

WHITEPAPER

KONTRASTTASTER
ERKENNEN FEINSTE
UNTERSCHIEDE

INHALTSVERZEICHNIS

1 Einleitung	3
2 Funktionsprinzip von Kontrastastern	3
3 Kompaktgerät oder High-End-Lösung	4
3.1 Hochpräzise Sensoren mit Reichweiten bis 300mm	4
3.1.1 Vorteile von Laser-Kontrastastern	5
3.1.2 Nachteile von Laser-Kontrastastern	5
3.2 High-End-Geräte lösen besondere Aufgaben.....	6
3.2.1 Leistungsstarke Parametriersoftware.....	6
3.2.2 Mehr Flexibilität und hohe Geschwindigkeit	8
4.1 Indikator für zu starke Erwärmung	9
4.2 Frühwarnsystem für kritische Prozesszustände	9
4.3 High-End-Kontrasttaster mit spezieller Reflexoptik.....	9
4.4 Großflächiger Blick auf den Detektionsbereich.....	10
4.5 Fertigung mit einem deutlichen Plus an Sicherheit	11
5 Zusammenfassung und Fazit	11

1 EINLEITUNG

Kontrasttaster sind vielseitig einsetzbar und eignen sich daher für eine ganze Reihe an Applikationen, z. B. als Impulsgeber für Zählrichtungen, zur berührungslosen Positionserfassung, zur Lage- und Positionserkennung von schnell bewegten Objekten, zur hochgenauen Erfassung von Objektkanten, zur Positionskontrolle von Druck- oder Farbmärken, zur Unterscheidung von Helligkeitsabweichungen an Objekten oder aber zur Intensitätskontrolle von sogenannten Selbstleuchtern, wie etwa LEDs, Displays, etc.

Kontrasttaster sind hochauflösende optische Sensoren, die Objekte oder Markierungen nach dem Reflexionsvermögen bzw. Kontrast ihrer Oberfläche unterscheiden. Für eine reibungslose Funktionsweise der Geräte ist hierbei entscheidend, dass ein ausreichender Unterschied gegenüber der Umgebung oder dem Markierungsuntergrund besteht, ganz gleich, ob diese nun nach hell (höherer Reflexionsgrad) oder dunkel (niedrigerer Reflexionsgrad) tendiert.

Dieses Whitepaper beschreibt die Funktionsweise der Kontrasttaster von ipf electronic und liefert einen Überblick sowohl zu den vor allem mit sichtbarem Laserlicht arbeitenden Kompaktgeräten, als auch zu den High-End-Lösungen für den Anschluss von Lichtleitern. Abschließend vermittelt ein Applikationsbeispiel einen Eindruck von den Potenzialen dieser Geräte in der industriellen Praxis.

2 FUNKTIONSPRINZIP VON KONTRASTTASTERN

Kontrasttaster machen sich die Eigenschaft zunutze, dass dunkle Flächen weniger Licht reflektieren, als hellere Flächen. Die Geräte funktionieren daher ähnlich wie energetische Taster, die nach dem Prinzip der Intensitätsauswertung funktionieren. Kontrasttaster erfassen hierbei die visuellen Unterschiede wie z. B. das Reflexionsvermögen oder die Helligkeitsunterschiede zwischen unmittelbar benachbarten Gebieten auf einer Objekt-oberfläche. Dem Sensor wird hierzu in der Regel per Teach-In-Verfahren zunächst der Hintergrund bzw. Untergrund einer Oberfläche und anschließend die zu detektierende Markierung oder Marke auf dieser Objekt-oberfläche vorgegeben. Aus diesen Informationen ermittelt der Sensor dann automatisch eine Schaltschwelle.

Im laufenden Betrieb kann der Kontrasttaster nun fortlaufend die Intensität des von der Detektionsfläche reflektierten Lichts auswerten. Wird die zuvor ermittelte Schwelle durch die vom Detektionsbereich reflektierte Lichtmenge erreicht oder unterschritten, gibt der Sensor ein Schaltsignal aus. Übersteigt indes die Lichtmenge die zuvor ermittelte Schaltschwelle, erzeugt der Sensor kein Schaltsignal.

3 KOMPAKTGERÄT ODER HIGH-END-LÖSUNG

Das Portfolio an Kontrasttastern von ipf electronic kann generell in per Teach-In oder Potentiometer einstellbare Kompaktgeräte und über eine spezielle Software parametrierbare High-End-Geräte eingeteilt werden. In den nachfolgenden Kapiteln werden diese Lösungen näher beschrieben.

3.1 HOCHPRÄZISE SENSOREN MIT REICHWEITEN BIS 300MM

Zu den mit Laserlicht arbeitenden Kompaktgeräten von ipf electronic gehören derzeit insgesamt vier Lösungen mit Schaltausgang (**PK140470** (Laserklasse 2), **PK140475** (Laserklasse 1), **PK170220** (Laserklasse 1) und **PK430170** (Laserklasse 2)). Flankiert werden diese Kontrasttaster durch den **PK170020** (Laserklasse 1), der zusätzlich zu einem Schaltausgang noch einen Analogausgang integriert.

Alle Geräte arbeiten mit einem sehr kleinen Laserlichtpunkt bzw. einer feinen Laserlinie (**PK140475**) und können somit selbst kleinste Marken oder Markierungen erkennen. Die Installation der Sensoren bereitet in der Praxis keinerlei Probleme, da sie mit sichtbarem Rotlicht arbeiten. Aufgrund der für die Geräte geltenden Laserschutzklassen 1 bzw. 2 sind während der Montage zudem keine besonderen Schutzvorkehrungen zu beachten.



Abb. 1: Auswahl an Kompaktgeräten von ipf electronic: Bis auf den **OK500320** (ganz links), der mit Weißlicht arbeitet, integrieren die weiteren Geräte (**PK170220**, **PK430170** und **PK140470**) (von links) eine Laserdiode mit Laserschutzklasse 1 oder 2.

Die Kontrasttaster im Kunststoff- oder Zinkdruckgussgehäuse (Schutzklasse IP67) mit M8- oder M12-Anschlussstecker verfügen über Reichweiten von 3mm bis 300mm und sind für Umgebungstemperaturen von -10° C bis +50° C ausgelegt. Ergänzt wird das Portfolio an Kompaktgeräten durch den **OK500320**. Dieser Sensor im Zinkdruckgehäuse arbeitet mit punktförmigem Weißlicht anstelle einer Laserdiode und verfügt über eine Tastweite von 30mm.

3.1.1 VORTEILE VON LASER-KONTRASTTASTERN

Mit Laserlicht arbeitende Kontrasttaster ermöglichen große Reichweiten und lassen sich aufgrund des sichtbaren Rotlichts sehr einfach in einer Applikation nach der Montage justieren. Die Inbetriebnahme der Geräte ist ebenfalls einfach, da sie zumeist per Teach-In (in wenigen Ausnahmen über ein Potentiometer) parametrierbar sind. Der punkt- oder linienförmige Laserstrahl der jeweiligen Gerätelösung ist u. a. aufgrund seines extrem kleinen Durchmessers bzw. seiner Strahlbreite in der Lage, selbst kleinste Marken zu erkennen.

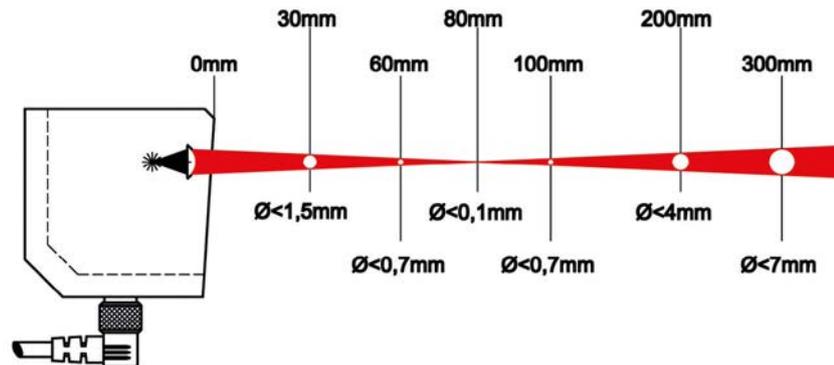


Abb. 2: Laserstrahlverlauf eines Kontrasttasters (Kompaktgerät): Im Bereich des größten Laserstrahlfokus ($\varnothing < 0,1\text{mm}$) können die kleinsten Markierungen oder Marken erkannt werden. An dieser Stelle verfügt das Gerät zudem über die größte Positionier- und Wiederholgenauigkeit.

3.1.2 NACHTEILE VON LASER-KONTRASTTASTERN

Bei allen positiven Eigenschaften lassen sich hingegen transparente Objekte mit Kontrasttastern nur schwer erfassen. Dies hat vor allem mit dem Transmissionsgrad, also der Durchlässigkeit von transparenten Materialien für sichtbares Licht, zu tun. Sehr raue Oberflächenstrukturen, z. B. von Rohgussteilen oder sandgestrahlten Bauteilen, können wiederum den Laserstrahl derart stark streuen, dass der Empfänger des Gerätes kaum reflektiertes Licht zu Auswertung erhält und somit den Sensor in seiner Funktion beeinträchtigen.

Generell sollte beim Einsatz von Kontrasttastern darauf geachtet werden, dass die zu erfassende Markierung oder Marke nicht kleiner ist, als der Lichtpunkt des Gerätes selbst, weil es sonst durch eventuelle, in der unmittelbaren Detektionsumgebung vorherrschenden Störeinflüsse zu Fehlfunktionen des Sensors kommen kann.

3.2 HIGH-END-GERÄTE LÖSEN BESONDERE AUFGABEN

Zusätzlich zu den beschriebenen Kompaktgeräten bietet ipf electronic mit dem **OK630180**, **OK630181**, **OKSI0276** und dem **OKSI0289** Kontrasttaster als High-End-Lösungen mit digitalen Schaltausgängen und zwei Analogausgängen an, die ein graustufenabhängiges analoges Signal (0...10V und 4...20mA) liefern. Diese für den Anschluss von Lichtleitern vorgesehenen Lösungen wurden für ganz spezielle Anforderungen bzw. Herausforderungen entwickelt. Für die Lichtleiter stehen daher u. a. verschiedenste Optiken zur Bestimmung des Lichtflecks bzw. des jeweils erforderlichen Erfassungsbereichs bereit.



Abb. 3: Die High-End-Geräte von ipf electronic sind für den Anschluss von Lichtleitern vorgesehen und eignen sich auch aufgrund der leistungsstarken Parametriersoftware für besonders anspruchsvolle Aufgaben.

3.2.1 LEISTUNGSSTARKE PARAMETRIERSOFTWARE

Gleichermaßen flexibel wie vielseitig einsetzbar sind diese High-End-Geräte insbesondere aufgrund einer überaus leistungsstarken Parametriersoftware. Anders als bei den Kompaktgeräten, ermöglicht sie dem Anwender quasi einen Blick in den Sensor, da die Software die vom Gerät erfasste Signalstärke (Intensität) des von einem Hintergrund sowie einer Marke reflektierten Lichts und damit auch deren Verhältnis zueinander visualisiert. Die Software bietet in diesem Zusammenhang extrem viele Möglichkeiten zur Einstellung des Sensors und zur Visualisierung der Signalverläufe. Die Aufnahme in Abb. 4 bietet als Beispiel daher nur einen sehr kleinen Ausschnitt aus dem potenziellen Anwendungsspektrum.

Die feine blaue, gestrichelte Linie ganz oben im rechten Fenster der Abbildung markiert hier die Referenz, die zuvor geteacht wurde. Die lang gestrichelte schwarze Linie stellt den Wert für die Hysterese dar (ebenfalls über die Software einstellbar) und die rote Linie die sogenannte Schaltschwelle. Beide Werte ermittelt die Software in dem für dieses Beispiel gewählten Modus automatisch. Die grüne Kurve zeigt den Signalverlauf, wenn der Sensor den Hintergrund und die zu detektierende Marke erfasst. In diesem konkreten Fall reagiert der Sensor im zuvor gewählten Schwellenmodus „Low“ bei einem Signalabfall, der durch eine Marke verursacht wird, d.h. das in diesem Beispiel die Marke weniger Licht zum Sensor reflektiert, als der Untergrund, auf dem sich die Marke befindet. Alternativ hierzu ist es aber u. a. auch möglich, einen Signalanstieg zu bewerten, über die beiden digitalen Ausgänge des Sensors zwei Referenzen (Kontrolle unterschiedlicher Marken) oder aber auch ein Schaltfenster (Kontrolle beim Über- oder Unterschreiten von zwei Schwellenwerten) zu kontrollieren.

Idealerweise sollte das Delta (δ), also der Signalabstand zwischen Hintergrund und Marke, bei der Detektion möglichst groß sein, um eine stets zuverlässige Detektion sicherzustellen. Über die Parametriersoftware ist in diesem Zusammenhang sehr schnell feststellbar, ob eine Systemlösung für eine spezielle Applikation die gewünschten Ergebnisse liefert. Ist dies nicht der Fall, lassen sich neben den Einstellmöglichkeiten über die Software noch optional durch eine andere Lichtleiterausführung mit entsprechender Optik möglicherweise bessere Resultate erzielen.

Der Einsatz der High-End-Geräte ist zudem immer dann sinnvoll, wenn bspw. mehrere Objekte mit variierenden Markierungen oder Marken erfasst werden sollen, weil sich hierfür einer der Analogausgänge anbietet. Das intensitätsproportionale Signal kann auf einer Steuerung (SPS) ausgewertet werden, wobei sich zuvor auf der SPS festgelegte produktabhängige Grenzwerte bei einem Produktwechsel abrufen lassen, ohne das Gerät hierfür eigens neu parametrieren zu müssen.

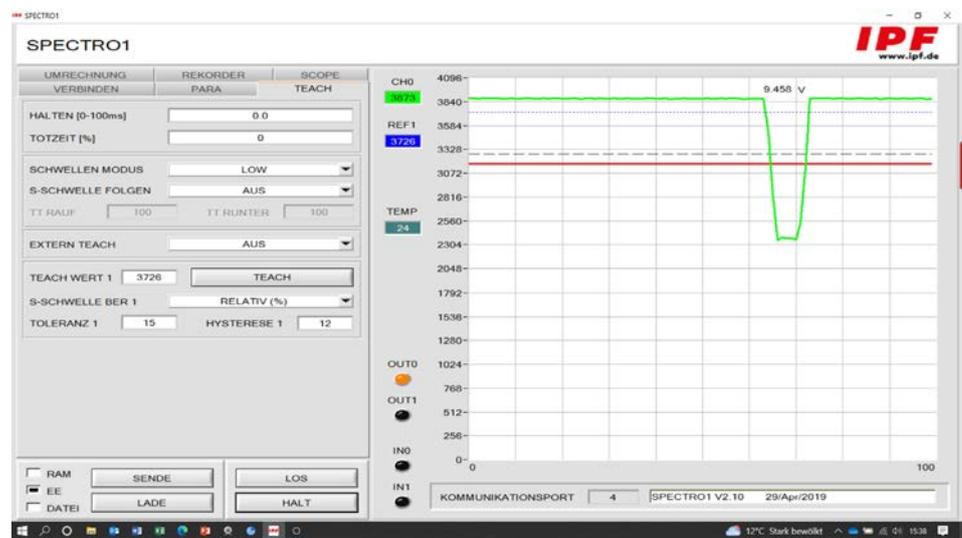


Abb. 4.: Die Parametriersoftware zu den High-End-Kontrastastern bietet extrem viele Möglichkeiten zur Einstellung des Sensors und zur Visualisierung der Signalverläufe.

3.2.2 MEHR FLEXIBILITÄT UND HOHE GESCHWINDIGKEIT

Da die Lichtleiter die Intensität des von einer Marke oder Markierung reflektierten Lichts an den High-End-Kontrasttaster übertragen, besteht ein weiterer Vorteil darin, die Lichtleiter unabhängig vom eigentlichen Sensor selbst in sehr schwer zugänglichen Bereichen zur Detektion installieren zu können. Auch Umgebungstemperaturen bis +180°C stellen für die Lichtleiter kein Problem dar.

Zu den herausragenden Eigenschaften der Sensoren von ipf electronic gehören überdies die hohen Geschwindigkeiten, mit denen die Lösungen arbeiten. So verfügt z. B. der **OK630180** über eine Schaltfrequenz von 200kHz. Da das Gerät somit in der Lage ist, bis zu 200.000 Signale pro Sekunde zu erfassen, eignen sich solche Kontrasttaster insbesondere zur zuverlässigen Detektion in extrem schnell laufenden Prozessen. Bei hohen Geschwindigkeiten und kleinen Marken fallen die Sensorsignale naturgemäß sehr kurz aus. Damit in solchen Fällen die nachgeschaltete Steuerung in der Lage ist, die Sensorsignale problemlos zu erfassen, kann die Schaltsignallänge der Ausgänge in der Software frei eingestellt werden.

Die überragenden technischen Eigenschaften solcher Sensoren sind sicherlich beeindruckend. Aber letztendlich ist es in der Praxis häufig die Aufgabe von ipf electronic, die tatsächlichen Potenziale für eine optimale Systemlösung zu erkennen und diese durch die entsprechende Auswahl der geeigneten Systemkomponenten auch konsequent auszuschöpfen, wie nachfolgendes Beispiel aus der Praxis zeigt.

4 APPLIKATIONSBEISPIEL RAUCHERKENNUNG

Rauch kann wertvolle Informationen liefern, wie ein Automobilzulieferer bei der Fertigung von flexiblen Rohren festgestellt hat. Diese Produkte sind vor allem aufgrund ihrer kleinen Biegeradien beim Fahrzeugbau gefragt. Der hier beschriebene Betrieb stellt solche Rohre z. B. für die Klimatechnik, genauer für die Verteilung von Warm- und Kaltluft in Wohnwagen und Caravanen her, da sie den knapp bemessenen Bauraum im Innenraum der Fahrzeuge optimal ausnutzen.

4.1 INDIKATOR FÜR ZU STARKE ERWÄRMUNG

Die flexiblen Rohre werden aus Aluminium und Kraftpapier gefertigt. Um diese beiden Materialien für das Endprodukt fest miteinander zu verbinden, wird das Rohr durch eine Induktionsspule geleitet und dort erwärmt. Prozessbedingte Schwankungen können allerdings dazu führen, dass sich das Aluminium und damit auch das Papier in der Induktionsspule zu stark erwärmen. Im Extremfall kann hierdurch ein Brand an der Induktionsspule entstehen, der auf jeden Fall verhindert werden soll.

4.2 FRÜHWARNSYSTEM FÜR KRITISCHE PROZESSZUSTÄNDE

Um derart kritische Prozesse bei der Fertigung der flexiblen Rohre sofort erkennen zu können, entschied sich der Automobilzulieferer, die Rauchintensität an der Induktionsspule als Indikator zu verwenden. Hierfür wurde eine Lösung benötigt, die die Kontrolle der Rauchentwicklung im Fertigungsprozess unmittelbar hinter der Induktionsspule kontrolliert und somit gewissermaßen als Frühwarnsystem fungiert. Konkret sollte diese Lösung ab einer bestimmten Rauchintensität ein Signal an die Anlagensteuerung übermitteln, damit der laufende Produktionsprozess gestoppt und auch die Induktionsspule abgeschaltet werden kann.

4.3 HIGH-END-KONTRASTTASTER MIT SPEZIELLER REFLEXOPTIK

ipf electronic schlug dem Betrieb für die beschriebene Aufgabenstellung ein High-End-Gerät mit einem Lichtleiter in Verbindung mit einer speziellen Reflexoptik vor. Konkret handelt es sich hier um den fremdlichtunempfindlichen Kontrasttaster **OK630180**, der mit getaktetem, punktförmigem Weißlicht als Sendequelle arbeitet. Ergänzend hierzu wird ein Lichtleiter verwendet, auf dem sich die spezielle Optik befindet.



Abb. 5: Die Kombination aus dem fremdlichtunempfindlichen Kontrasttaster **OK630180** und spezieller Reflexoptik ermöglicht die Überwachung eines relativ großen Bereichs, in dem Rauch entstehen kann.

Der mit einer sehr hellen Weißlicht-LED ausgestattete Sensor hat je nach verwendetem Lichtleiter und der Auswahl der Aufsatzoptik eine Reichweite von 1mm bis 500mm. In dieser Applikation erstreckt sich der Arbeitsbereich der Systemlösung bedingt durch den verwendeten Lichtleiter mit der Reflexoptik von 80mm bis 150mm. Parametriert wird der **OK630180** mit der bereits in Kapitel 2.2.1 vorgestellten Parametriersoftware. Neben einer RS232-Schnittstelle verfügt der Kontrasttaster über insgesamt 4 Ausgänge: 2 Digitalausgänge (0V/+Ub) mit einer Schaltfrequenz von bis zu 200kHz sowie 2 Analogausgänge (0...10V und 4...20mA).

4.4 GROSSFLÄCHIGER BLICK AUF DEN DETEKTIONSBEREICH

Da der Kontrasttaster nicht im unmittelbaren Bereich der Rauchentwicklung installiert werden kann und sich somit nicht am eigentlichen Messort befindet, überträgt der Lichtleiter die Sende- und Empfangssignale zwischen Sensor und Reflexoptik. Aus der Optik tritt dementsprechend das vom Sensor erzeugte Weißlicht aus. Gleichzeitig nimmt sie das vom Rauch reflektierte Weißlicht wieder auf und leitet es über den Lichtleiter zurück zum Sensor. Die spezielle Optik der Linse deckt hierbei einen Erfassungsbereich von 180° ab, wodurch sich wiederum ein relativ großer Bereich am Ende der Induktionsspule auf eine Rauchentwicklung hin überwachen lässt.



Abb. 6.: Ein Lichtleiter überträgt die Sendesignale vom Sensor (rechts unten) zur Reflexoptik (oben, Mitte)

Um die notwendige Empfindlichkeit zu bestimmen, bei der der Kontrasttaster ein Signal ausgeben soll, wurde eine Art „Worst Case“-Szenario mit entsprechender Rauchentwicklung simuliert. In dieser Simulation erhöhte man schrittweise die Leistung der Induktionsspule, bis ein leichter Brand entstand. Die Referenz für das Ansprechen des Sensors und somit die Schwelle für einen potenziell kritischen Prozesszustand wurde anschließend über die Parametriersoftware weit darunter festgelegt.

Wird demnach die Rauchentwicklung stärker, erhöht sich auch die Intensität des vom Rauch reflektierten Lichts, bis die zuvor über die Software ermittelte Intensitätsschwelle erreicht ist. In diesem Fall gibt der Sensor ein Schaltsignal an die SPS der Anlage aus, damit der Fertigungsprozess sofort gestoppt und die Induktionsspule ausgeschaltet werden kann.



Abb. 7: Die spezielle Optik der über der Induktionsspule befindlichen Linse ermöglicht einen 180°-Blick in den Rauch. Die hier verwendete Linse wurde eigens für Lichtleitertaster entwickelt und hat einen Arbeitsbereich von 80 bis 150mm. Gut zu erkennen ist der Lichtfleck (Bildmitte, rechts) der Reflexoptik auf dem flexiblen Rohr an der Austrittsöffnung der Induktionsspule.

4.5 FERTIGUNG MIT EINEM DEUTLICHEN PLUS AN SICHERHEIT

Seit der Installation der Lösung von ipf electronic hat der Betrieb nach eigenen Aussagen bei der Herstellung von flexiblen Rohren ein deutliches Plus an Sicherheit gewonnen. Zur Rauchererkennung wird nur mit einem, über die Simulation ermittelten Schwellenwert gearbeitet, da dieser selbst bei einem Produktwechsel völlig ausreicht. Bis dato wurden in diesem Anlagenbereich keinerlei Probleme mehr beobachtet, sodass die Gefahr von Bränden endgültig der Vergangenheit angehören.

5 ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Kontrasttaster von ipf electronic eröffnen vielfältige Potenziale für den Einsatz in einem sehr breiten Applikationsspektrum. Der Sensorspezialist bietet hierzu sowohl äußerst präzise wie leistungsstarke Kompaktgeräte für die einfache Installation sowie Inbetriebnahme, als auch High-End-Geräte an, die sich insbesondere für ganz spezielle Anforderungen eignen. Vor allem beim Einsatz der High-End-Kontrasttaster können die umfangreichen Erfahrungen der Applikationsspezialisten von ipf electronic wertvoll sein, da es hier im Hinblick auf eine konkrete Anwendung eine Fülle an Möglichkeiten zur Auslegung einer optimalen Systemlösung gibt. Allein die Parametriersoftware zu den High-End-Geräten bietet in diesem Zusammenhang immens viele Optionen zur Einstellung der Sensoren und Auswertung der entsprechenden Signale.

© ipf electronic gmbh: Dieses White Paper ist urheberrechtlich geschützt. Die Verwendung des Textes (auch in Auszügen) sowie der Bildmaterialien in diesem Dokument ist nur mit schriftlicher Genehmigung der ipf electronic gmbh gestattet.

ipf electronic gmbh
info@ipf.de • www.ipf.de

Änderungen vorbehalten! Stand: Dezember 2022