob eine Handlungsanweisung erfolgreich ausgeführt wurde. Häufig leiten sie auch zur nächsten Handlungsanweisung über.
- 👆 Zeigt auf ein Bedienelement, welches gedrückt/angeklickt werden soll.
- ← Zeigt auf ein im Text beschriebenes Element (z. B. ein Eingabefeld).

3 Transport und Lagerung

Warnhinweise

HINWEIS

Beschädigung/Zerstörung des Gerätes

Durch harte Stöße kann der Absorber im Gerät beschädigt werden.

- ▶ Handhaben Sie das Gerät beim Transport vorsichtig.

HINWEIS

Beschädigung/Zerstörung des Gerätes

Bei hohen Temperaturen kann der Akku in Brand geraten.

- ▶ Das Gerät keinen hohen Temperaturen aussetzen und die Angaben im Kapitel 15 „Technische Daten“ auf Seite 38 beachten.

Versand des Gerätes

Das Gerät ist mit einem fest verbauten Lithium-Ionen-Akku ausgestattet. Eine Entnahme ist nicht vorgesehen.

Das Gerät ist als Gefahrgut zu betrachten.

- ▶ Rechtliche Vorschriften zum Versand beachten.

Bei beschädigten Akkus sind besondere Vorschriften zu beachten:

Beschädigte Akkus können sich selbst entzünden oder giftige Gase freisetzen. Die Akkus müssen durch qualifiziertes Personal, überprüft und falls notwendig ausgesondert oder neu verpackt werden.

Versandangaben zum Akku:

Zell-/Batterie-Typ: Lithium-Ionen

Zelle oder Batterie: Batterie

LC oder Wh Rating: 6,7 Wh

Zell-/Batteriegewicht: 29 g

UN-Klassifizierung: UN 3481: Batterie in Ausrüstung

Gerät lagern

Das Gerät an einem kühlen trockenen Ort lagern. Einen Mindestabstand von 3 m zu brennbaren Materialien einhalten. Das Gerät keiner direkten Sonnenstrahlung aussetzen.

Den Ladestatus des Akkus mindestens alle drei Monate überprüfen, er sollte zwischen 30 % und 70 % liegen.

4 Über diese Betriebsanleitung

Diese Anleitung beschreibt die Installation und Bedienung des Cube+ und das Durchführen von Messungen:

- als Stand-alone-Gerät
- mit der optionalen SpotLight App
- mit der optionalen LaserDiagnosticsSoftware LDS ab der Version 4.1

In dieser Betriebsanleitung wird die Kurzbezeichnung LDS verwendet.

Mit der PRIMES SpotLight App für iOS und Android lassen sich Messungen direkt auf dem Smartphone mobil auswerten und dokumentieren. Die App ist kostenlos im Apple App Store / Google Play Store verfügbar.

Für den Messbetrieb mit einem PC muss die LDS auf dem PC installiert sein.

Für weitere Informationen siehe: www.primes.de/de/support/downloads/software.

Diese Betriebsanleitung beinhaltet eine kurze Einführung in die Verwendung der LDS für Messungen. Eine ausführliche Beschreibung der Softwareinstallation, der Dateiverwaltung und Auswertung der Messdaten der gesonderten Anleitung zur LDS oder der Onlinehilfe entnehmen.



Diese Bedienungsanleitung beschreibt die zum Zeitpunkt der Erstellung gültige Softwareversion. Ob eine neuere Version verfügbar ist, kann mit Hilfe des nebenstehend QR-Code oder unter:

www.primes.de/de/support/downloads/software geprüft werden.



5 Gerätebeschreibung

5.1 Lieferumfang und optionales Zubehör

Folgende Teile sind im Lieferumfang enthalten:

- Cube+
- Kabel USB 3.0, USB-A/USB-C, 2 m
- Safety Interlockkabel mit einseitiger Buchse M8, 2 m
- Transport- und Aufbewahrungstasche

Das folgende Zubehör ist optional erhältlich:

- LaserDiagnosticsSoftware LDS
- SpotLight App

5.2 Wichtige Hinweise zum Lithium-Ionen-Akku



WARNUNG

Gefahren für Gesundheit und Umwelt

Bei einer Beschädigung des Akkus können Flüssigkeiten (Elektrolyte) austreten. Diese sind reizend und können giftige Gase freisetzen. Bei hohen Temperaturen kann der Akku in Brand geraten.

- ▶ Handhaben Sie das Gerät vorsichtig.
- ▶ Das Gerät keinen hohen Temperaturen aussetzen.
- ▶ Im Fall einer Beschädigung: Dämpfe nicht einatmen, Kontakt mit Augen und Haut vermeiden.

Akku laden

Der Akku hat eine Kapazität von 1 800 mAh. Der Akku kann mit einem max. Ladestrom von 1 A geladen werden. Die Ladezeit beträgt ca. 1 Stunde. Bei einem Ladestrom von 500 mA beträgt die Ladezeit ca. 2,5 Stunden.

Laden Sie den Akku vor der ersten Nutzung des Cube+ vollständig auf. Das erste vollständige Laden benötigt ca. 3 Stunden.

Verwenden Sie zum Laden ausschließlich das mitgelieferte USB-Kabel.

Laden Sie den Akku nicht unbeaufsichtigt, z. B. über Nacht.

5.3 Funktionsbeschreibung

Dank der Ein-Knopf-Bedienung ist der Cube+ sofort einsatzbereit – ohne komplexe Einstellungen. Er misst Laserleistungen von 25 W bis 12 kW und eignet sich damit für eine Vielzahl industrieller Anwendungen.

Moderne Schnittstellen ermöglichen eine einfache Integration in bestehende Mess- und Produktionsumgebungen. Durch einen USB-C Anschluss sowie eine API-Schnittstelle für automatisierte Messungen bietet der Cube+ eine einfache Integration in digitale Workflows.

Mit der PRIMES SpotLight App für iOS und Android lassen sich Messungen direkt auf dem Smartphone mobil auswerten und dokumentieren.

Noch mehr Möglichkeiten zur Analyse, Dokumentation und Prozesskontrolle bietet die Verbindung des Cube+ mit der LDS.

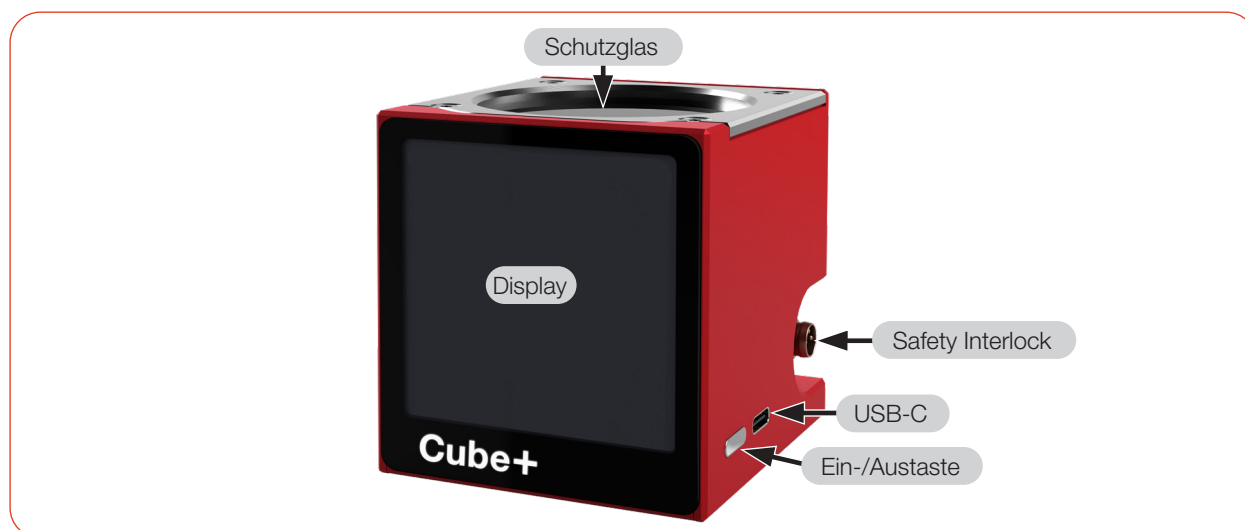


Abb. 5.1: Cube+

5.4 Messprinzip

Der Cube+ ermittelt die Leistung von Hochleistungslasern mittels des kalorimetrischen Messprinzips.

Für eine Messung wird der Absorber des Cube+ für kurze Zeit mit Laserstrahlung beaufschlagt. Die daraus resultierende Temperaturerhöhung im Absorber wird erfasst und die eingetragene Energie daraus berechnet.

Parallel erfasst der Cube+ mithilfe einer Photodiode die Einschaltzeit (Pulslänge). Die Leistung ergibt sich aus dem Quotienten von Energie und Zeit.

Das Messprinzip ist unempfindlich gegenüber Starttemperatur, Strahlhöhe und Strahlgröße und eignet sich daher besonders für anspruchsvolle und individuelle Messaufgaben, beispielsweise im Anlagenservice.

5.5 Ein-/Austaste

Die Ein-/Austaste hat mehrere Funktionen:

Tastendruck	Funktion
Kurzes Drücken	Einschalten (Der Cube+ benötigt ca 5s Startzeit)
Nochmaliges kurzes Drücken	Zum nächsten Screen wechseln
2 Sekunden	History Screen anzeigen
Nochmalig 2 Sekunden	Zum Ready to Measure Screen wechseln
5 Sekunden	Ausschalten

Tab. 5.1: Funktionen der Ein-/Austaste

5.6 Display



Abb. 5.2: Measurement Screen

6 Anschlüsse

6.1 Übersicht der Anschlüsse

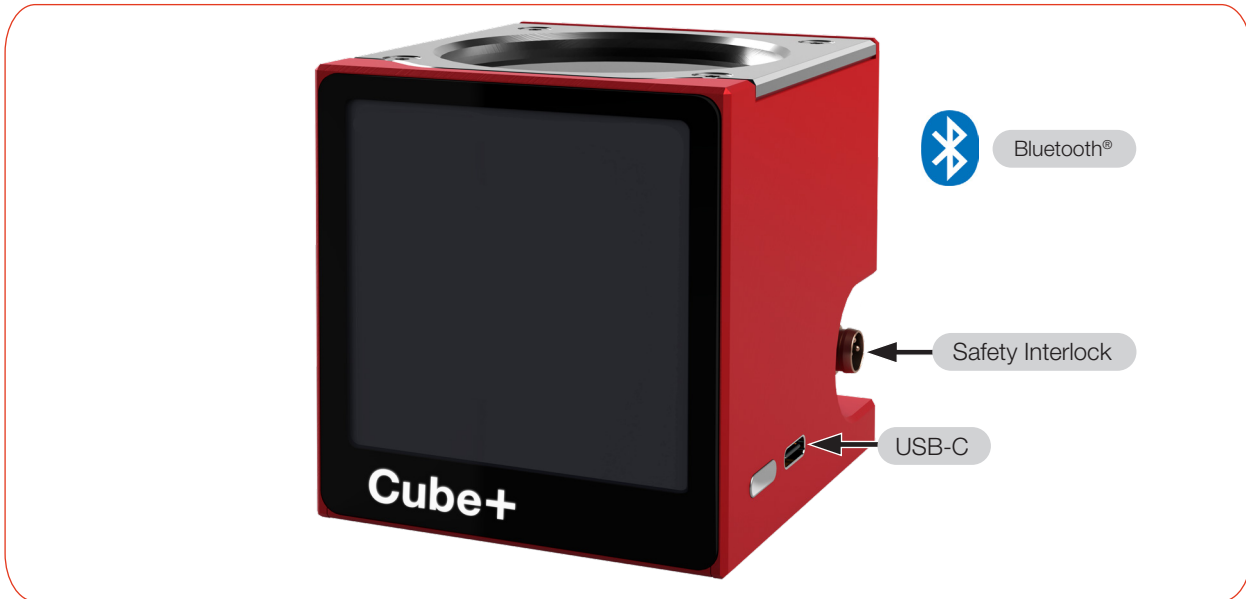


Abb. 6.1: Übersicht der Anschlüsse

6.2 USB

Der Cube+ verfügt über einen USB-C Anschluss.

Über den USB-Anschluss wird der Akku geladen und es kann mit der LDS kommuniziert werden.

Der Cube+ startet nach dem Einstecken des USB-Kabels automatisch.

<p>Es wird der Treiber usbser.sys verwendet. Dieser Treiber ist Teil der in Windows enthaltenen Treiberpakete.</p> <p>Der Treiber wird automatisch installiert, sobald der USB-Anschluss verwendet wird.</p>	
<p>Die erfolgreiche Installation wird angezeigt.</p>	
<p>Der Cube+ wird im Geräte-Manager als Seriell USB-Gerät angezeigt.</p>	

Tab. 6.1: USB-Treiberinstallation

6.3 Bluetooth®

Im Cube+ ist ein Bluetooth®-Interface integriert. Damit ist eine drahtlose Verbindung zum PC, Tablet oder Smartphone möglich.

Zuerst die Bluetooth®-Funktion auf dem Endgerät aktivieren, bevor der Cube+ eingeschaltet wird. Die Bluetooth®-Funktion des Cube+ ist sofort nach dem Einschalten aktiv.

Safety Interlock



GEFAHR

Brandgefahr; Beschädigung/Zerstörung des Gerätes

Der Safety Interlock überwacht die Betriebsbedingungen des Gerätes.

Ist der Safety Interlock nicht angeschlossen, kann das Gerät durch Überhitzung beschädigt werden oder einen Brand verursachen.

- ▶ Den Safety Interlock so an den Sicherheitskreis der Lasersteuerung anschließen, dass bei fehlerhaften Betriebsbedingungen der Laser ausgeschaltet wird.
- ▶ Die ordnungsgemäße Abschaltung des Lasers durch den Safety Interlock prüfen.

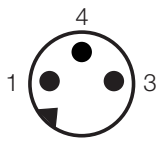
Die Verwendung des Safety Interlock schützt den Cube+ in vielen Situationen vor einer Beschädigung. Dennoch kann es in Abhängigkeit der Parameter des zu vermessenden Laserstrahls, zu Schäden am Absorber kommen.

Die Angaben zu minimalem und maximalem Energieeintrag pro Messung gemäß Kapitel 15 „Technische Daten“ auf Seite 38 beachten.

Aufgrund der zeitlich verzögerten Wärmeverteilung kann die Temperatur des Absorbers während der Bestrahlung kurzfristig auf über 120 °C ansteigen. Um ein Auslösen des Safety Interlock zu vermeiden, wird während der Bestrahlung die Interlock-Schwelle auf 200 °C erhöht.

Ist die Temperatur des Absorbers nach beendeter Messung über 120 °C, wird zum Schutz des Absorbers der Safety Interlock ausgelöst. Damit wird verhindert, dass der Cube+ erneut bestrahlt werden kann.

Pinbelegung Einbaustecker M8, 3-polig (Ansicht auf Stecker am Gerät; Farbe: Aderfarben des Kabels)

	Pin	Farbe	Funktion
	1	Braun	Mit Pin 4 verbunden wenn betriebsbereit
	3	Blau	Mit Pin 4 verbunden im Fehlerfall
	4	Schwarz	Gemeinsamer Pin

Ein passendes Anschlusskabel mit freien Enden ist im Lieferumfang enthalten.

Tab. 6.2: Pinbelegung des Safety Interlock-Anschlusses

7 Montage

7.1 Bedingungen am Einbauort

- Der Cube+ darf nicht in kondensierender Atmosphäre betrieben werden.
- Die Umgebungsluft muss frei von Gasen und Aerosolen sein, die die Laserstrahlung beeinträchtigen (z. B. organische Lösungsmittel, Rauch, Schwefelhexafluorid).
- Den Cube+ vor Spritzwasser und Staub schützen.
- Den Cube+ nur in geschlossenen Räumen betreiben.

7.2 Einbau in die Laseranlage

7.2.1 Montage vorbereiten

1. Den Laserstrahl ausschalten.
2. Sicherstellen, dass alle beweglichen Teile, z. B. Roboterarme, etc. im Stillstand sind und dass diese nicht unbeabsichtigt in Bewegung gebracht werden können.

7.2.2 Mögliche Einbaulagen

Der Cube+ kann in beliebiger Lage montiert werden.

7.2.3 Cube+ ausrichten

Der Laserstrahl sollte die Eintrittsapertur mittig und senkrecht treffen. Im Normalfall wird der Cube+ unterhalb der Fokusebene in den Strahlengang eingebracht. Ist dies nicht möglich, kann der Cube+ auch oberhalb der Fokusebene positioniert werden.

Die unterschiedlichen Grenzwerte beachten, siehe Kapitel 15 „Technische Daten“ auf Seite 38):

- den max. Strahldurchmesser von 30 mm am Absorber
- die max. zulässige Leistungsdichte am Absorber in Abhängigkeit vom Strahldurchmesser
- die max. Toleranz zum mittigen Strahleinfall von $\pm 2,0$ mm
- den max. Einfallswinkel von $\pm 5^\circ$ senkrecht zur Eintrittsapertur

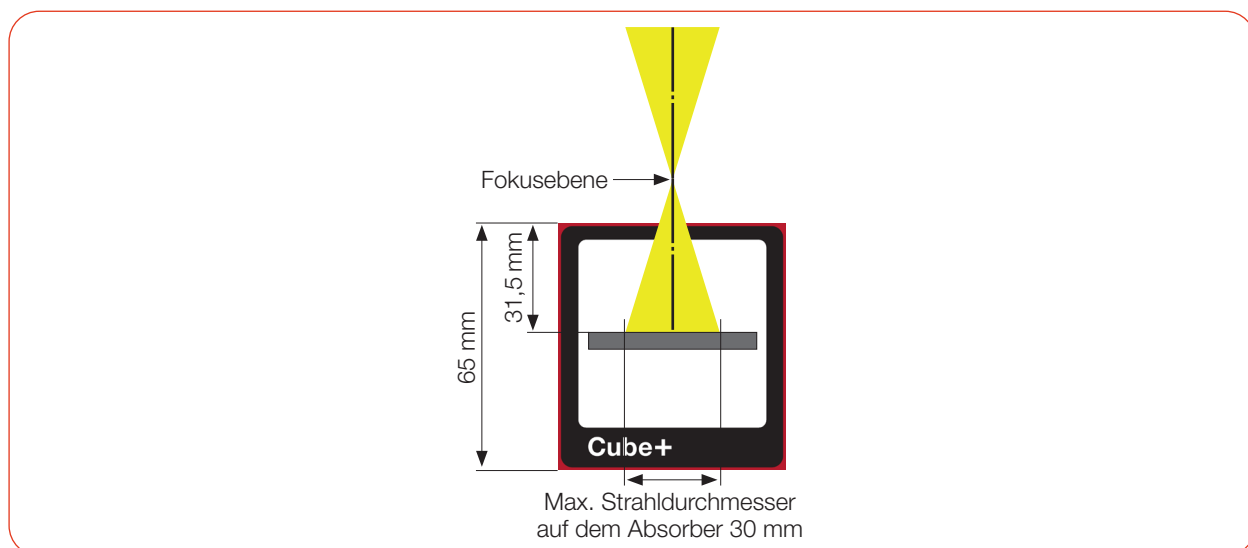


Abb. 7.1: Ausrichtung zum Laserstrahl

7.2.4 Gerät montieren



GEFAHR

Schwere Verletzungen der Augen oder der Haut durch Laserstrahlung

Wird das Gerät aus der ausgerichteten Position bewegt, entsteht im Messbetrieb erhöhte gestreute oder gerichtete Reflexion des Laserstrahls (Laserklasse 4).

- ▶ Montieren Sie das Gerät so, dass es durch unbeabsichtigtes Anstoßen oder Zug an den Leitungen nicht bewegt werden kann.

HINWEIS

Beschädigung/Zerstörung des Gerätes

Verschmutzungen und Fingerabdrücke am Schutzglas können im Messbetrieb zur Beschädigung oder zum Zerspringen/Splittern des Schutzglases führen.

- ▶ Berühren Sie das Schutzglas nicht mit bloßen Händen.
- ▶ Das Schutzglas regelmäßig prüfen. Es kann gereinigt oder ausgetauscht werden (siehe Kapitel 12 „Wartung und Inspektion“ auf Seite 34).
- ▶ Betreiben Sie das Gerät nur mit einem sauberen Schutzglas.

1. Den Cube+ an den Befestigungsgewinden montieren.
2. Den sicheren Sitz des Cube+ prüfen. Der Cube+ darf sich nicht mehr bewegen lassen.
3. Das Safety Interlockkabel an den Sicherheitskreis der Lasersteuerung anschließen.

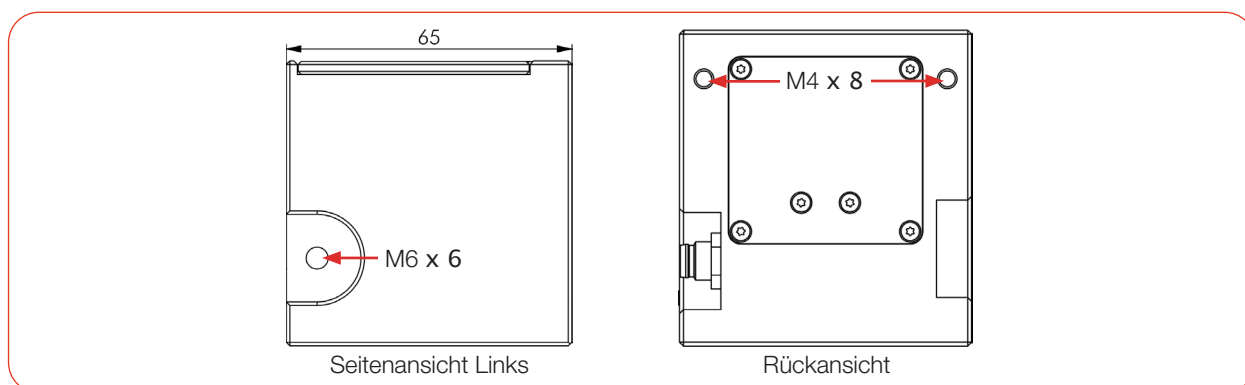


Abb. 7.2: Befestigungsgewinde im Gehäuse (Maße in mm)

7.3 Ausbau aus der Laseranlage

1. Den Laserstrahl ausschalten.
2. Sicherstellen, dass alle beweglichen Teile, z. B. Roboterarme, etc. im Stillstand sind und dass diese nicht unbeabsichtigt in Bewegung gebracht werden können.
3. Den Cube+ ausschalten.
4. Alle Verbindungen trennen.
5. Die Befestigungsschrauben herausschrauben.
6. Den Cube+ aus der Laseranlage nehmen.

8 Software-Installation

8.1 LDS installieren



Die LDS ist nicht im Lieferumfang enthalten. Informationen zum Download unter: www.primes.de/de/support/downloads/software.

1. Stellen Sie sicher:
 - Die Systemvoraussetzungen sind erfüllt
 - Sie haben Administratorrechte
 2. Schließen Sie alle Programme auf Ihrem PC.
 3. Laden Sie die LDS über den Downloadlink herunter
 4. Doppelklicken Sie auf die LDS_Setup.exe-Datei um die Installation zu starten.
 5. Folgen Sie den Anweisungen auf dem Bildschirm.
- ➔ Der Standard-Speicherort ist:
C:\Programme\Primes\LaserDiagnosticsSoftware.

Systemvoraussetzungen:

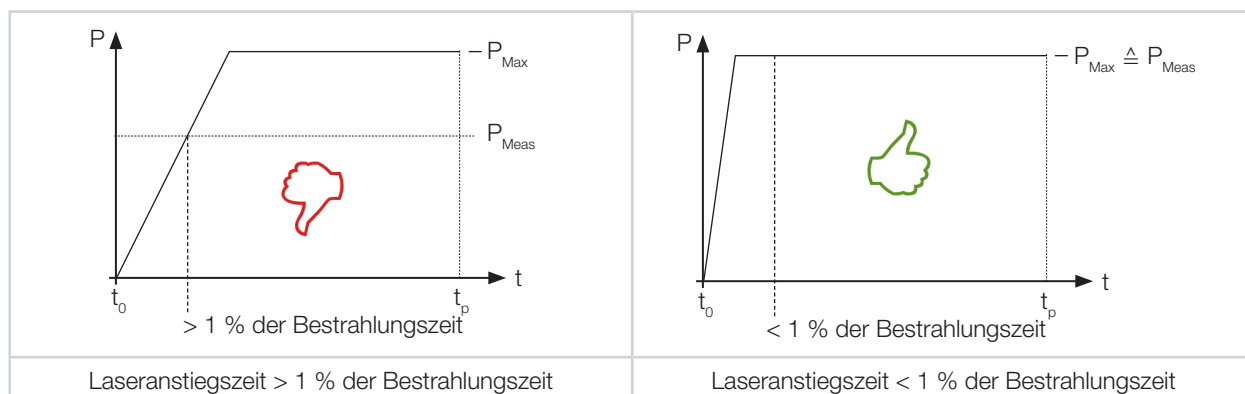
- Intel Pentium Core i3 oder besser
- Windows 10/11 (64-Bit-Version)
- Mindestens 4 GB RAM, empfohlen 8 GB RAM
- Bildschirmauflösung: Full HD (1 920 x 1 080)
- USB-A oder Bluetooth

9 Einstellen der Laserparameter

9.1 Einstellen der Laseranstiegszeit

Die anwendbare Bestrahlungszeit liegt zwischen 0,1 s und 2,0 s, die als Pulsdauer/Messdauer auf die Steuerung der Laserstrahlquelle zu übertragen ist. Die maximale Laseranstiegszeit für die Leistungsmessung darf 1 % der Bestrahlungszeit nicht überschreiten. Dieser Grenzwert sollte eingehalten werden, um Verfälschungen der Leistungsmessung zu vermeiden.

Bei einigen Laserstrahlquellen sind in den Werkseinstellungen Leistungsrampen bis zu einigen 100 ms zum Einschalten der Laserstrahlung vorgegeben. Um eine hohe Messgenauigkeit zu erreichen muss die kürzest mögliche Anstiegszeit eingestellt werden.



9.2 Maximal zulässige Leistungsdichte

Um Schäden am Absorber zu vermeiden, darf die maximal zulässige Leistungsdichte am Absorber nicht überschritten werden. Je nach Strahldurchmesser sind die zugelassenen Leistungsdichten unterschiedlich.

Eine Liste der zulässigen Leistungsdichten in Abhängigkeit vom Strahldurchmesser finden Sie im Kapitel 15 „Technische Daten“ auf Seite 38. Die Leistungsdichte in kW/cm² errechnet sich gemäß der Formel:

$$\text{Leistungsdichte} = \frac{P_{\text{Laserleistung in kW}}}{\pi \cdot r^2_{\text{Strahlradius in cm}}}$$

Formel 9.1: Berechnung der Leistungsdichte

Zur Ermittlung der maximalen Laserleistung wird das Ergebnis mit einem Sicherheitsfaktor von 2 gewichtet. Der Sicherheitsfaktor gleicht das Verhältnis von maximaler zur mittleren Leistungsdichte eines Gauß-Strahls (Fernfeld) aus. Die maximal zulässige Laserleistung in kW in Abhängigkeit vom Strahlradius errechnet sich gemäß der Formel:

$$P_{\text{Laserleistung in kW}} = \text{max. Leistungsdichte} \frac{\text{kW}}{\text{cm}^2} \cdot \pi \cdot r^2_{\text{Strahlradius in cm}} \cdot \frac{1}{2}$$

Formel 9.2: Berechnung der zulässige Laserleistung in Abhängigkeit vom Strahlradius

Beispiel:

Bei einem Strahldurchmesser 3 – 1,5 mm kann der Cube+ eine maximale Leistungsdichte von 10 kW/cm² absorbieren. Bei einem Strahldurchmesser von 3 mm (Strahlradius 0,15 cm) berechnet sich die maximal zulässige Laserleistung wie folgt:

$$P \text{ in kW} = 10 \text{ kW/cm}^2 \cdot \pi \cdot 0,15 \text{ cm} \cdot 0,15 \text{ cm} \cdot \frac{1}{2} = 0,353 \text{ kW} = 353 \text{ W}$$

Formel 9.3: Beispielrechnung



Zur schnellen Ermittlung der maximal zulässigen Laserleistung in Abhängigkeit von der Bestrahlungszeit oder dem Strahldurchmesser sind zwei Diagramme im Anhang „A Diagramme zur Ermittlung der max. Laserleistung“ auf Seite 40 enthalten.

9.3 Minimaler und maximaler Energieeintrag pro Messung

Entscheidend für eine genaue und reproduzierbare Messung ist der gemessene Temperaturanstieg im Absorber. Unabhängig von der Starttemperatur empfehlen wir einen Energieeintrag von ca. 300 J pro Messung.

Beispiel: Bei 1 kW Laserleistung beträgt die empfohlene Pulsdauer 300 ms.

$$E = P \cdot t = 1\,000\text{ W} \cdot 0,3\text{ s} = 300\text{ J}$$

Abb. 9.1 zeigt den zulässigen Energieeintrag für eine Messung in Abhängigkeit von der Absorbtemperatur.

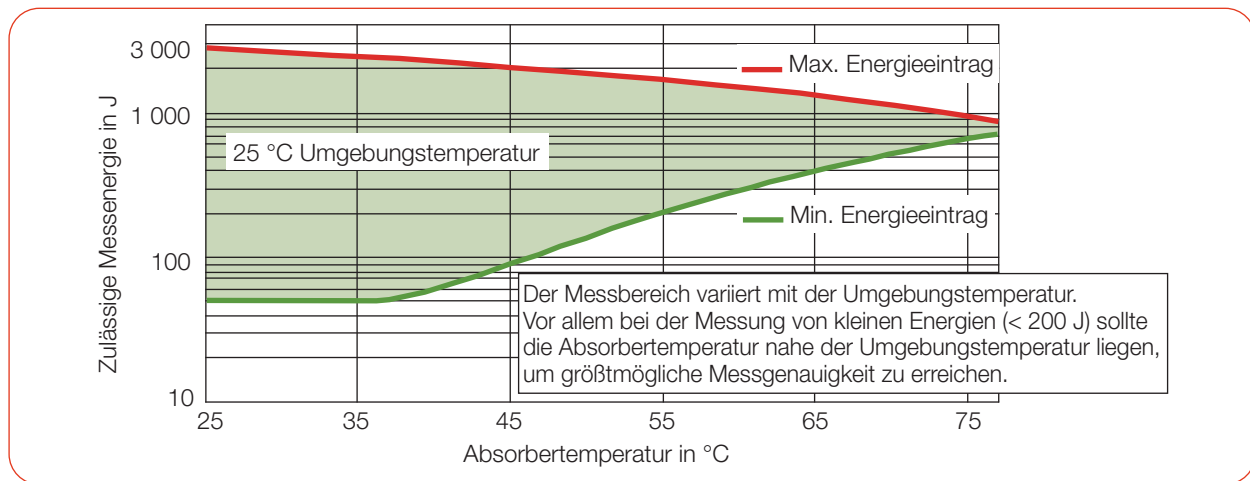


Abb. 9.1: Messbereich in Abhängigkeit von der Absorbtemperatur

Der minimale Energieeintrag gibt die unteren Grenzwerte an, mit denen Messungen noch innerhalb der spezifizierten Genauigkeit durchgeführt werden können. Der maximale Energieeintrag beschreibt die Grenze, bei der der Absorber seine zulässige Grenztemperatur erreicht. Im grün dargestellten Bereich kann die Energie, z. B. für mehrfaches Messen (Serienmessungen) aufgeteilt werden.

Ist die Absorbtemperatur höher als 100 °C sollte keine weitere Messung mehr erfolgen. Bitte warten Sie in diesem Fall solange, bis die Absorbtemperatur auf unter 50 °C gefallen ist (je nach gewähltem Energieeintrag). Die Grenzwerte entnehmen Sie bitte der Abb. 9.1 und der Tab. 9.1.

Absorbtemperatur in °C	Min. Energieeintrag in J	Max. Energieeintrag in J
20	50	3 000
25	50	2 800
30	50	2 600
35	50	2 400
40	60	2 200
45	90	2 100
50	140	1 900
55	200	1 700
60	290	1 500
65	390	1 300
70	520	1 100

Tab. 9.1: Absorbtemperatur mit Energieeintrag (Umgebungstemperatur 20 °C)

9.4 Wartezeiten bis zur nächsten Messung in Serienmessungen

Bei hohen Messfrequenzen kann die Messgenauigkeit eingeschränkt sein. Für Serienmessungen innerhalb der angegebenen Genauigkeit werden die folgenden Wartezeiten vor der nächsten Messung empfohlen.

Energieeintrag in J	Wartezeit in s
200	50
400	100
600	150
800	200
1 000	250

Tab. 9.2: Wartezeiten bis zur nächsten Messung in Serienmessungen

9.5 Messung mit gepulsten Lasern

Bei gepulster Laserstrahlung ist eine korrekte Bestrahlungszeitmessung bis 10 kHz Pulsfrequenz und einem Tastverhältnis von 50 % möglich. Bei einer On/Off Time kleiner 50 μ s ist die Bestrahlungszeitmessung nicht mehr korrekt.

Bei gepulsten Lasern erkennt der Cube+ die Anzahl der Pulse n und die Anzahl der Pulspausen $n-1$. Da die letzte Pulspause t_{off} physikalisch bedingt nicht gemessen wird und dies bei einer niedrigen Anzahl an Pulsen zu einer erhöhten Anzeige der mittleren Leistung führen würde, wird eine Korrektur der mittleren Leistung auf Basis der korrigierten Messdauer vorgenommen (siehe Abb. 9.2).

Bei cw-Lasern bzw. einem Puls entspricht die mittlere Leistung der max. Leistung eines Pulses.

Bei der Messung gepulster Laser sind die technische Spezifikation gemäß Kapitel 15 „Technische Daten“ auf Seite 38 zu beachten.

Bei Messungen außerhalb der Spezifikation kann es zu einer fehlerhaften Berechnung der Anzahl der Pulse kommen. Dies wirkt sich auf die errechnete Pulsleistung aus. Nicht aber auf die berechnete mittlere Laserleistung und Energie.

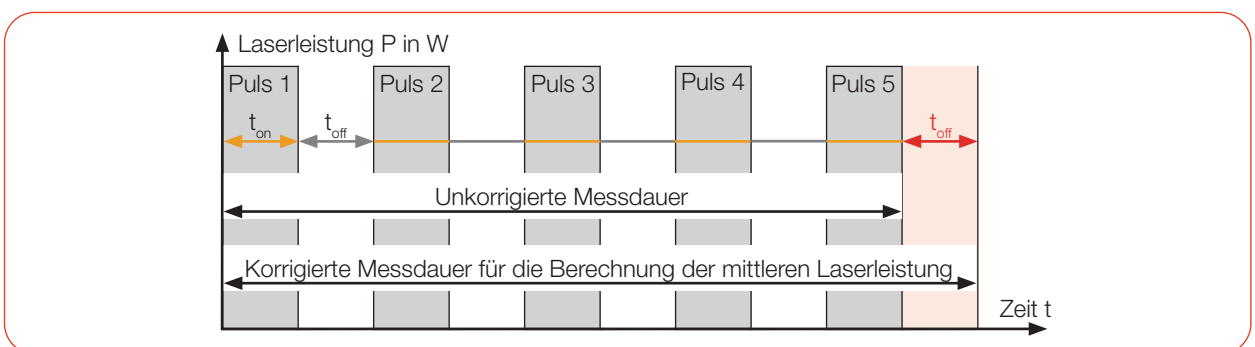


Abb. 9.2: Unkorrigierte und korrigierte Messdauer bei gepulsten Lasern

10 Messen

10.1 Warnhinweise



GEFAHR

Schwere Verletzungen der Augen oder der Haut durch Laserstrahlung

Während der Messung wird der Laserstrahl auf das Gerät geleitet. Dabei entsteht gestreute oder gerichtete Reflexion des Laserstrahls (Laserklasse 4).

Das Gerät darf nur unter Beachtung der folgenden Schutzmaßnahmen betrieben werden:

- ▶ Tragen Sie **Laserschutzbrillen**, die an die verwendete Leistung, Leistungsdichte, Laserwellenlänge und Betriebsart der Laserstrahlquelle angepasst sind.
- ▶ Tragen Sie geeignete **Schutzkleidung** und **Schutzhandschuhe**.
- ▶ Schützen Sie sich vor Laserstrahlung durch trennende Vorrichtungen (z. B. durch Abschirmwände).



GEFAHR

Schwere Verletzungen der Augen oder der Haut durch Laserstrahlung

Wird das Gerät aus der ausgerichteten Position bewegt, entsteht im Messbetrieb erhöhte gestreute oder gerichtete Reflexion des Laserstrahls (Laserklasse 4).

- ▶ Montieren Sie das Gerät so, dass es durch unbeabsichtigtes Anstoßen oder Zug an den Leitungen nicht bewegt werden kann.



GEFAHR

Brandgefahr; Beschädigung/Zerstörung des Gerätes

Der Safety Interlock überwacht die Betriebsbedingungen des Gerätes.

Ist der Safety Interlock nicht angeschlossen, kann das Gerät durch Überhitzung beschädigt werden oder einen Brand verursachen.

- ▶ Den Safety Interlock so an den Sicherheitskreis der Lasersteuerung anschließen, dass bei fehlerhaften Betriebsbedingungen der Laser ausgeschaltet wird.
- ▶ Die ordnungsgemäße Abschaltung des Lasers durch den Safety Interlock prüfen.

HINWEIS

Beschädigung/Zerstörung des Gerätes

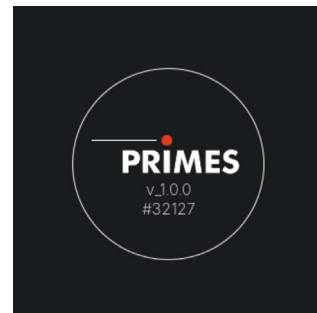
Die Ausrichthilfe wird durch Laserstrahlung zerstört.

- ▶ Entfernen Sie die Ausrichthilfe vor dem Einschalten des Lasers.

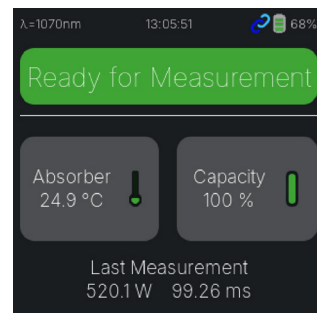
10.2 Messen als Stand-alone-Gerät

10.2.1 Messung starten

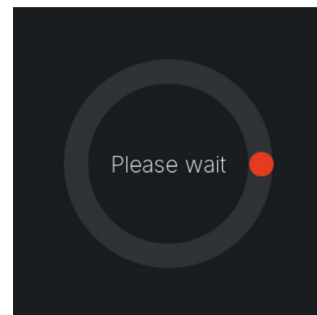
1. Die Ein-/Austaste kurz drücken.
- 👁️ Nach 5 Sekunden wird das **Bootup-Logo** angezeigt.



- 👁️ Der **Ready to Measure** Screen erscheint.
- ▶ Vor der Messung das Kapitel 9 „Einstellen der Laserparameter“ auf Seite 18 beachten.
2. Schalten Sie den Laser ein.
- ▶ Die Messung wird automatisch gestartet.
- 👁️ Die aktuelle Temperatur und die Kapazität des Absorbers werden ständig angezeigt.



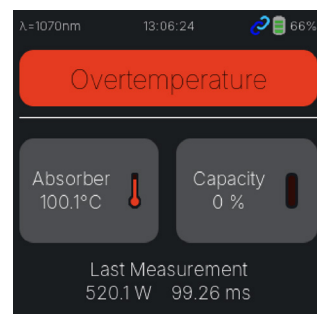
- 👁️ Während der Messung wird **Please wait** angezeigt.



- 👁️ Die Messwerte werden einige Sekunden angezeigt.
- Dann wechselt die Anzeige zurück in den **Ready to Measure** Screen.

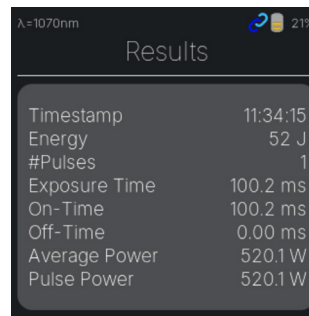


- ▶ Ist die Absorbtemperatur höher als 100 °C sollte keine weitere Messung mehr erfolgen. Solange warten, bis die Absorbtemperatur auf unter 70 °C gefallen ist. Die Grenzwerte entnehmen Sie bitte der Abb. 9.1 auf Seite 21 und der Tab. 9.1 auf Seite 21.

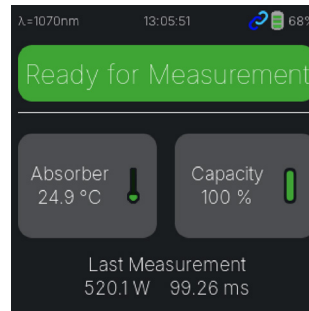


► Durch kurzes drücken der Ein-/Austaste gelangt man zum **Results** Screen der letzten Messung:

- Uhrzeit der Messung (Timestamp)
- Energie in J (Energy)
- Anzahl der Pulse (#Pulses)
- Messdauer in ms (Exposure Time)
- Belichtungsdauer in ms (On Time)
- Belichtungspause in ms (Off Time)
- Mittlere Laserleistung in W (Average Power)
- Pulsleistung in W (Pulse Power)

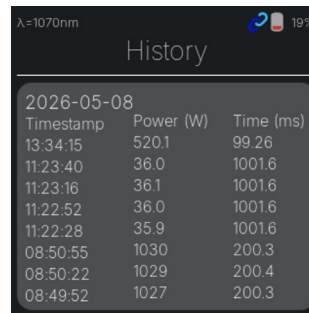


► Durch erneutes kurzes drücken der Ein-/Austaste gelangt man zurück in den **Ready to Measure** Screen.



► Durch 2 Sekunden langes drücken der Ein-/Austaste gelangt man zum **History** Screen.

- 👁 Es werden Datum, Timestamp, Power (W) und Time (ms) der letzten 8 Messergebnisse angezeigt.
- Durch kurzes Drücken kann zur nächsten Seite der Messungen geblättert werden.
- Die letzten 32 Messungen können angezeigt werden.

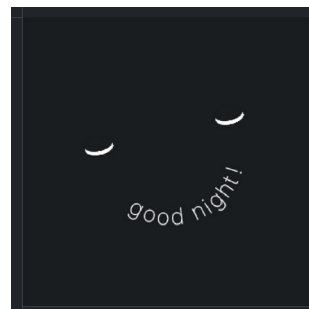


► Durch erneutes 2 Sekunden langes drücken der Ein-/Austaste gelangt man zurück in den **Ready to Measure** Screen.




► 5 Sekunden langes drücken schaltet den Cube+ aus.

- In der Werkseinstellung schaltet sich der Cube+ nach ca.10 Minuten automatisch aus, falls kein USB-Kabel eingesteckt ist.
- Die Zeit kann über die LDS oder die Spotlight App eingestellt werden.



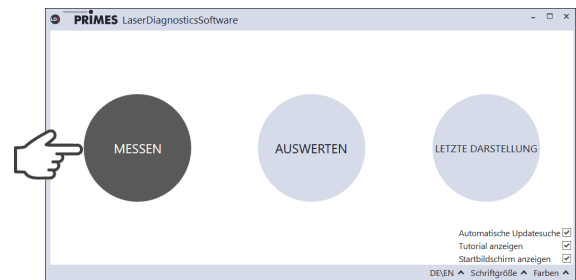
10.3 Messen mit der LDS

10.3.1 Cube+ mit der LDS verbinden/trennen

1. Das Kapitel 9 „Einstellen der Laserparameter“ auf Seite 18 beachten.
2. Das Kapitel 10.1 „Warnhinweise“ auf Seite 22 beachten.
3. Die Ein-/Austaste am Cube+ kurz drücken.
4. Den Cube+ per Bluetooth® (siehe Kapitel 6.3 „Bluetooth®“ auf Seite 15) oder USB-Kabel mit einem PC verbinden.
5. Die LDS mit einem Doppelklick auf das  Symbol starten.

 Der Startbildschirm erscheint.

6. Die Betriebsart **Messen** auswählen.



 Das Fenster **Verbindungen** wird eingeblendet.

7. Auf das gewünschte Gerät klicken.

8. Auf die Schaltfläche **Gerät verbinden** klicken.



Falls das Gerät nicht angezeigt wird:

- ▶ Siehe Kapitel 11.2 „Verbindungsfehler“ auf Seite 32.

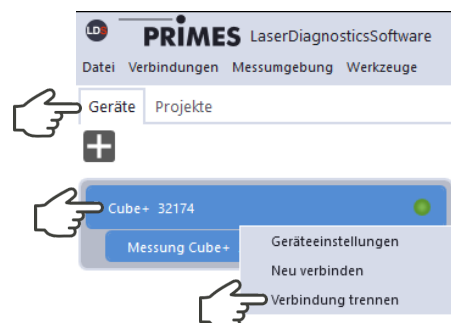
Falls die Option **Startbildschirm anzeigen** deaktiviert ist, oder das Fenster **Verbindungen** geschlossen wurde:

- ▶ Auf den Reiter **Geräte** klicken und anschließend auf die Schaltfläche **+ Gerät verbinden**.







Gerät von der LDS trennen

1. Auf den Reiter **Geräte** klicken.
 2. Mit der rechten Maustaste auf das Gerät klicken und den Menüpunkt **Verbindung trennen** auswählen.
- ➔ Der Cube+ wird von der LDS getrennt.



10.3.2 Einstellungen in der Gerätesteuerung

Optionen	Erläuterung
Neue Messung	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Auf die Schaltfläche klicken, um eine neue Serie im Projektbaum zu erstellen. Die Messung startet mit dem Einschalten des Lasers.
Wellenlänge in nm	Der Cube+ ist auf 1 070 nm kalibriert, optional können weitere Wellenlängen validiert werden. <ol style="list-style-type: none"> 1. Eine Wellenlänge auswählen. 2. Auf die Schaltfläche Einstellungen speichern klicken.
Schutzgasmodus	Mit dem Schutzgasmodus wird der mögliche Einfluss der Wärmeleitfähigkeit des verwendeten Gases auf das Messverfahren um typischerweise 2/3 reduziert. Besonders die Gase Helium und Argon weisen, im Vergleich zu Luft, eine deutlich reduzierte Wärmeleitfähigkeit auf. <ul style="list-style-type: none"> ▶ Das Häkchen zum Aktivieren der Option setzen. <div style="background-color: #f0f0f0; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">  Der Cube+ ist nicht für den Einsatz in Stickstoffatmosphäre geeignet. </div> <div style="background-color: #f0f0f0; padding: 5px;">  Die im Schutzgasmodus mit der LDS ermittelten Messwerte werden nicht an den Cube+ übergeben. Die Anzeige der LDS wird daher bei aktivem Schutzgasmodus von den Messwerten im Cube+ abweichen. </div>
Trigger level (Laser power)	Die Einstellung des Trigger level ermöglicht die Empfindlichkeit der verbauten Photodiode zu ändern: <ul style="list-style-type: none"> • Die Einstellung Low empfiehlt sich bei der Vermessung geringer Laserleistungen und bei gepulsten Laserstrahlen. • Die Einstellung High verhindert eine Fehltriggerung durch Umgebungseinflüsse. <ol style="list-style-type: none"> 1. Einen Trigger level auswählen. 2. Auf die Schaltfläche Einstellungen speichern klicken. <div style="background-color: #f0f0f0; padding: 5px; margin-top: 5px;">  Ein niedriger Trigger level kann eine Messung ohne Laserstrahl auslösen. Ein hoher Trigger level kann eine Messung verhindern. </div>
Beleuchtung ausschalten nach	Die Zeit nach der sich die Beleuchtung des Cube+ automatisch ausschaltet. <ol style="list-style-type: none"> 1. Eine Zeit auswählen. 2. Auf die Schaltfläche Einstellungen speichern klicken.
Gerät ausschalten nach	Die Zeit nach der sich der Cube+ automatisch ausschaltet. <ol style="list-style-type: none"> 1. Eine Zeit auswählen. 2. Auf die Schaltfläche Einstellungen speichern klicken. <div style="background-color: #f0f0f0; padding: 5px; margin-top: 5px;">  Bei einem angeschlossenen USB-Kabel kann der Cube+ nicht automatisch ausgeschaltet werden. </div>
Einstellungen speichern	Die gewählten Einstellungen werden an den Cube+ übertragen.
Messwerte laden	Die im Cube+ gespeicherten Messungen in die LDS laden.
Historie löschen	Die im Cube+ gespeicherten Messungen löschen.

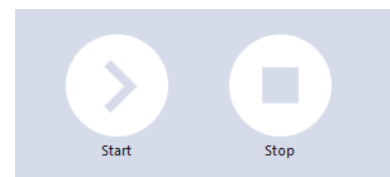
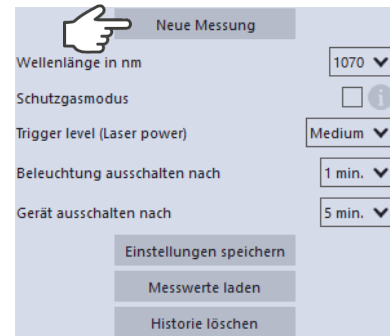
10.3.3 Messung starten

Die Messungen mit dem Cube+ sind ausschließlich mit einem stillstehenden Laserstrahl durchzuführen.

Die Messung im Cube+ wird mit dem Einschalten des Laser automatisch gestartet. Das Anzeigefeld **Start** ist daher nicht aktiv.

Ein Messzyklus (Messen, Thermalisieren, Daten senden) benötigt ca. 15 Sekunden. Der Cube+ ist danach wieder messbereit.

1. Kapitel 9 „Einstellen der Laserparameter“ auf Seite 18 beachten.
2. Kapitel 10.1 „Warnhinweise“ auf Seite 22 beachten.
3. Einstellungen gemäß Kapitel 10.3.2 „Einstellungen in der Gerätesteuerung“ auf Seite 26 vornehmen.
4. Den Laser einschalten.
- 👁️ Der Fortschritt der Messung wird in den Anzeigen **Messung läuft** und anschließend **Messung ist beendet** angezeigt.
5. Den Laser ausschalten.



Status

- Messbereit
- Messung läuft
- Messung ist beendet

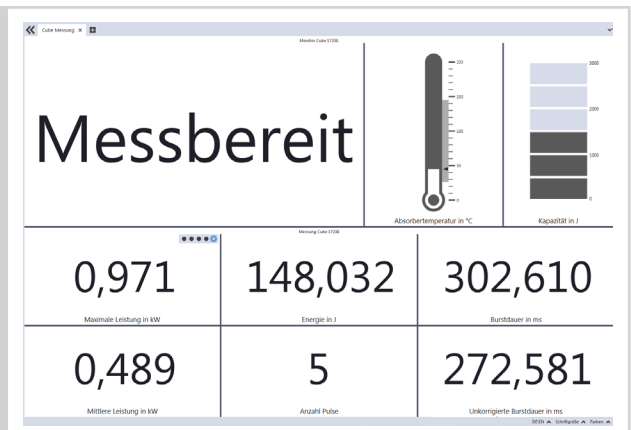
10.3.4 Anzeige der Messergebnisse

Anzeige der aktuellen Messung in der Werkbank Cube Messung

- 👁️ Die Werkbank **Cube Messung** öffnet automatisch beim Verbinden.

Falls die Werkbank **Cube Messung** geschlossen wurde:

- ▶ Auf **Messwerkbank öffnen** in der Gerätesteuerung klicken.
- 👁️ Nach beendeter Messung werden die Messergebnisse in der Werkbank **Cube Messung** dargestellt. Bei sämtlichen Werkzeugen können die angezeigten Parameter durch das Anklicken des Zahnradsymbols angepasst werden.

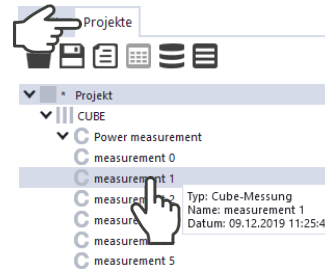


Anzeige der mit der LDS durchgeführten Messungen

1. Wechseln Sie zum Reiter **Projekte**.
 👁 Im Projektbaum werden die Messungen angezeigt.

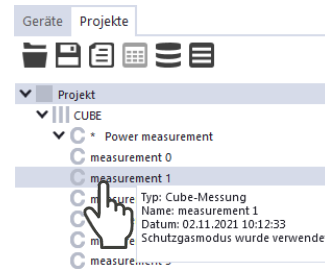
Datum, Uhrzeit und Reihenfolge der angezeigten Messungen:

2. Führen Sie den Mauszeiger über die Messung.
 👁 Im Fenster wird das Datum und die Zeit der Messung angezeigt.
 👁 Bei Messungen mit der LDS werden die Messungen mit steigender Nummerierung angezeigt (letzte/aktuellste Messung hat den höchsten Wert).



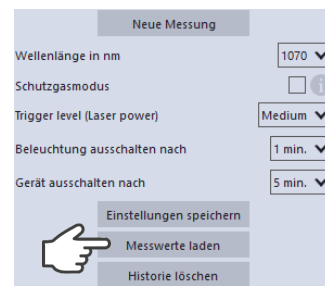
Im Projektbaum wird auf den verwendeten **Schutzgasmodus** hingewiesen:

- ▶ Führen Sie den Mauszeiger über die Messung.
 👁 Im Fenster wird **Schutzgasmodus wurde verwendet** angezeigt.



Anzeige der im Cube+ gespeicherten Messungen

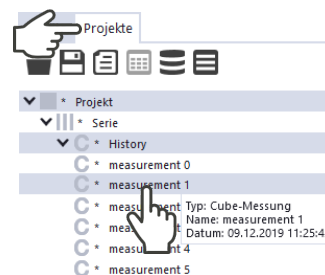
1. Drücken Sie die Schaltfläche **Messwerte laden**.
 ➔ Die letzten 32 gespeicherten Messungen werden aus dem Speicher des Cube+ ausgelesen.



2. Wechseln Sie zum Reiter **Projekte**.
 👁 Im Projektbaum werden die geladenen Messungen angezeigt.

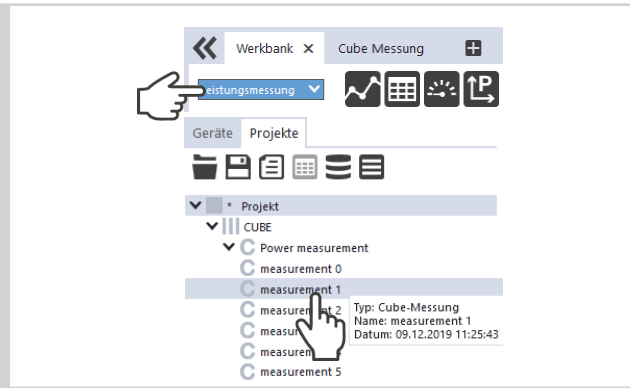
Datum, Uhrzeit und Reihenfolge der angezeigten Messungen:

3. Führen Sie den Mauszeiger über die Messung.
 👁 Im Fenster wird das Datum und die Uhrzeit des Uploads angezeigt.
 👁 Die geladenen Messungen werden in absteigender Reihenfolge angezeigt (letzte/aktuellste Messung heißt „measurement 0“).

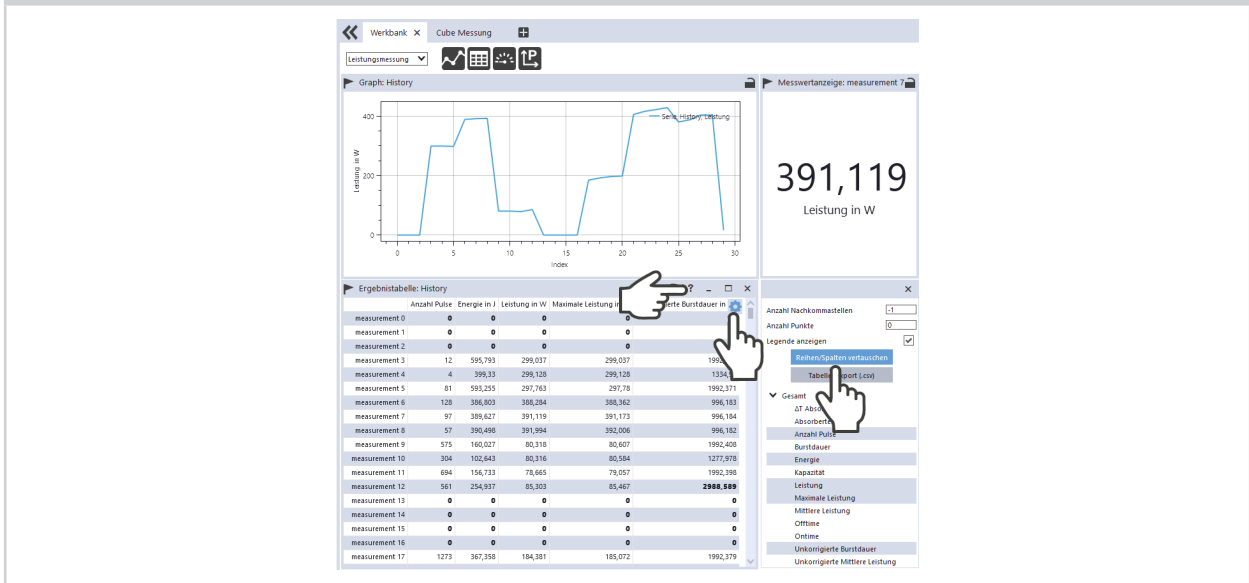


Messwerte mit den Werkzeugen der LDS auswerten

1. Klicken Sie im Dropdown-Menü auf die Auswahl **Leistungsmessung**.
 Die Werkzeuge **Graph**, **Ergebnistabelle** und **Messwertanzeige** werden angezeigt. Das Werkzeug **Leistungsmessung** ist für den Cube+ nicht relevant.
2. Öffnen Sie das gewünschte Werkzeug und ziehen Sie die Messungen per „Drag and Drop“ aus dem Projektbaum in das geöffnete Werkzeug.



- Bei sämtlichen Werkzeugen können die angezeigten Parameter durch das Anklicken des Zahnradsymbols angepasst werden. So können beispielsweise die Reihen/Spalten in der **Ergebnistabelle** vertauscht werden. Bei geladenen Messungen aus dem Cube+ ist die Nummerierung absteigend (letzte/aktuellste Messung heißt „measurement 0“). Bei Messungen mit der LDS werden die Messungen mit steigender Nummerierung angezeigt (letzte/aktuellste Messung hat den höchsten Wert). Die „Hilfe“-Funktion der LDS kann durch Anklicken des Fragezeichens in der Symbolleiste der Werkzeugfenster aufgerufen werden. Eine ausführliche Beschreibung der Dateiverwaltung und Auswertung der Messdaten können der gesonderten Betriebsanleitung „LDS“ entnommen werden.



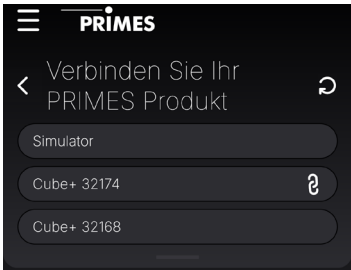
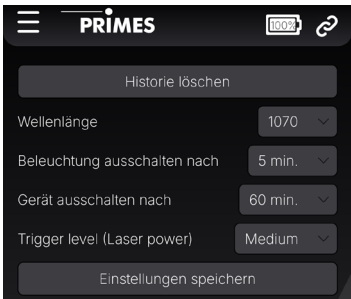



10.3.5 Messungen im Speicher des Cube+ löschen

- Der Cube+ speichert die Messungen in einem internen Speicher.
- ▶ Klicken Sie auf die Schaltfläche **Historie löschen**.
 - ➔ Die Messungen im Cube+ werden gelöscht.



10.4 Messen mit der SpotLight App

Mit der PRIMES SpotLight App für iOS und Android lassen sich Messungen direkt auf dem Smartphone auswerten und dokumentieren.

<p>Die PRIMES SpotLight App ist kostenlos im Apple App Store / Google Play Store verfügbar.</p> <p>► Nach dem Download und dem Start der App, einen Cube+ auswählen.</p>																			
<p>Die folgenden Einstellungen können verändert werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wellenlänge • Beleuchtung ausschalten nach • Gerät ausschalten nach • Trigger level (Laser power) <p>Für eine Beschreibung der Einstellungen siehe Kapitel 10.3.2 „Einstellungen in der Gerätesteuerung“ auf Seite 26.</p>																			
<p>👁️ Zum Bereit Screen wechseln.</p> <p>3. Schalten Sie den Laser ein.</p> <p>➔ Die Messung wird automatisch gestartet.</p>																			
<p>👁️ Eine laufende Messung wird durch einen roten Fortschrittsbalken angezeigt.</p> <p>👁️ Die aktuelle Temperatur und die Kapazität des Absorbers werden ständig angezeigt.</p>																			
<p>Die folgenden Messwerte werden angezeigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mittlere Leistung in W • Energie in J • ΔT Absorber in °C • Messdauer in ms • Maximale Leistung in W • Anzahl Pulse • Ontime in ms 	 <table border="1" data-bbox="900 1688 1203 1930"> <thead> <tr> <th colspan="2">Messwerte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mittlere Leistung</td> <td>2994 W</td> </tr> <tr> <td>Energie</td> <td>300.0 J</td> </tr> <tr> <td>ΔT Absorber</td> <td>15.7 °C</td> </tr> <tr> <td>Burstdauer</td> <td>100.22 ms</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Messwerte Puls</th> </tr> <tr> <td>Maximale Leistung</td> <td>2994 W</td> </tr> <tr> <td>Anzahl Pulse</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Ontime</td> <td>100.22 ms</td> </tr> </tbody> </table>	Messwerte		Mittlere Leistung	2994 W	Energie	300.0 J	ΔT Absorber	15.7 °C	Burstdauer	100.22 ms	Messwerte Puls		Maximale Leistung	2994 W	Anzahl Pulse	1	Ontime	100.22 ms
Messwerte																			
Mittlere Leistung	2994 W																		
Energie	300.0 J																		
ΔT Absorber	15.7 °C																		
Burstdauer	100.22 ms																		
Messwerte Puls																			
Maximale Leistung	2994 W																		
Anzahl Pulse	1																		
Ontime	100.22 ms																		

11 Fehlerbehebung

11.1 Meldungen beim Messen mit der LDS

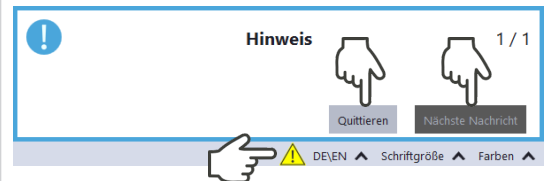
Treten bei einer Messung Probleme auf, so zeigt die LDS diese in unterschiedlicher Kategorisierung und unterschiedlichen Farben an.

Hinweis

Hinweise geben Hilfestellung bei der Interpretation der Messergebnisse und werden in einem blauen Fenster angezeigt.

Nutzen Sie eine der folgenden Möglichkeiten:

- ▶ Klicken Sie auf das Warndreieck in der Fußzeile, um das Fenster ein-/auszublenden.
- ▶ Klicken Sie ggf. auf die Schaltfläche **Nächste Nachricht**, um weitere Meldungen derselben Kategorie anzuzeigen.
- ▶ Klicken Sie auf die Schaltfläche **Quittieren**, um die angezeigte Meldung zu entfernen.



Warnung

Nicht-sicherheitskritische Probleme, die beispielsweise die Qualität der Messergebnisse beeinflussen, werden in einem gelben Fenster angezeigt.

Nutzen Sie eine der folgenden Möglichkeiten:

- ▶ Klicken Sie auf das Warndreieck in der Fußzeile, um das Fenster ein-/auszublenden.
- ▶ Klicken Sie ggf. auf die Schaltfläche **Nächste Nachricht**, um weitere Meldungen derselben Kategorie anzuzeigen.
- ▶ Klicken Sie auf die Schaltfläche **Quittieren**, um die angezeigte Meldung zu entfernen.



Gerätefehler

Gerätefehler, die eine Beschädigung des Gerätes zur Folge haben können, werden in einem orangefarbenen Fenster angezeigt.

Gehen Sie in diesem Fall wie folgt vor:

1. Beheben Sie das Problem.
2. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Quittieren**, um die Meldung zu entfernen.
- 👁 Die Meldung verschwindet. Ist das Problem nicht behoben, dann erscheint die Meldung kurz darauf erneut.
3. Fahren Sie erst mit der Messung fort, wenn das Problem behoben ist.

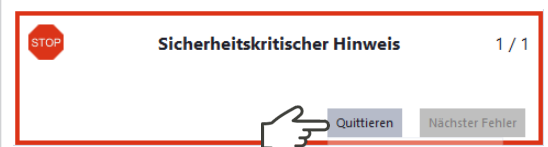


Sicherheitskritischer Hinweis

Sicherheitskritische Probleme, die eine Beschädigung/Zerstörung des Gerätes zur Folge haben können, werden in einem roten Fenster angezeigt.

Gehen Sie in diesem Fall wie folgt vor:

1. Beheben Sie das Problem sofort.
2. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Quittieren**, um die Meldung zu entfernen.
- 👁 Die Meldung verschwindet. Ist das Problem nicht behoben, dann erscheint die Meldung kurz darauf erneut.
3. Fahren Sie erst mit der Messung fort, wenn das Problem behoben ist.



11.2 Verbindungsfehler

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
Die Bluetooth®-Verbindung zwischen dem Cube+ und der LDS lässt sich nicht herstellen.	Es ist keine Bluetooth®-Verbindung hergestellt.	► Den Cube+ gemäß Kapitel 6.3 „Bluetooth®“ auf Seite 15 mit dem PC verbinden.
	Bluetooth® des PCs ist nicht aktiviert.	► Bluetooth® gemäß Kapitel 6.3 „Bluetooth®“ auf Seite 15 aktivieren.
Die USB-Verbindung zwischen dem Cube+ und der LDS lässt sich nicht herstellen.	Es ist keine USB-Verbindung hergestellt.	► Den Cube+ per USB-Kabel mit dem PC verbinden.
	Der PRIMES-USB-Treiber wurde nicht installiert.	Bei einer USB-Verbindung wird ein Treiber im PC benötigt. ► Den USB-Treiber gemäß Kapitel 6.2 „USB“ auf Seite 14 installieren.

Tab. 11.1: Verbindungsfehler mit der LDS

11.3 Sonstige Fehler

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
Eine Messung wird ohne eingeschalteten Laserstrahl gestartet.	Der Trigger level ist zu niedrig eingestellt.	► Einen höheren Trigger level auswählen.
Es kann keine Messung ausgelöst werden.	Der Trigger level ist zu hoch eingestellt.	► Einen niedrigeren Trigger level auswählen.
Ein gepulster Laserstrahl kann nicht gemessen werden.	Es wird nicht ausreichend Energie in den Absorber eingebracht.	Bei gepulster Laserstrahlung ist eine Bestrahlungszeitmessung bis 10 kHz Pulsfrequenz und einem Tastverhältnis von 50 % möglich. Bei On/Off Time kleiner 50 µs ist die Bestrahlungszeitmessung nicht mehr korrekt. ► Die min. On/Off Time (Tastverhältnis) für gepulste Laser von 50 µs (z. B. max. 10 kHz bei 50 % Tastverhältnis) beachten.
Es wird eine zu hohe Anzahl von Pulsen angezeigt.	Zusätzliche, fehlerhafte Pulse (Nadelspitzen).	► Einen anderen Trigger level auswählen.
Die gemessene Ontime ist länger als die eingestellte nominelle Ontime.	Der reale Puls entspricht keinem idealen Rechtecksignal.	<p>► Einen höheren Trigger level auswählen.</p>

Tab. 11.2: Sonstige Fehler

Fehler	Mögliche Ursache	Abhilfe
Es wird zu wenig Laserleistung angezeigt.	Der Strahldurchmesser an der Eintrittsapertur ist zu groß.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Den Cube+ gemäß Kapitel 7.2.3 „Cube+ ausrichten“ auf Seite 16 ausrichten.
	Der Laserstrahl trifft die Eintrittsapertur nur teilweise.	
	Die Laseranstiegszeit überschreitet 1 % der Bestrahlungszeit.	<p>Informationen zur Laseranstiegszeit sind im Kapitel 9.1 „Einstellen der Laseranstiegszeit“ auf Seite 18.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Die kürzest mögliche Laseranstiegszeit einstellen.
	Die tatsächlich ausgegebene Laserleistung ist niedriger als die eingestellte Laserleistung.	<p>Bei korrekter Ausrichtung und Verwendung liefert das kalibrierte PRIMES Messgerät verlässliche Messwerte.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Die Leistung am Laser erhöhen. ▶ Die Leistungsmessung wiederholen.

Tab. 11.2: Sonstige Fehler

12 Wartung und Inspektion

12.1 Wartungsintervalle

Für die Festlegung der Wartungsintervalle für des Cube+ ist der Betreiber verantwortlich.

PRIMES empfiehlt nach der Erstinbetriebnahme ein Wartungsintervall von 12 Monaten für Inspektion und Kalibrierung.

Bei sporadischem Gebrauch des Cube+ (weniger als täglich) kann das Wartungsintervall auf bis zu 24 Monate verlängert werden.

Die Sicherheits-, und Warneinrichtungen regelmäßig überprüfen.

12.2 Reinigung

Geräteoberfläche reinigen

1. Den Cube+ nach einer Messung eine angemessene Zeit abkühlen lassen.
2. Die Geräteoberfläche mit gereinigter, ölfreier Druckluft reinigen.
3. Für die weitere Reinigung eine Mischung aus destilliertem Wasser und Isopropanol im Verhältnis von circa 5:1 verwenden. Fusselfreie Reinigungstücher, die keine Kratzer verursachen verwenden.
4. Sollten diese Maßnahmen nicht ausreichen, dann bitte an PRIMES oder Ihren PRIMES Vertriebspartner wenden.

12.3 Schutzglas



VORSICHT

Verbrennung durch heiße Bauteile

Das Schutzglas kann nach einer Messung heiß sein.

- ▶ Reinigen bzw. wechseln Sie das Schutzglas nicht direkt nach einer Messung.
- ▶ Lassen Sie das Gerät eine angemessene Zeit abkühlen.

HINWEIS

Beschädigung/Zerstörung des Gerätes

Verschmutzungen und Fingerabdrücke am Schutzglas können im Messbetrieb zur Beschädigung oder zum Zerspringen/Splittern des Schutzglases führen.

- ▶ Reinigen bzw. wechseln Sie das Schutzglas nur in staubfreier Umgebung.
- ▶ Berühren Sie das Schutzglas nicht mit bloßen Händen, tragen sie geeignete Handschuhe.

HINWEIS

Beschädigung/Zerstörung des Gerätes

Ist das Schutzglas nicht korrekt eingelegt, kann es zerbrechen oder Risse bekommen.

- ▶ Achten Sie darauf, dass das Schutzglas plan in der Vertiefung auf dem O-Ring liegt.

Schutzglas reinigen



Die Beschichtung des Schutzglases ist besonders kratzempfindlich.
Nur Tücher, die zur Reinigung von Schutzgläsern geeignet sind verwenden.

1. Den Cube+ nach einer Messung eine angemessene Zeit abkühlen lassen.
2. Das Schutzglas gemäß Kapitel „Schutzglas wechseln“ auf Seite 35 demontieren.
3. Das Schutzglas mit gereinigter und ölfreier Druckluft reinigen.
4. Für die weitere Reinigung Isopropanol verwenden (beachten Sie die Sicherheitshinweise des Herstellers).
5. Das Schutzglas ersetzen, falls sich Verunreinigungen nicht entfernen lassen oder wenn es beschädigt ist.
6. Das Schutzglas gemäß Kapitel „Schutzglas wechseln“ auf Seite 35 montieren.

Schutzglas wechseln



Das Schutzglas ist mit einer Antireflex-Beschichtung beschichtet mit Reflexionswerten kleiner 1 %.
Um erhöhte Reflexion zu vermeiden, verwenden Sie ausschließlich original PRIMES Schutzgläser.
Für weitere Informationen kontaktieren Sie bitte Ihren PRIMES Ansprechpartner.

1. Den Cube+ nach einer Messung eine angemessene Zeit abkühlen lassen.
2. Geeignete Handschuhe anziehen.
3. Die 4 Torxschrauben M2,5 x 6 mm am Schutzglashalter herauschrauben.
4. Den Schutzglashalter vorsichtig nach oben abnehmen.
5. Das Schutzglas aus dem Cube+ nehmen.
6. Das neue Schutzglas in den Cube+ einsetzen. Auf den richtigen Sitz des O-Ring achten
7. Den Schutzglashalter aufsetzen und mit 4 Torxschrauben M2,5 x 6 mm festschrauben.
8. Den sicheren Sitz des Schutzglashalters prüfen. Der Schutzglashalter muss plan am Cube+ anliegen.

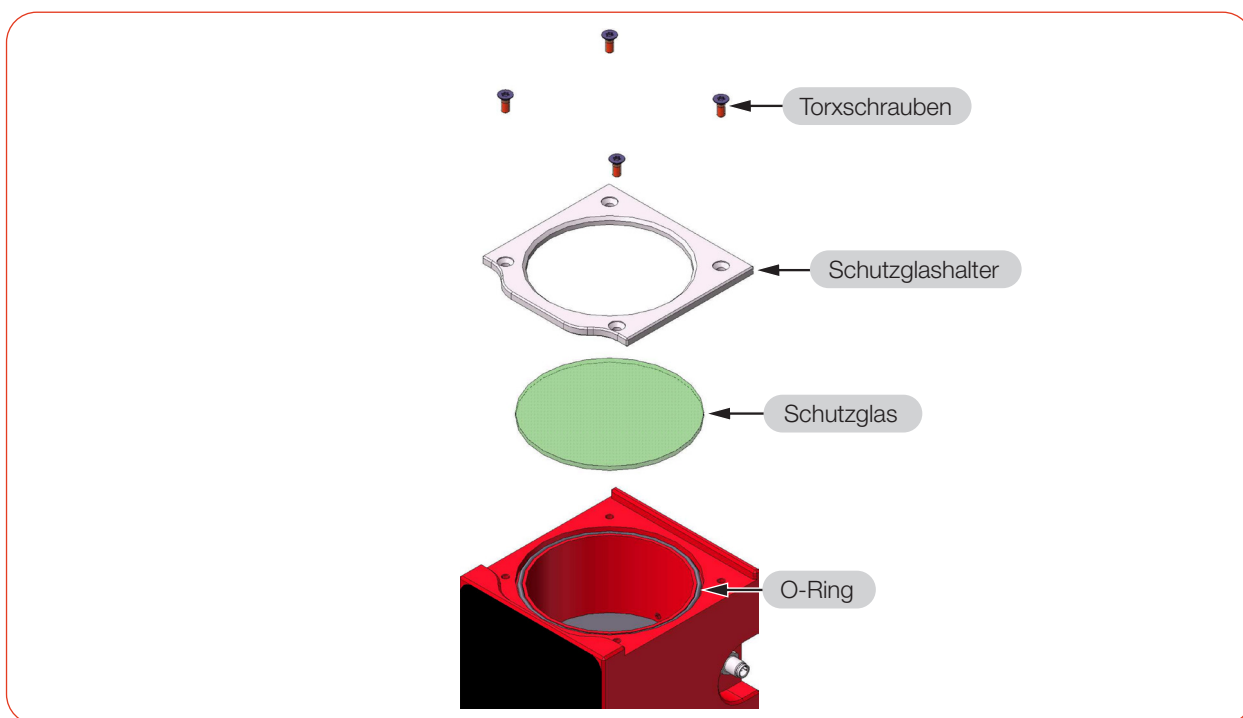


Abb. 12.1: Schutzglas wechseln

13 Maßnahmen zur Produktentsorgung

Dieses PRIMES Messgerät unterliegt der Richtlinie 2012/19/EU über Elektro- und Elektronik-Altgeräte, umgesetzt im Elektro- und Elektronikgerätegesetz (ElektroG).

Das ElektroG verpflichtet Betreiber das Gerät nicht über den Hausmüll, sondern in einer getrennten Elektroaltgeräte-Sammlung umweltverträglich zu entsorgen.

PRIMES gibt Ihnen im Rahmen des ElektroG, die Möglichkeit zur kostenfreien Entsorgung ihres PRIMES Messgerätes. Dieser Service beinhaltet nicht die Versandkosten.

PRIMES Messgeräte, die innerhalb der EU zu entsorgend sind, können an die folgende Adresse gesendet werden:

PRIMES GmbH
Max-Planck-Str. 2
64319 Pfungstadt
Deutschland

Falls Sie sich außerhalb der EU befinden, kontaktieren Sie bitte Ihren zuständigen PRIMES-Vertriebspartner um das Vorgehen zur Entsorgung Ihres PRIMES-Messgerätes abzustimmen.

PRIMES ist bei der stiftung elektro-altgeräte register (stiftung ear) als Hersteller unter der Nummer: WEEE-Reg.-Nr. DE65549202 registriert.



Um ihre Rücksendung möglichst effizient zu bearbeiten, füllen Sie bitte unser Rücksendeformular aus. Das Formular finden sie über den nebenstehend QR-Code oder unter: www.primes.de/de/rma-online-erstellen.



Achtung Batterie enthalten!

Beachten Sie, dass sich im Gerät ein fest verbauter Lithium-Ionen Akku befindet.

Dieser muss gemäß den geltenden nationalen und internationalen Gesetzen entsorgt werden, falls das Gerät nicht an PRIMES zurück gesendet wird.

14 Konformitätserklärung



EU-Konformitätserklärung

Der Hersteller: PRIMES GmbH, Max-Planck-Straße 2, 64319 Pfungstadt
erklärt hiermit, dass das Produkt mit der Bezeichnung:

Cube+

die Bestimmungen der folgenden EU-Richtlinien erfüllt:

Funkanlagenrichtlinie 2014/53/EU
EMV-Richtlinie 2014/30/EU
RoHS-Richtlinie 2011/65/EU

Folgende harmonisierten Normen wurden angewandt:

DIN EN ISO 12100:2011-03	Sicherheit von Maschinen - Allgemeine Gestaltungsleitsätze - Risikobeurteilung und Risikominderung
DIN EN 61010-1:2020-03	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
DIN EN IEC 61326-1:2022-11	Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – EMV-Anforderungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
DIN EN IEC 62680- 1-3: 2023-05	Schnittstellen des Universellen Seriellen Busses für Daten und Energie - Teil 1-3: Gemeinsame Bauteile
DIN EN IEC 63000:2018	Technische Dokumentation zur Beurteilung von Elektro- und Elektronikgeräten hinsichtlich der Beschränkung gefährlicher Stoffe

Bevollmächtigter für die Dokumentation:
PRIMES GmbH, Max-Planck-Str. 2, 64319 Pfungstadt

Pfungstadt, 6. Mai 2026

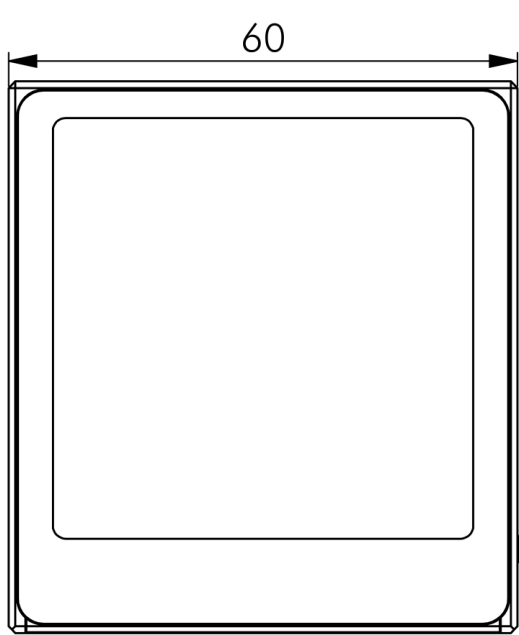

Dr. Reinhard Kramer, Geschäftsführer

15 Technische Daten

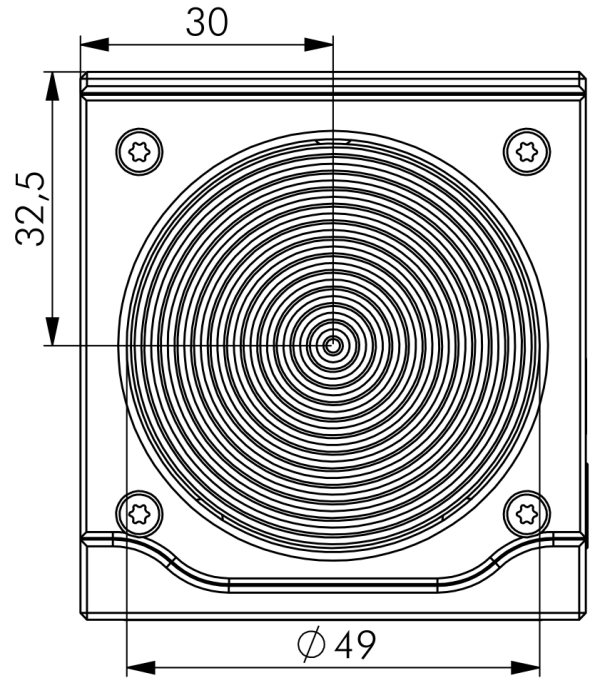
Messparameter	Cube+	
Leistungsbereich	25 – 12 000 W ¹⁾	
Wellenlängenbereich (siehe Typenschild)	440 – 460 nm, 510 – 540 nm, 800 – 1100 nm	
Max. Strahldurchmesser am Absorber	30 mm	
Max. Leistungsdichte am Absorber bei Strahldurchmesser (ca. 30 mm unter dem Schutzglas)	> 10 mm	4 kW/cm ²
	10 – 3 mm	5 kW/cm ²
	3 – 1,5 mm	10 kW/cm ²
	< 1,5 mm	12 kW/cm ²
Bestrahlungszeit	0,1 – 2,0 s ¹⁾ (abhängig von der Laserleistung)	
Min. On/Off-Time (Tastverhältnis) für gepulste Laser	50 µs (z. B. max. 10 kHz bei 50 % Tastverhältnis)	
Max. Laseranstiegszeit	< 1 % der Bestrahlungszeit	
Energie pro Messung	50 – 3 000 J	
Empfohlene Energie pro Messung	300 – 500 J	
Gesamtdauer bis zur Messwertausgabe	< 15 s	
Nominale Messfrequenz	300 J: 1 Zyklus/min; 3 000 J: 1 Zyklus/15 min	
¹⁾ Die angegebenen Maximalwerte sind immer im Zusammenhang mit der maximalen Energie zu verstehen ($E = P \cdot t$).		
Geräteparameter		
Max. Absorbortemperatur	120 °C	
Max. Einfallswinkel senkrecht zur Eintrittsapertur	± 5°	
Max. Toleranz zum mittigen Strahleinfall	± 2,0 mm	
Reproduzierbarkeit	± 1 %	
Messgenauigkeit mit 1 070 nm Kalibrierung		
NIR Laser (800 – 1100 nm)	± 3 %	
Grüne Laser (510 – 540 nm)	± 3,5 %	
Blaue Laser (440 – 460 nm)	± 4 %	
Messgenauigkeit validiert bei 515 nm		
Grüne Laser (510 – 540 nm)	± 3 %	
Blaue Laser (440 – 460 nm)	± 3,5 %	
Versorgungsdaten		
Spannungsversorgung	Fest verbauter Lithium-Ionen-Akku, 1 800 mAh	
Maximale Ladeleistung	5 V – 1 A	
Kommunikation		
Schnittstellen	USB-C; Bluetooth® Version: 5.2	
Software (optional)	SpotLight Android/iOS App und LDS	
Maße und Gewichte		
Abmessungen (LxBxH) (ohne Anschlüsse)	60 x 65 x 65 mm	
Gewicht (ca.)	500 g	
Umgebungsbedingungen		
Gebrauchstemperaturbereich	15 – 40 °C	
Lagerungstemperaturbereich	5 – 50 °C	
Referenztemperatur	22 °C	
Zulässige relative Luftfeuchtigkeit (nicht kondensierend)	10 – 80 %	

16 Abmessungen

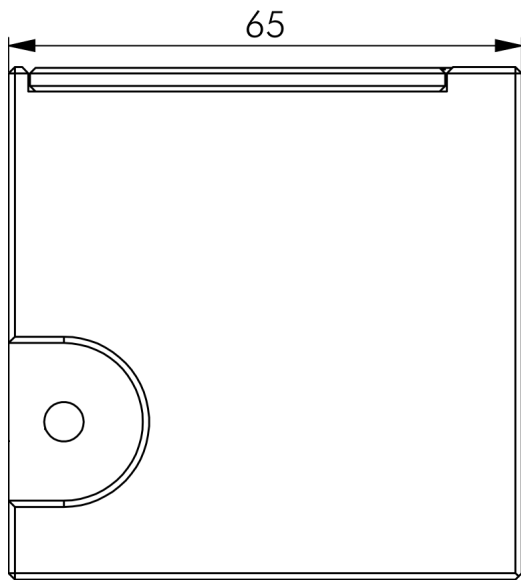
Maße in mm



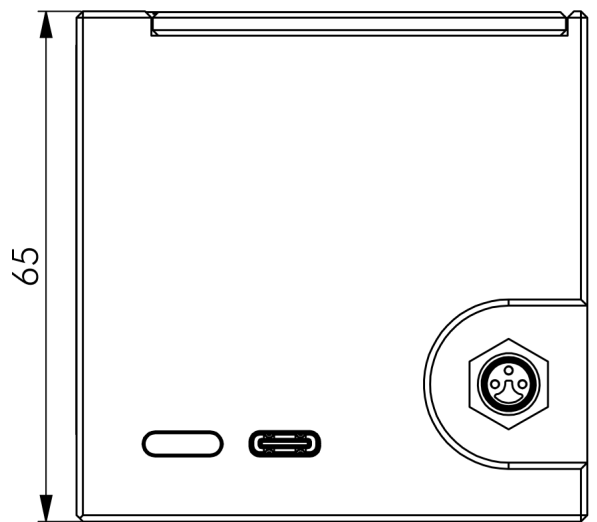
Vorderseite



Oberseite



Seitenansicht L

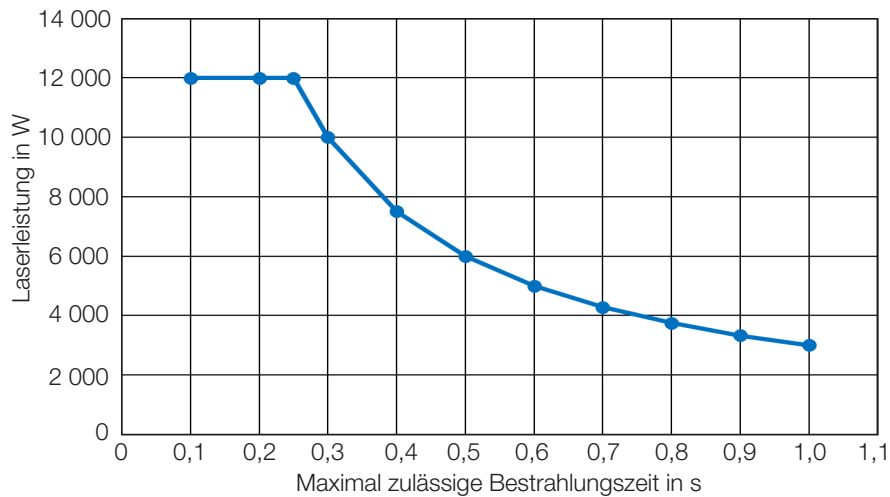


Seitenansicht R

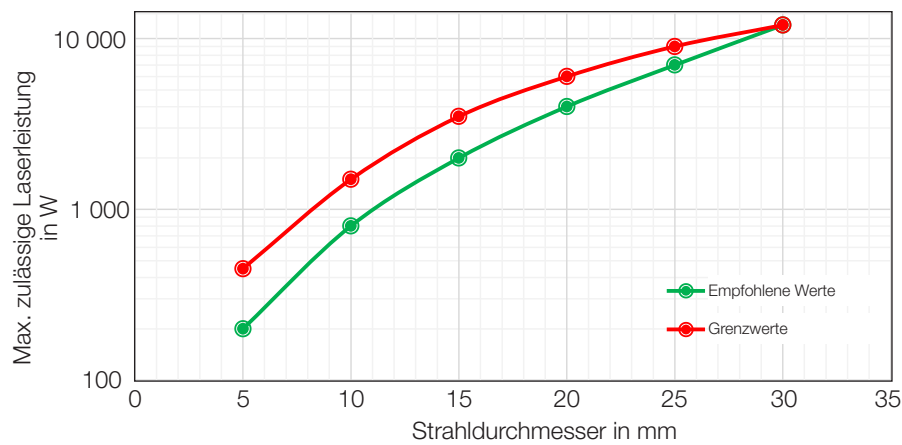
17 Anhang

A Diagramme zur Ermittlung der max. Laserleistung

Max. Laserleistung in Abhängigkeit von der Bestrahlungszeit



Max. Laserleistung in Abhängigkeit vom Strahldurchmesser



B GNU GPL Lizenzhinweis

Die Software dieses Produktes enthält Quellcode, der unter der GNU General Public License (GPL) Version 2 oder später lizenziert ist.

Die Lizenzbestimmungen zur GNU GPL Version 2 oder später können unter folgenden Links eingesehen werden:

- <https://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-2.0.de.html>
- <https://www.gnu.org/licenses/licenses.de.html>