

# Plasmavorbehandlung für perfekte Faltschachtelverklebung



# Vorstellung

## **Berrin Küzün**

Dipl. Phys.-Ing.

**Leiterin Anwendungstechnik,**  
Projektmanagement, seit 2009 im  
Bereich Plasma &  
Plasmabeschichtung

Tigres GmbH  
Sandhagenweg 2  
21436 Marschacht (bei Hamburg)

Fon: +49 4176 948 7712  
kuezuen@tigres.de



# Vorstellung

## **Peter van Steenacker**

Industrieelektroniker

**Seit 1998 technischer Vertrieb von Plasmavorbehandlungsanlagen.** Umfangreiche Erfahrung mit Atmosphärendruckplasmadüsen (APPJ), DBD-Plasma für 2D und 3D-Anwendungen sowie Niederdruckplasmasystemen.

**Umfangreiche Vortragstätigkeit** und Durchführung von Präsentationen, Seminaren, Webinaren sowie Schulungen zum Thema Plasmavorbehandlung.

Seit 2021 Leiter von TIGRES **PlasmaXperience**, der TIGRES-Plattform für Plasma-Know-How.

Tigres GmbH

Sandhagenweg 2

21436 Marschacht (bei Hamburg)

Fon: +49 4176 948 7728

Steenacker@tigres.de



TIGRES GmbH ist ein 1993 gegründetes, eigenständiges familiengeführtes Technologieunternehmen

Gegenstand des Unternehmens:

- ✓ Entwicklung
- ✓ Herstellung
- ✓ Vertrieb

von Atmosphärendruck-Plasma-Anlagen

- AD Plasma von der Punkt- bis zur Flächen-Entladung
- AD Plasma in verschiedenen Leistungsklassen
- AD Plasma mit verschiedenen Wärmetönungen
- Generatorentechnik

- Ca. 25 Mitarbeiter
- Standort in Marschacht, bei Hamburg
- Vertriebsbüro bei Stuttgart
- Ca. 14 Vertriebspartner weltweit

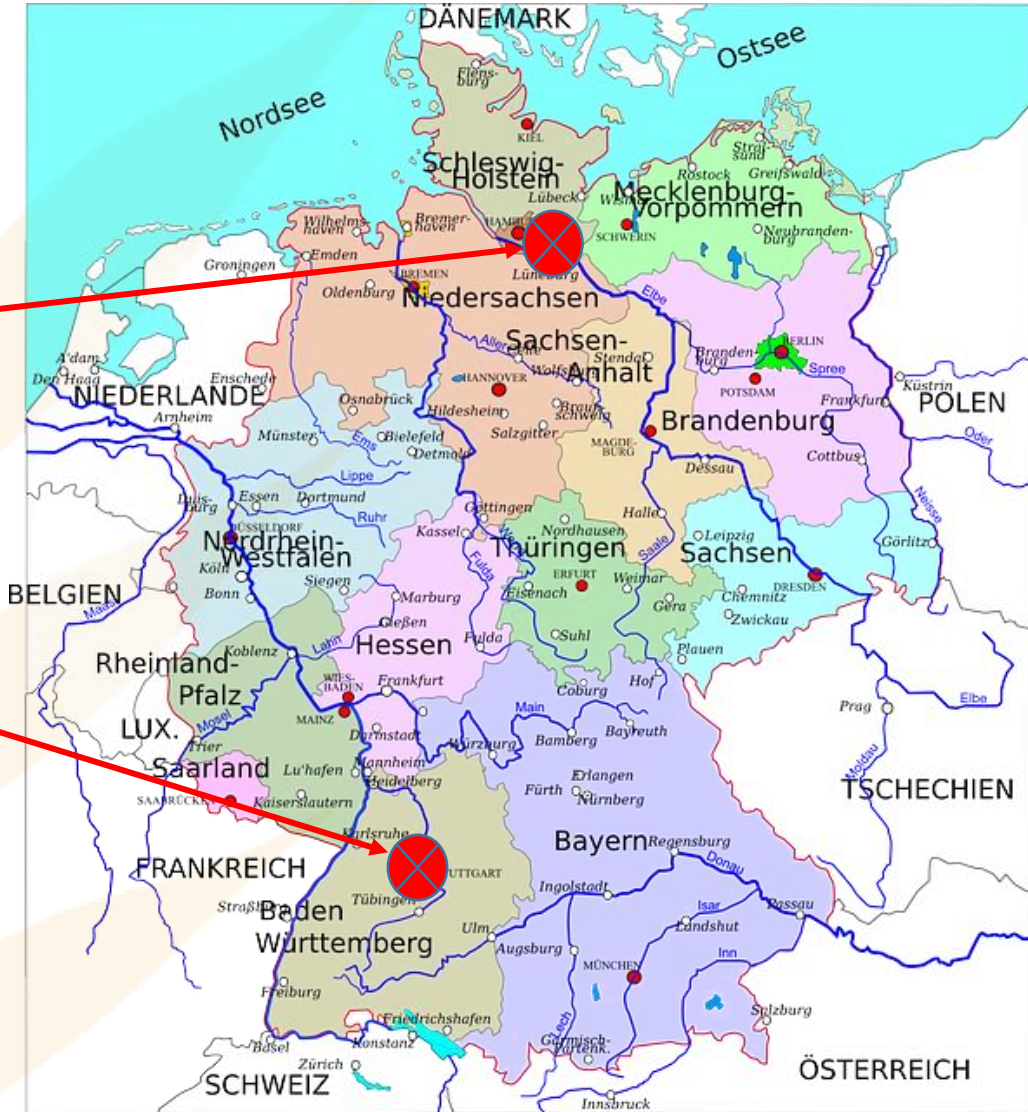


Bild: OpenClipart-Vectors Pixabay

# Applikation Faltschachtelverklebung: Zweck der Behandlung



Hochwertige Faltschachteln mit schwierig zu verklebender Oberfläche, wie z.B. lackiert oder laminiert, werden mit Plasma vorbehandelt, um die Haftung von Klebstoffen zu ermöglichen oder verbessern.

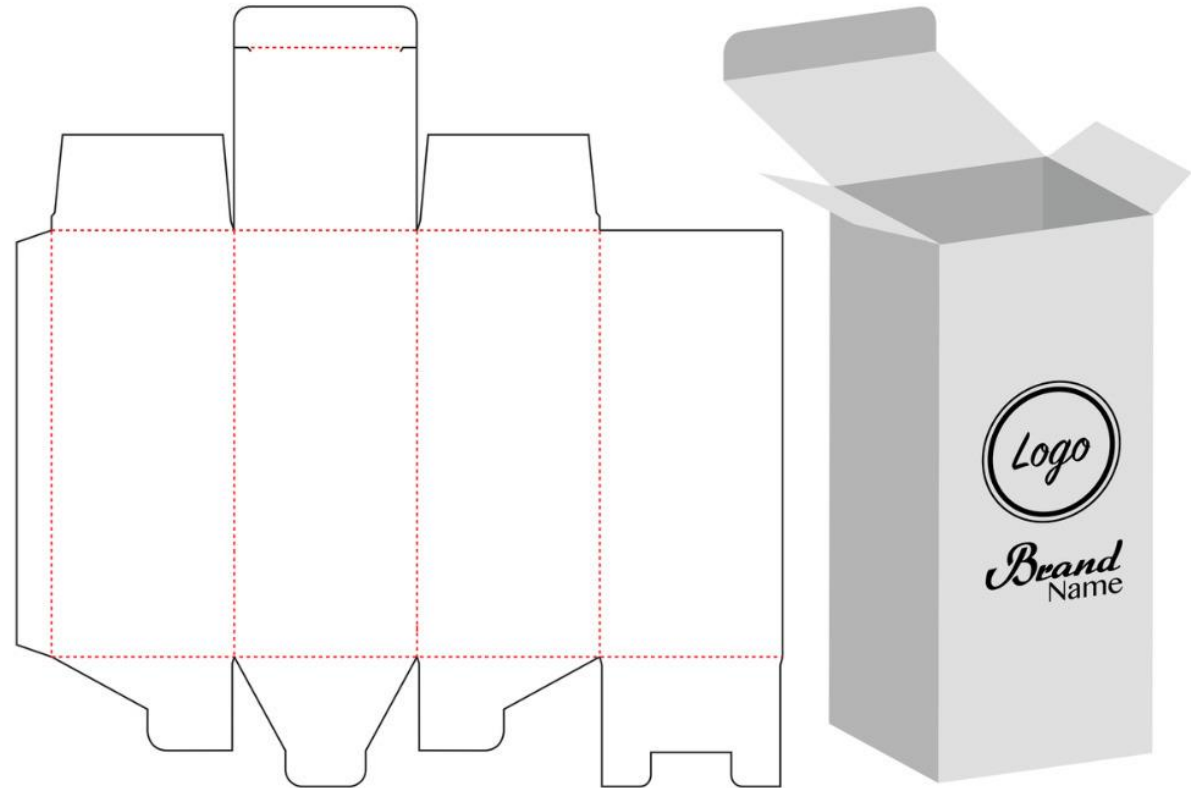
# Applikation Faltschachtelverklebung: Ziel perfekte Verklebung

Ziel:

Verkleben von Kartonumverpackung mit lackierten oder laminierten Oberflächen mit niedriger Oberflächenenergie mit Standardleim.

Typische Spezifikation:

- 1-4 Leimdüsen, meist 3-4
- Geschwindigkeit bis über 600 m/min
- Auftragsbreite <15 mm pro Leimspur



# Applikation Faltschachtelverklebung: Oberflächen

Grundmaterial: Karton

Beschichtungen:

PE

Einfach vorzubehandeln, üblicherweise sehr gute Haftung, auch von Weißleim durch Plasma. Bei sehr langsamen Geschwindigkeiten wird PE-Schicht u.U. auch abgebrannt.

PET-Folie

Lack

UV-Lack

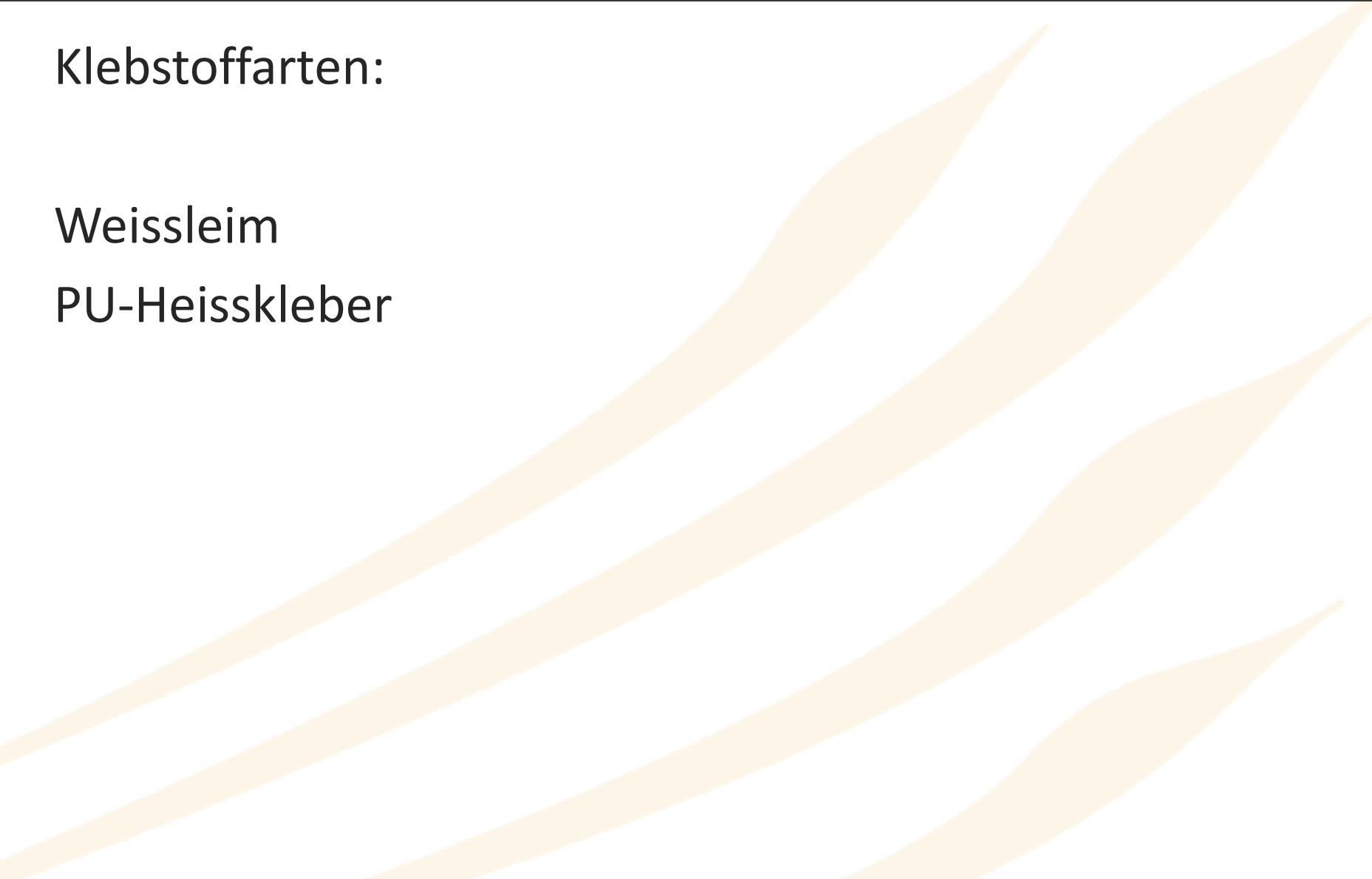


# Applikation Faltschachtelverklebung: Klebstoffarten

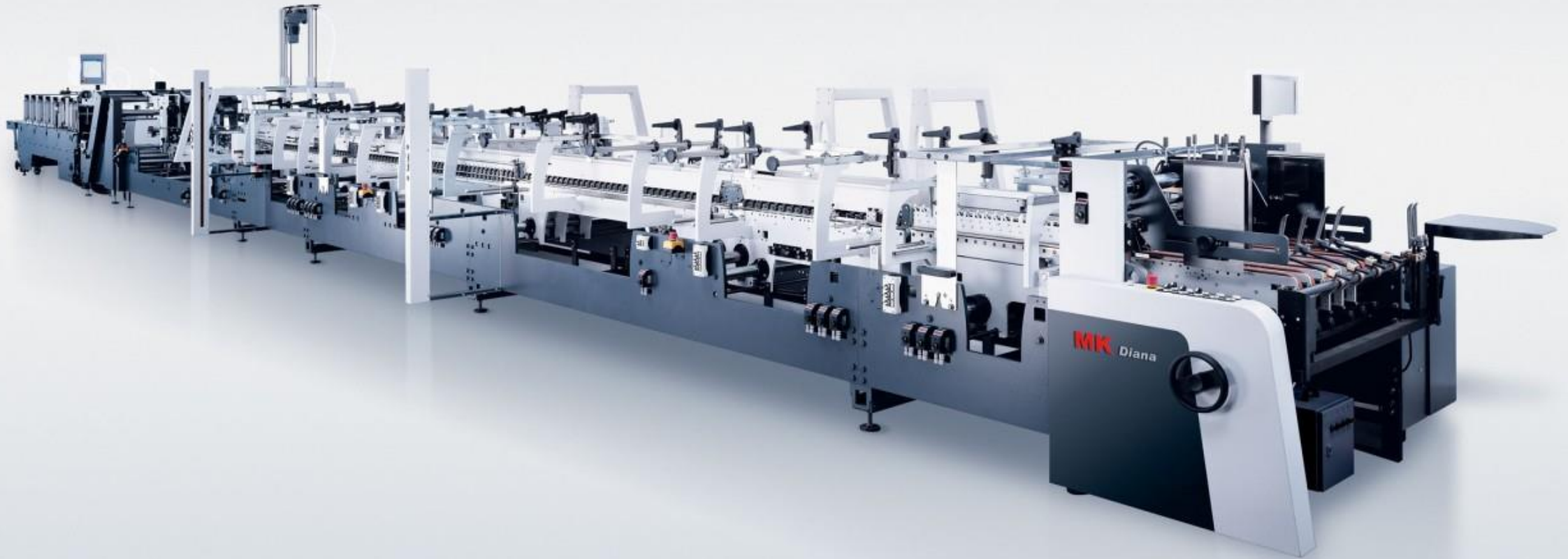
Klebstoffarten:

Weissleim

PU-Heisskleber



# Applikation Faltschachtelverklebung: Typische Verklebeanlage



Faltschachtelklebeanlage: Modulare Systeme, auf Kundenbedarf zugeschnitten.  
Der Kunde richtet die Anlage für spezifische Schachteln ein.  
Beispiel: MK Diana/Heidelberg

# Applikation Faltschachtelverklebung: Typische Hersteller

Typische Hersteller:

Heidelberg (MK) (Deutschland/China)

Bobst (Schweiz)

Kama (Deutschland)

Bahmüller (Deutschland)

Koenig & Bauer Duran (Türkei)

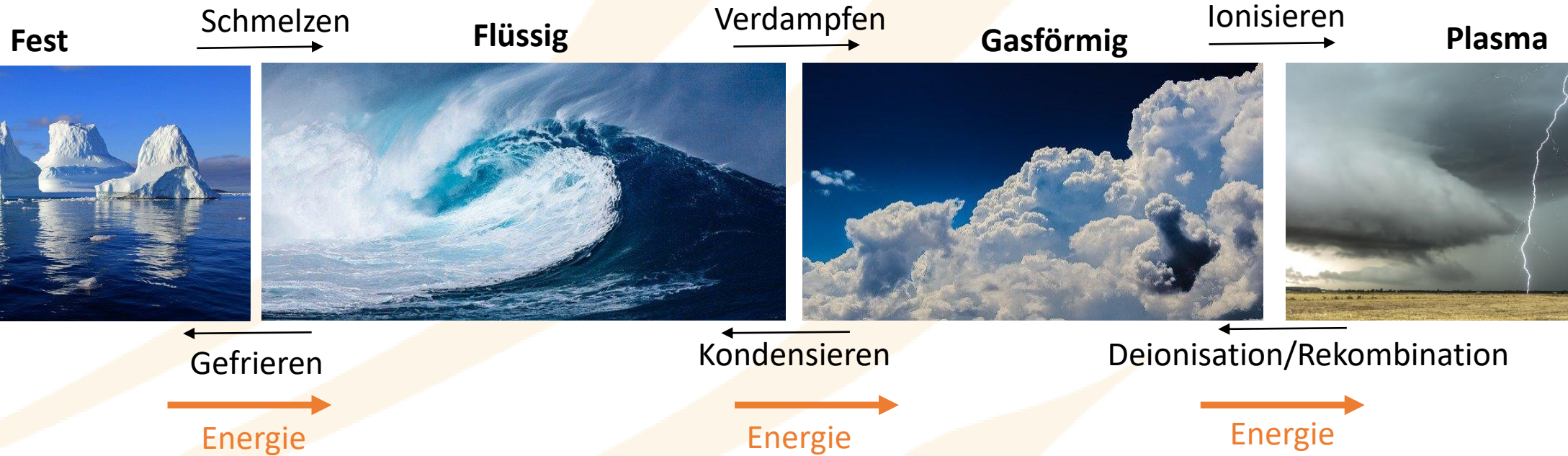
Vega (Italien)

Western Slope (USA)

Heasn (China)

Etc.

# Was ist Plasma?



Plasma ist ein ionisiertes Gas.

Mehr als 99 % aller sichtbaren Materie im Universum sind im Plasmazustand (Wikipedia).

# Die Oberfläche: Polymere

Verunreinigungen  $> 1\mu\text{m}$

wie Staub, Schmutz, Öle, etc

Adsorbtionsschichten 5-10 nm

wie Gase, Feuchte

Reaktionsschichten 5-10 nm

wie Oxide, Additive, Trennmittelreste

**Grenzfläche = Haftfläche**

Verändertes Polymergefüge  $>1\mu\text{m}$

z.B. verdichtete oder kalt verformte Randschicht

Ungestörtes Polymergefüge

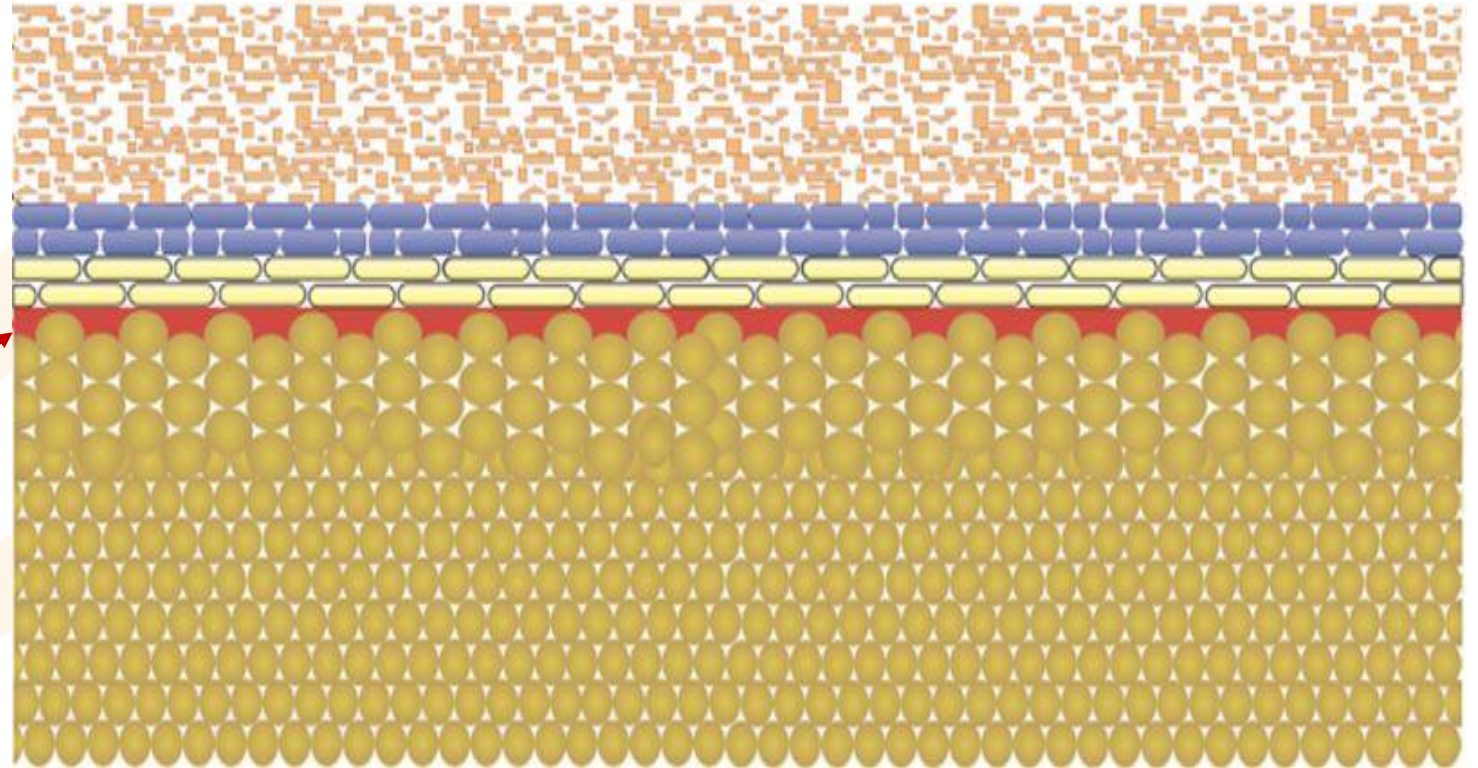


Bild: Dipl. Ing. (FH) Simone Fischer

# Idealzustand Oberfläche vor dem Verkleben

**Staubfrei**

**Fettfrei**

**Trocken**

Effekte verstärken bzw.  
vervielfachen sich

## 1. Hauptvalenzbindungen (Primärbindungen)

## 2. Nebervalenzbindungen (Sekundärbindungen)

1. Van der Waals-Kräfte
2. Dipol-Kräfte
3. Induktionskräfte
4. Dispersionskräfte
5. Wasserstoffbrückenbindung



<https://de.wikipedia.org/wiki/Van-der-Waals-Kr%C3%A4fte>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25008078/>

## 3. Mechanische Verklammerung

1. Veränderung der Oberfläche von teilkristallin zu amorph, (erm. Polymer-Polymer-Interdiffusion)
2. Elektronen/Ionenbeschuss

## 4. Diffusionsvorgänge

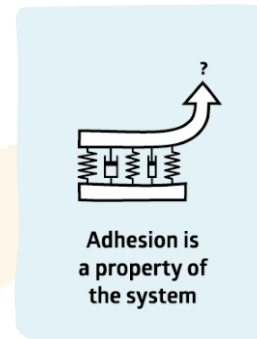
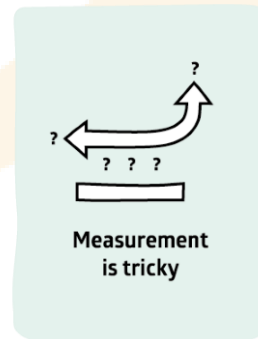
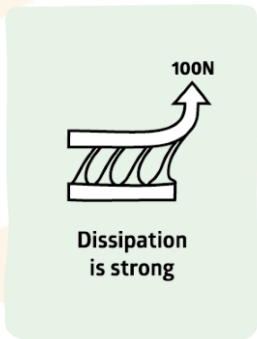
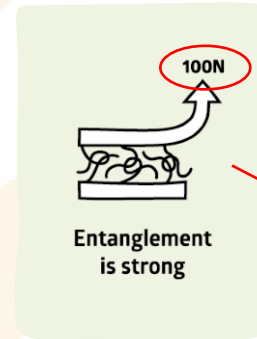
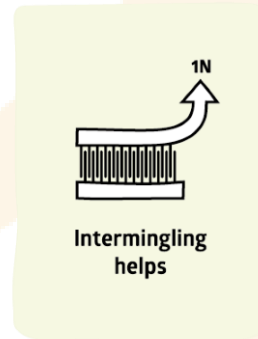
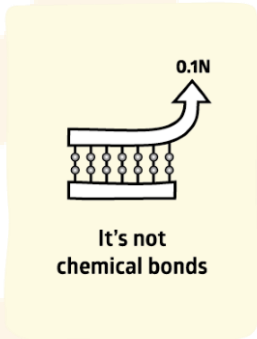
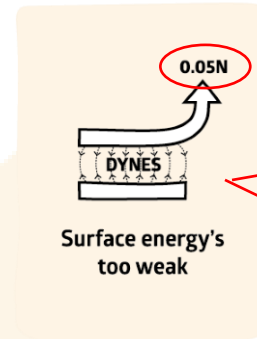
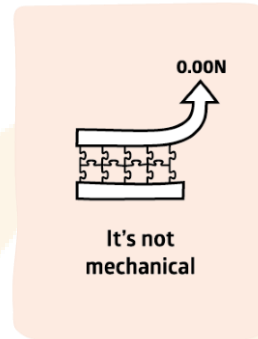
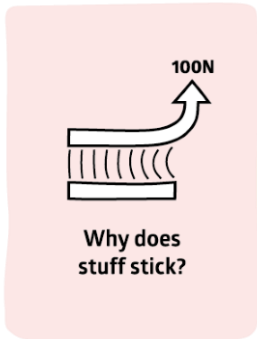
1. PVC beim Diffusionskleben
2. PS mit Cyanacrylat
3. PMMA mit UV-Klebstoff

## 5. Elektrische Doppelschichten

# Haftungskräfte: Auswirkung der einzelnen Aspekte

Prof. Steven Abbott  
PhD in Chemistry

<https://www.stevenabbott.co.uk/about-prof-steven-abbott.php>

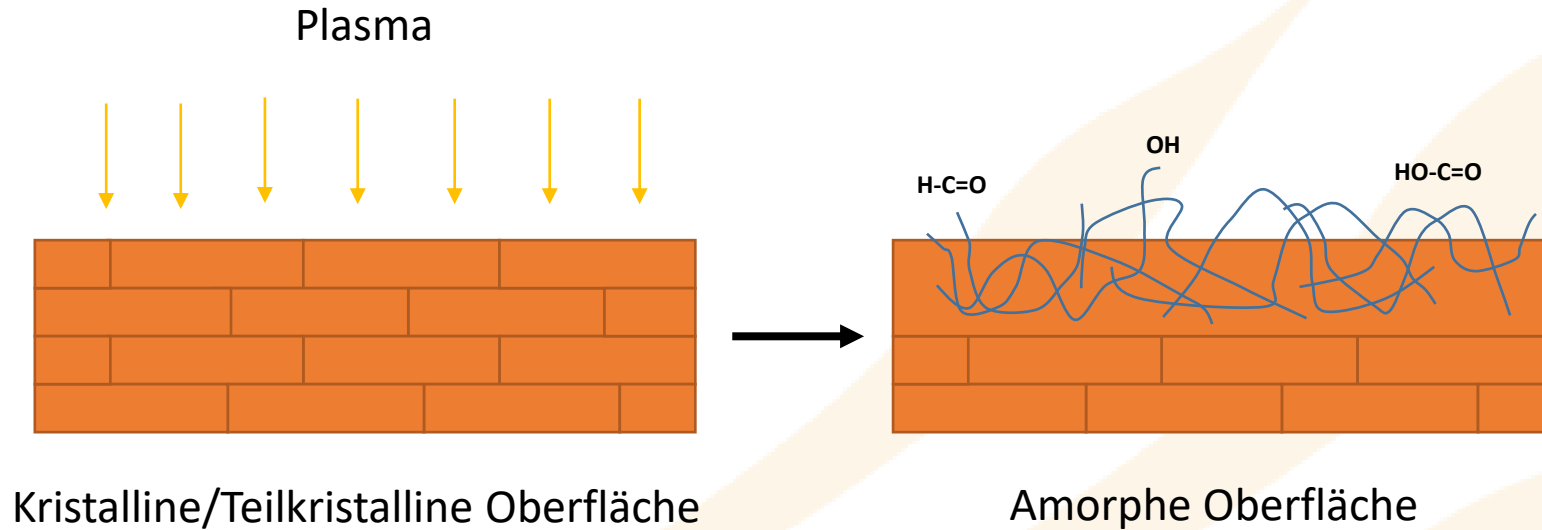


<https://www.stevenabbott.co.uk/practical-adhesion/>

<https://unsplash.com/@mmw189>



# Wirkung des Plasma auf die Kristallinität



Folge der Plasmabehandlung: Änderung der Oberflächenmorphologie:  
Intermingling/Entanglement-Effekt (Vermischung/Verwickeln)

Quelle: <https://www.stevenabbott.co.uk/practical-adhesion/entanglement.php>

Polymerart

[Polyamid](#) (PA66 und PA6)

typischer  
Kristallisationsgrad<sup>[2]</sup>

35...45 %

[Polyoxymethylen](#) (POM-Homopolymer)

90 %

[Polyoxymethylen](#) (POM-Copolymer)

75 %

[Polyethylenterephthalat](#) (PET)

30...40 %

[Polybutylenterephthalat](#) (PBT)

40...50 %

[Polytetrafluorethylen](#) (PTFE)

60...80 %

[Polypropylen](#) (PP), isotaktisch

70...80 %

Polypropylen (PP), syndiotaktisch

≈ 30...40 %

Polypropylen (PP), ataktisch

≈ 0 %

[Polyethylen](#) hoher Dichte (PE-HD)

70...80 %

Polyethylen niedriger Dichte (PE-LD)

45...55 %

Quelle:

[https://de.wikipedia.org/wiki/Kristallisation\\_\(Polymer\)#Eigenschaften\\_teilkristalliner\\_Polymerer](https://de.wikipedia.org/wiki/Kristallisation_(Polymer)#Eigenschaften_teilkristalliner_Polymerer)

# Wirkungsweise einer Aktivierung auf die Benetzbarkeit

Einfluss der Oberflächenaktivierung auf die Benetzbarkeit von Polymeroberflächen



Bild: Dipl. Ing. (FH) Simone Fischer

# Testtinten zur Bestimmung von Oberflächenenergie



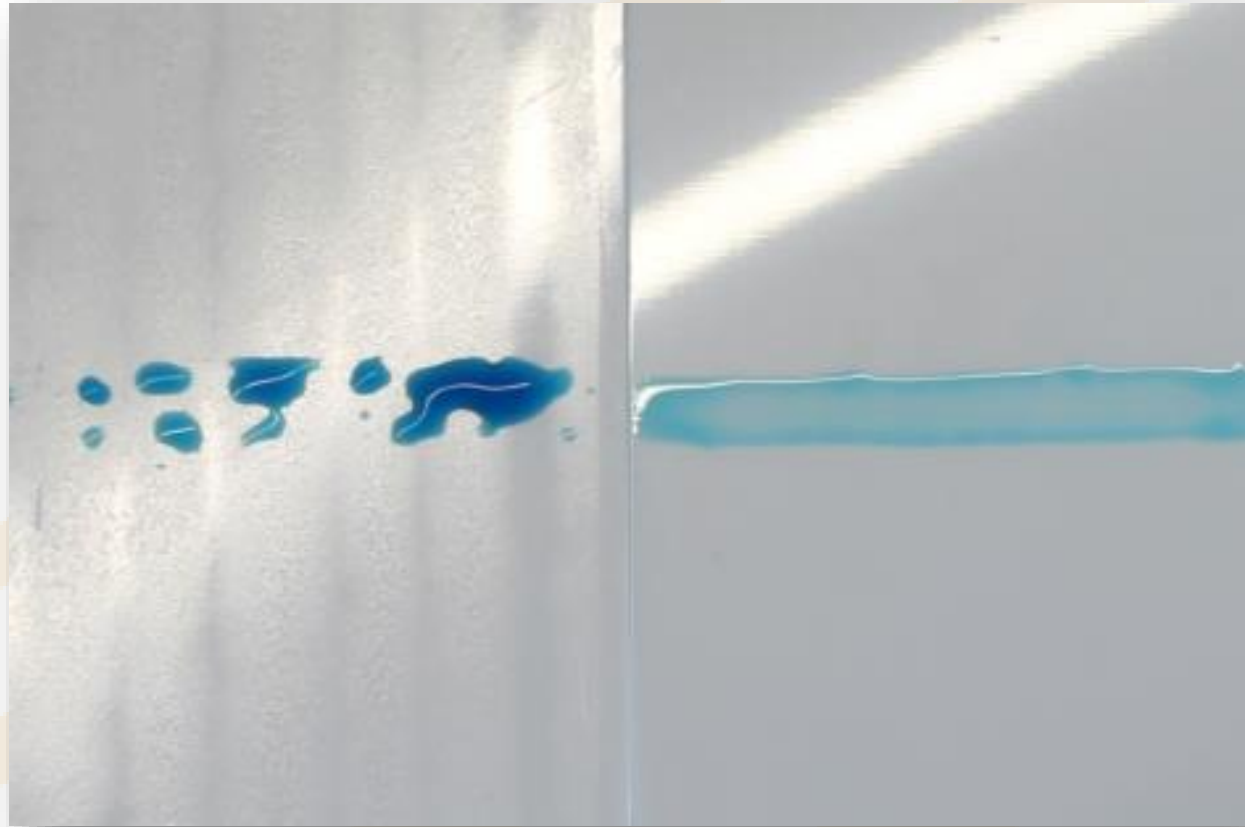
## Definition:

- Die Messeinheit ist mN/m. Eine ältere Bezeichnung ist Dyn
- Nach Aufbringen der Testtinte bildet sich entweder ein Film (mind. 2-3 Sek. nach ISO 8296) oder bildet vorher Tropfen.
- ISO 8296 ist basiert auf der Oberflächenbestimmung auf PE-Folie.
- [Testtintenshop](#)

# Benetzbarkeit von Oberflächen

## **Niedrige Oberflächenenergie**

Testtinte zieht sich innerhalb 2-3 Sek. Zusammen.



## **Hohe Oberflächenenergie**

Testtinte bleibt mindestens 2-3 Sek. als Film stehen.

# Oberflächenenergie und Anforderung Material

Für eine gute Benetzbarkeit muss die Oberflächenenergie mindestens gleich hoch oder höher liegen als die des aufzubringenden Mediums.

Eine Plasmabehandlung kann die Oberflächenenergie der Oberfläche deutlich anheben und so die Benetzbarkeit ermöglichen.

Übliche Oberflächenenergie von Polymeren:		Übliche Anforderung an die Oberflächenenergie für gute Adhäsion:	
PTFE	18 - 19 mN/m	UV-Farbe	Ca. 48 - 56 mN/m
Silikon	< 20 mN/m	Wasserbasierende Farbe	Ca. 50 - 56 mN/m
PP	29 - 31 mN/m	Beschichtungen	Ca. 46 - 52 mN/m
PE	30 - 32 mN/m	UV-Kleber	Ca. 44 - 50 mN/m
PS	34 - 38 mN/m	Wasserbasierender Kleber	Ca. 48 - 56 mN/m
PC	35 - 44 mN/m	Lösemittelhaltiger Kleber	Ca. 38 mN/m
PUR	43 - 47mN/m		

# Was Benetzbarkeit zeigt

Die gemessene Haftung wird beeinflusst durch:	Tendenziell messbar durch die Benetzung:
<b>ADHESION:</b>	
Hauptvalenzbindungen	Nein
<b>Nebervalenzbindungen</b>	<b>Ja</b>
Elektrische Doppelschichten	Nein
Diffusion	Nein
Mikromechanische Verklammerung	Nein
<b>KOHESION:</b>	
Orientierung der anhaftenden Schicht	Nein
Festigkeit und Verformbarkeit der anhaftenden Schicht	Nein
<b>PRÜFTECHNIK:</b>	
Spannungsverteilung in der Probe	Nein

## Fazit Benetzbarkeit:

1. Eine gute Benetzbarkeit ist oft eine notwendige Voraussetzung für eine gute Haftung
2. Eine gute Benetzbarkeit ist noch keine hinreichende Bedingung für eine gute Haftung

Siehe auch:

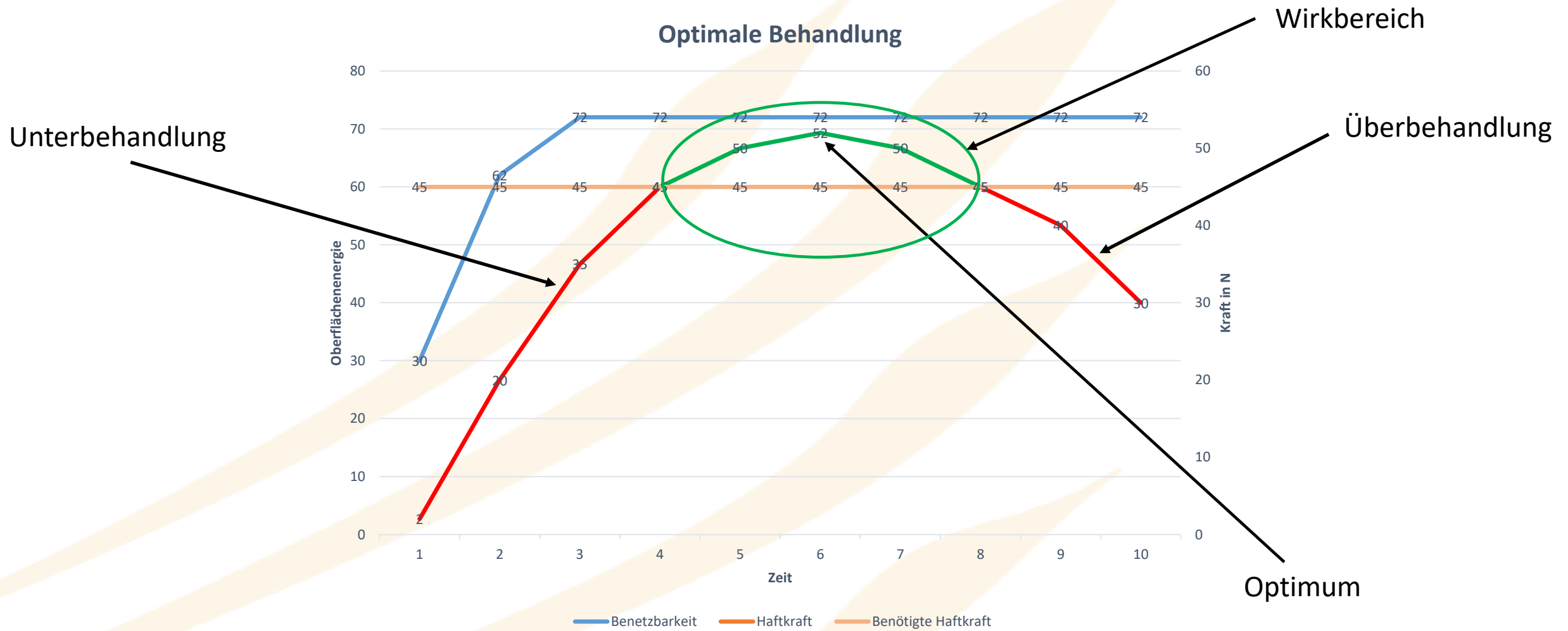
<https://www.plastverarbeiter.de/106103/wie-lange-sind-plasmaaktivierte-polymeroberflaechen-offen/>

**„Jedoch konnte im Rahmen der durchgeführten Versuche keine, oft postulierte, einfache Korrelation zwischen der Oberflächenenergie und Adhäsion der Klebstoffe beziehungsweise Festigkeit der resultierenden Klebverbunde festgestellt werden.“**

PDF von Fraunhofer IFAM:

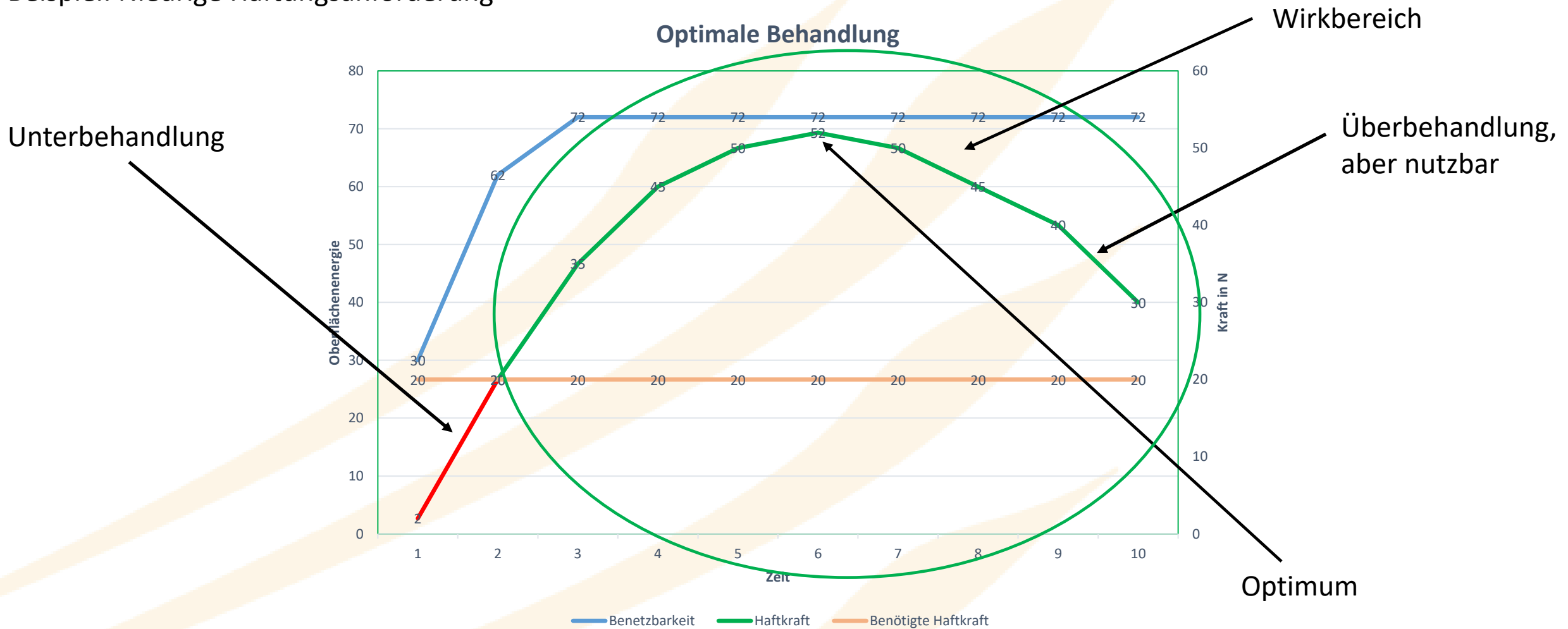
[https://www.ifam.fraunhofer.de/content/dam/ifam/de/documents/Klebertechnik\\_Oberflaechen/PLATO/plastverarbeiter-2020-beitrag-fraunhofer-ifam.PDF](https://www.ifam.fraunhofer.de/content/dam/ifam/de/documents/Klebertechnik_Oberflaechen/PLATO/plastverarbeiter-2020-beitrag-fraunhofer-ifam.PDF)

# Plasmabehandlung optimieren: Die optimale Leistungsdosis



# Plasmabehandlung optimieren: Die optimale Leistungsdosis bei Faltschachteln

Beispiel: Niedrige Haftungsanforderung





# Gesamtfazit Plasmabehandlung

## **Oberflächenqualität:**

- ✓ Die zu verklebende Oberfläche ist idealerweise trocken, fettfrei und staubfrei

## **Plasmadosis:**

- ✓ Eine gute Benetzbarkeit/hohe Oberflächenenergie ist notwendig, aber nicht hinreichend und bedeutet alleine noch nicht, dass eine gute Haftung erreicht werden kann!
- ✓ Für die optimalen Haftungsergebnisse sind mehrere Testreihen sinnvoll, die den optimalen Leistungsdosis ermitteln, in Bezug auf die eigentliche Applikation
- ✓ Leistungseinstellbare Plasmageräte ermöglichen eine optimale Leistungsdosis
- ✓ Tatsächliche Test der Haftung mit der richtigen Anwendung sind notwendig!

# Applikation Faltschachtelverklebung: Lösung Plasma

## Typische Plasmalösung von TIGRES:

- 1-4 Plasmadüsen mit hoher Leistung (M4 Generator mit CAT1000 Düsen)
- Mobile Lösung bei mehreren Linien, um Linien abwechselnd bedienen zu können. (Wagen von TIGRES verfügbar)
- Halterungen für Düsen (z. T. von TIGRES erhältlich)
- Optional Absaugung (von TIGRES erhältlich)

# Applikation Faltschachtelverklebung: Lösung Plasma



# Applikation Faltschachtelverklebung: Anwendung Plasma

Typische Einstellung CAT1000

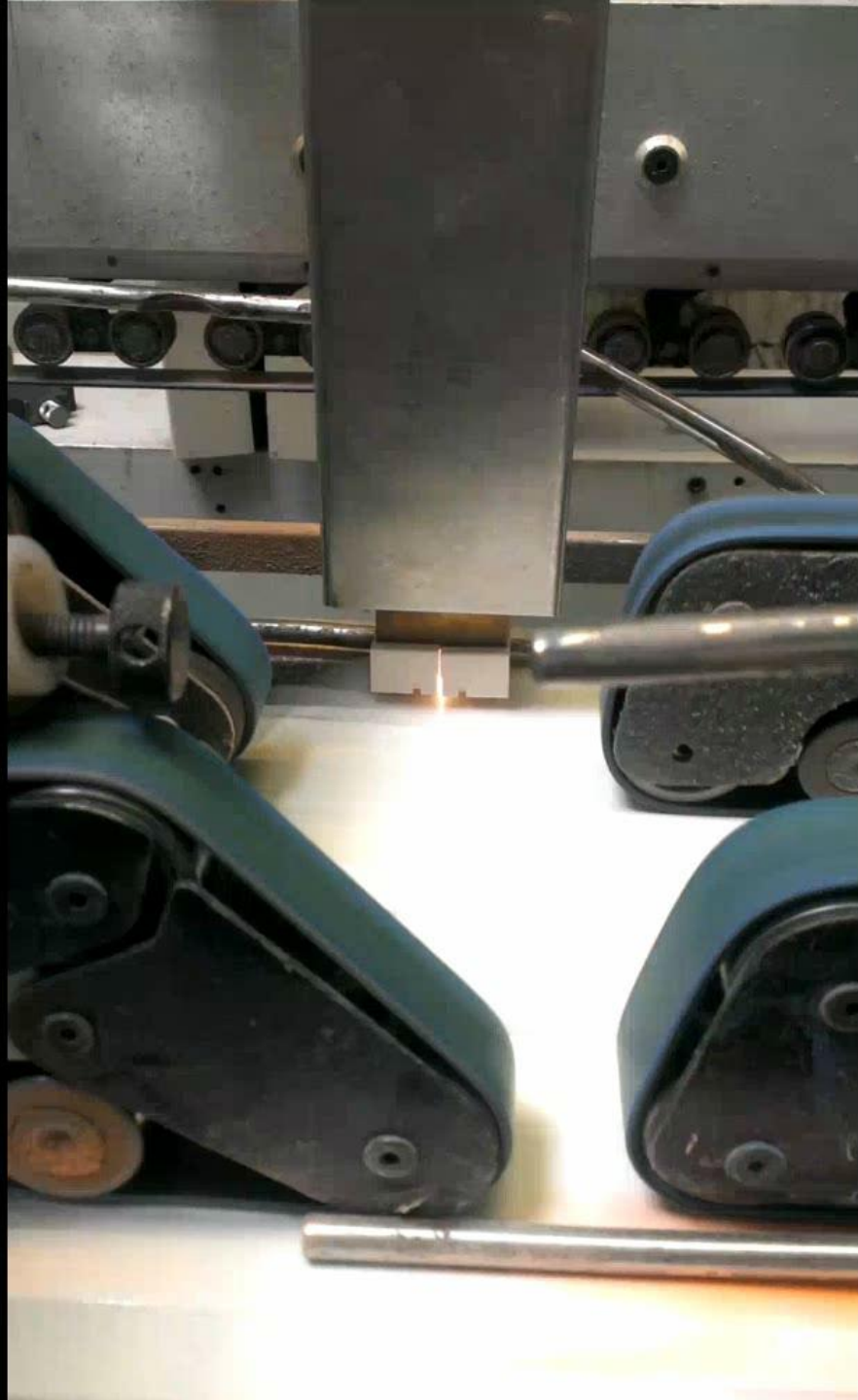
Abstand Düse zur Oberfläche:

5-15 mm

Je näher desto heißer



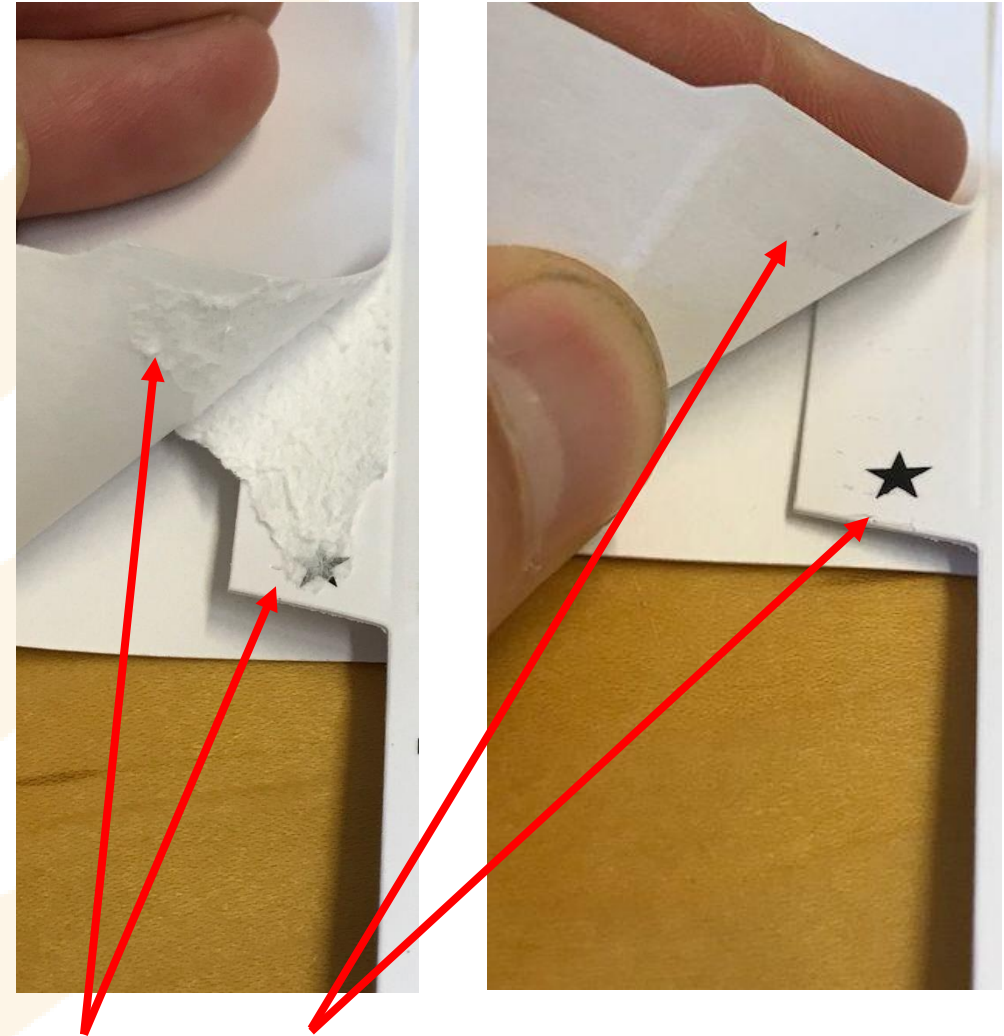




# Applikation Faltschachtelverklebung: Prüfen der Behandelbarkeit

## Nutzung an der Linie:

- Abstand Düse zum Karton 5 - 15 mm (FokUSDüse)
- Karton mit Farbe oder Folie
  - Aktivierung für Hotmelt
  - Aktivierung/Abbrennen für wasserbasierten Kleber
- Kleber kann bis zu 24 h zum Trocknen brauchen!



Mit und ohne Plasma nach 24 h Trocknungszeit

# Nutzen Plasma für Faltschachteln

## **Erhöhte Produktivität**

- ✓ Hohe Produktionsgeschwindigkeit durch hohe Plasmaleistung möglich
- ✓ Weniger verschiedene Leime auf Lager
- ✓ Verringerung der Produktionskosten, Standardleime verwendbar
- ✓ Keine Aussparungen der Beschichtung nötig

## **Verbesserte Qualität**

- ✓ Perfekte, homogene und gleichbleibende Leimung beschichteter, laminiertes und synthetischer Oberflächen

## **Optimierte Ergonomie**

- ✓ Jede Düse individuell steuer- und regelbar
- ✓ Einstellbare Halterung je Düse für erleichterten Einsatz an der Maschine
- ✓ Einfache Installation, geringer Platzbedarf, kompakte Düsen, Trafos und Generator
- ✓ Optionaler, rollbarer Wagen für flexible Nutzung

## **Verringerte Umweltbelastung**

- ✓ keine flüchtigen organischen Verbindungen (VOC)
- ✓ Keine Lösungsmittel

Erfüllt CE-Richtlinien



# Standardgeräte, allgemeiner Aufbau

Versorger

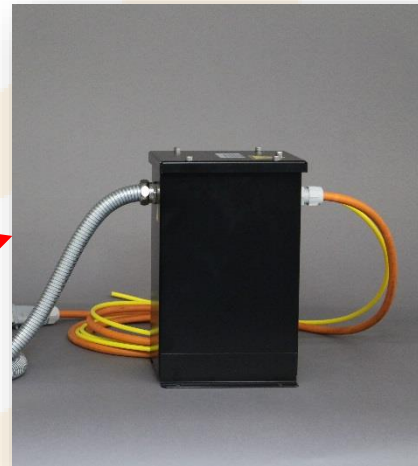
+

Werkzeug

Generator

+

Trafo  
(extern)



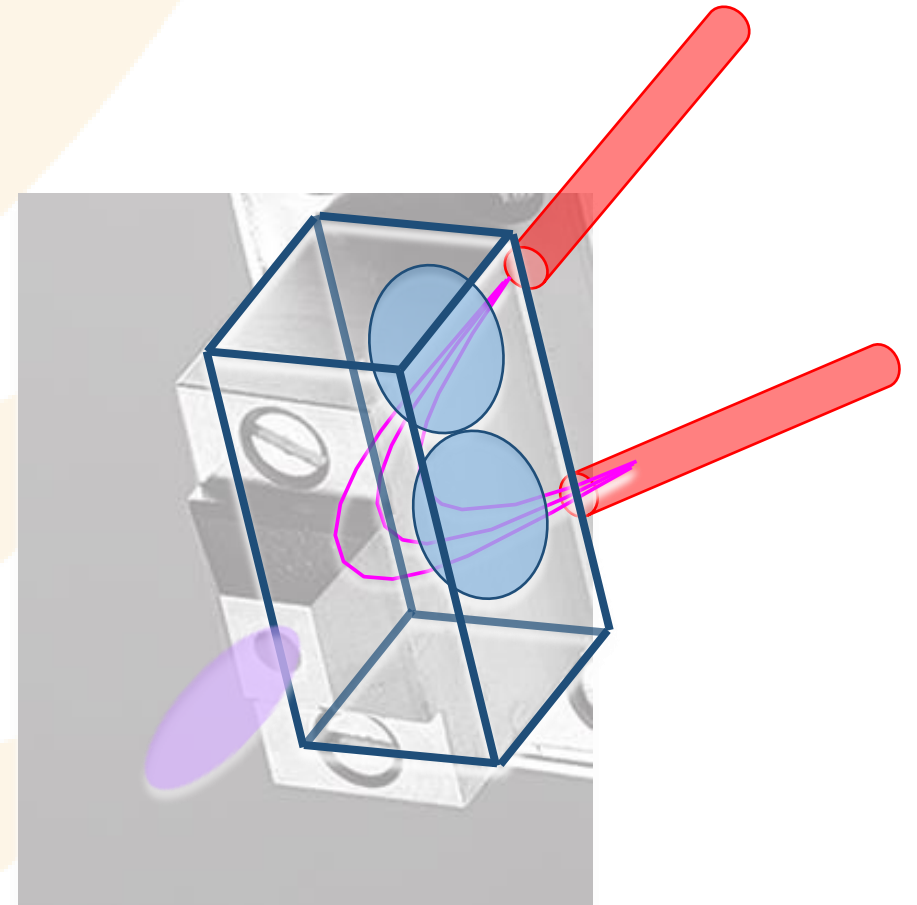
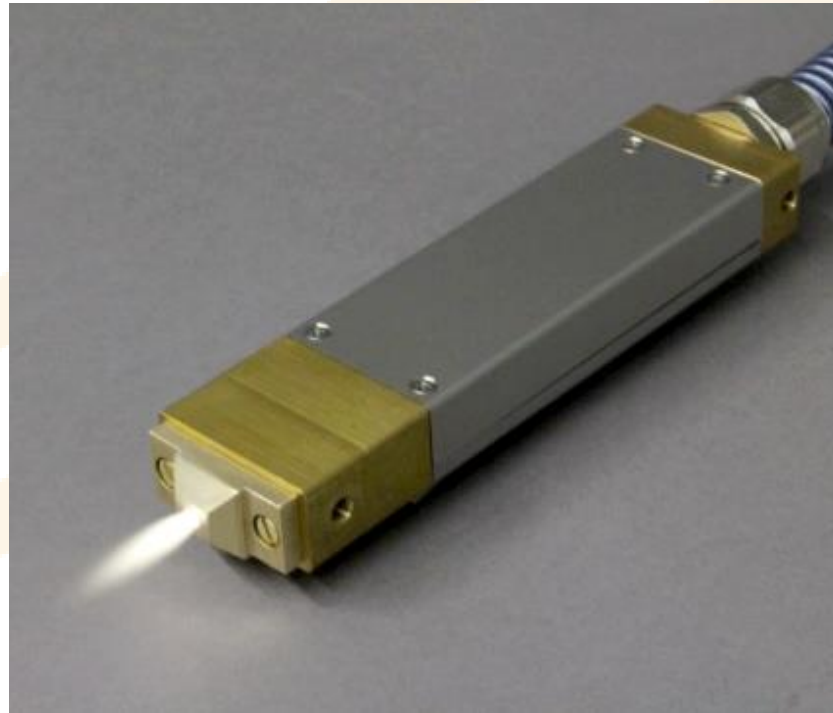
CAT1000

# Standard Werkzeuge CAT

Einzigartige, leistungsstarke Vorbehandlung. CAT= Curved Arc Technology

1000 [W] / Düse  
55 [l/min] / Düse  
(CAT1000)

(Patentiert)



Lebensdauer Elektrode: bis zu 10.000 h

Ca. 20 ms Hochlaufzeit Plasma

# Standard Werkzeuge CAT, Aufsätze Fokus - Schlitz



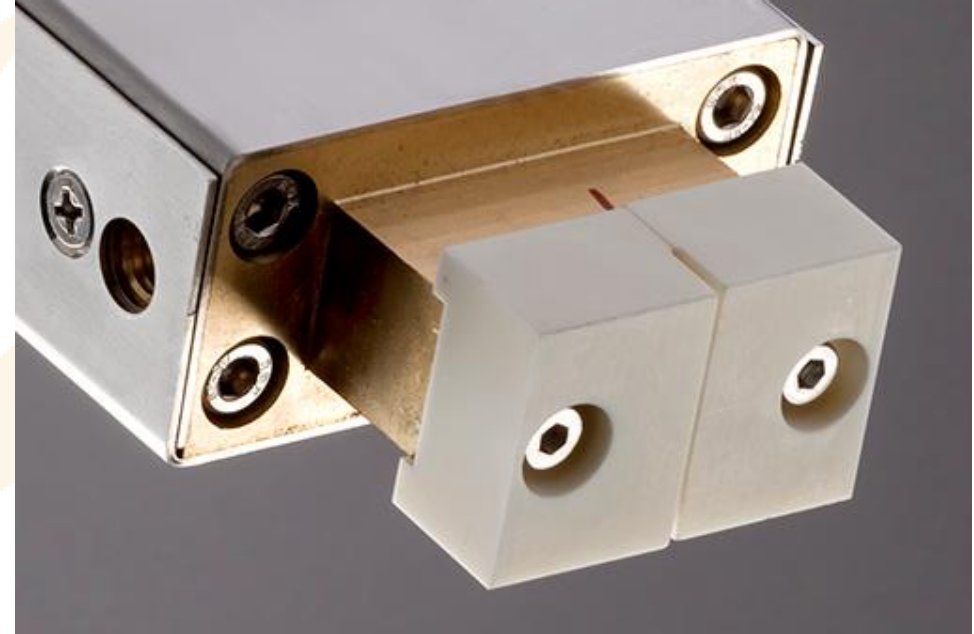
Fokusdüse

Behandlungsbreite:

CAT1000: Ca. 14-18 mm

Behandlungstiefe:

CAT1000: Ca. 18-25 mm



Schlitzdüse

Behandlungsbreite:

CAT1000: Ca. 25-32 mm

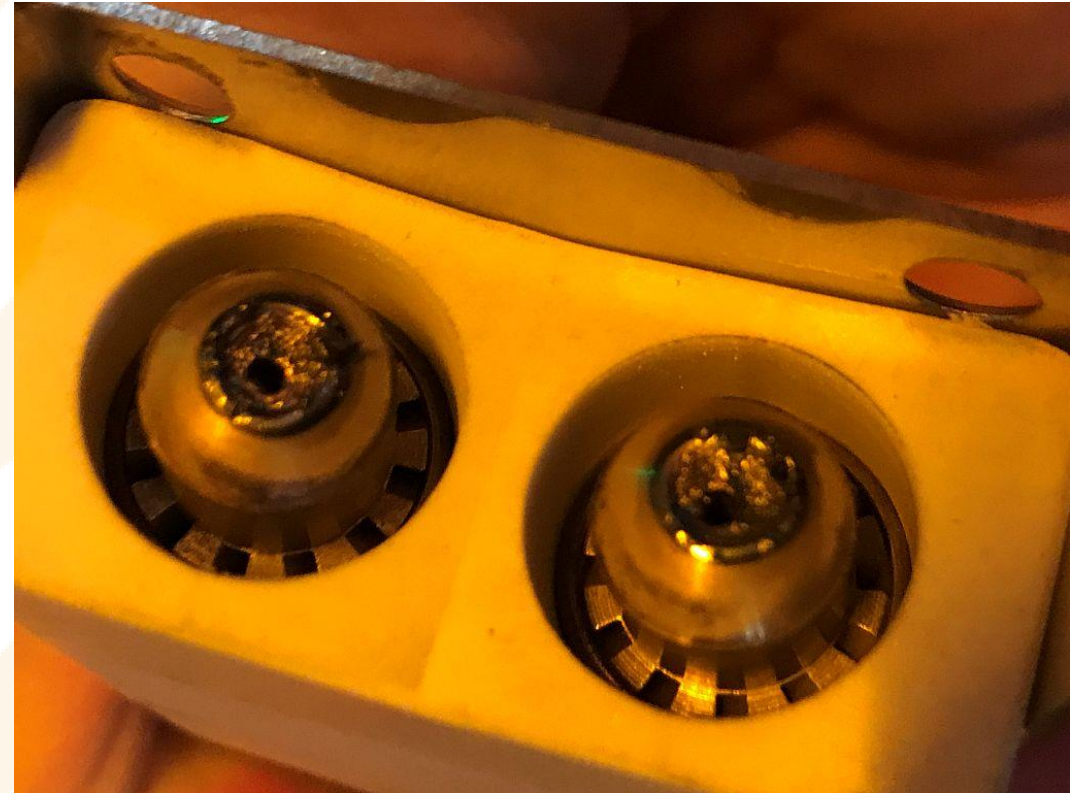
Behandlungstiefe:

CAT1000: Ca. 4-8 mm

# CAT: Lebensdauer Elektroden



CAT-Elektroden, ca. 4.000 h, noch nutzbar



CAT-Elektroden, ca. 8.000 h, noch nutzbar

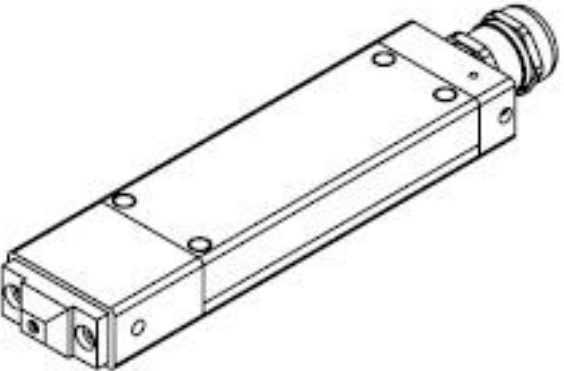
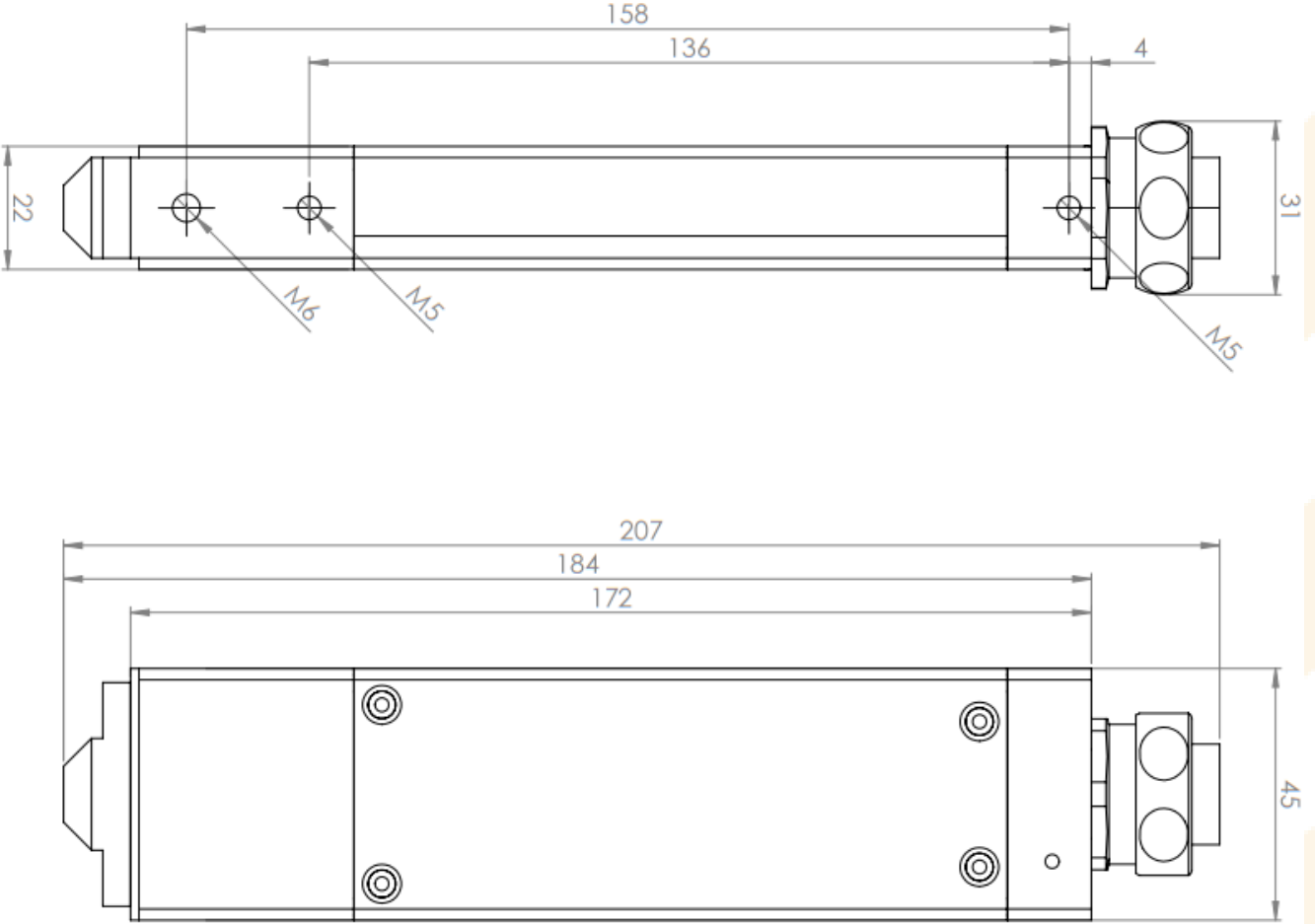
CAT-Elektroden, geschätzte Lebensdauer bei guten Betriebsbedingungen bis zu ca. 10.000 h.  
Ideal sind saubere Druckluft (trocken, ölfrei, sauber) und kontinuierlicher Betrieb.

# CAT: Elektrodenwechsel



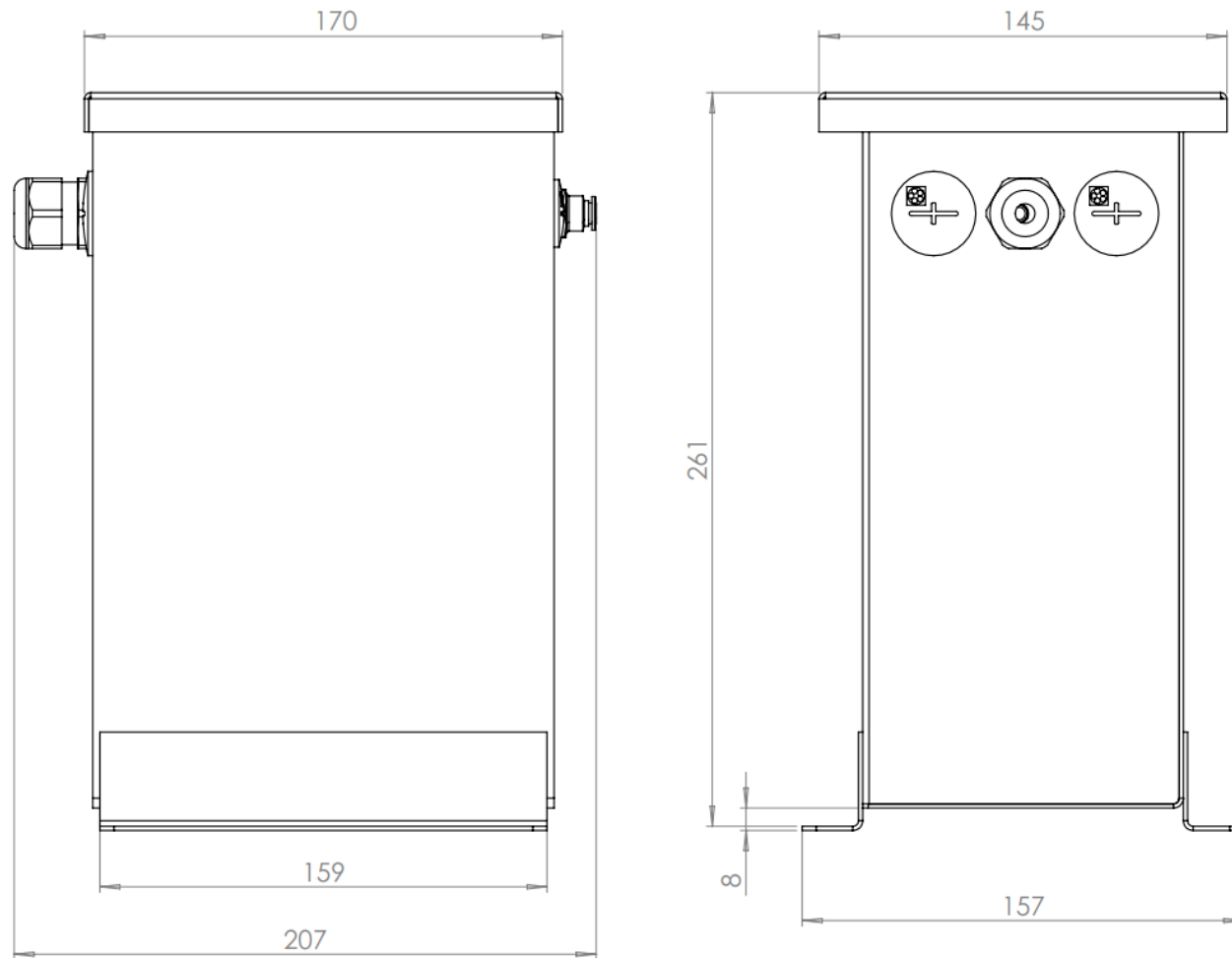
# Standardgeräte, CAT: Zeichnungen

CAT1000

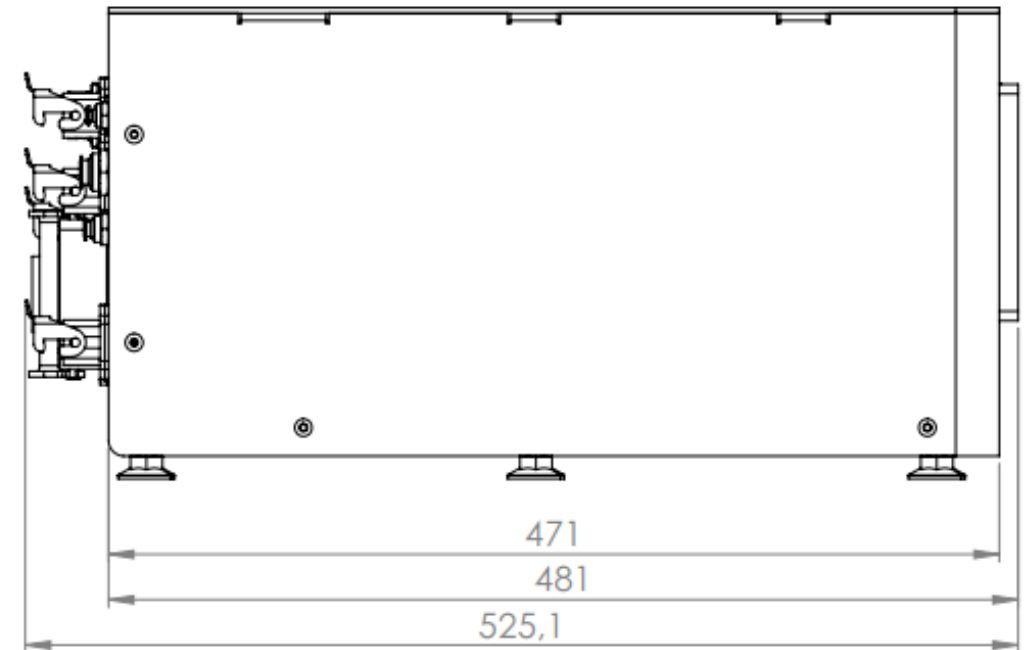
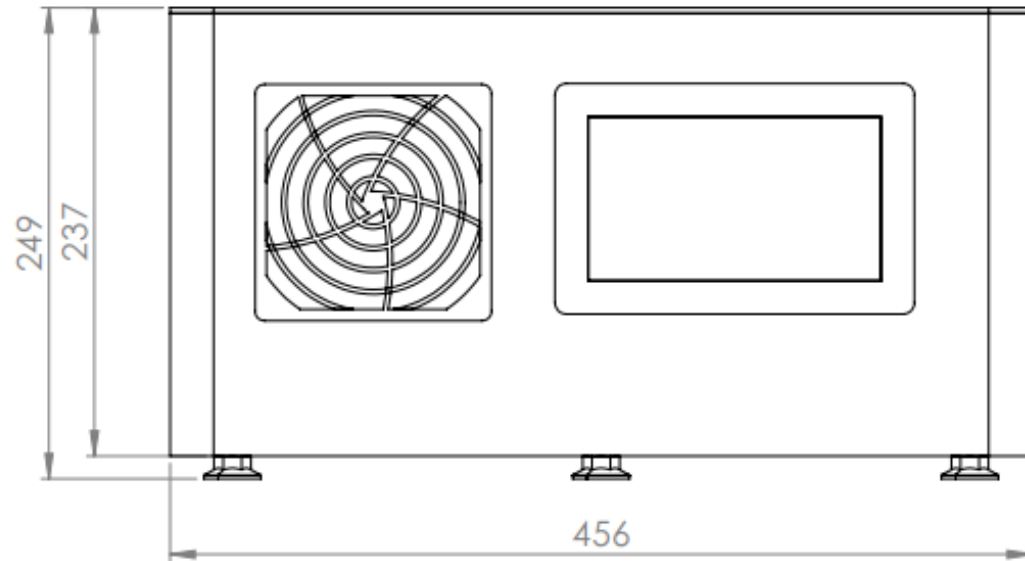


Gerne schicken wir Ihnen Zeichnungen und CAD-Daten zu

# M4 Generator, Transformer CAT: Drawings



# Standardgeräte, M4 Generator: CAT: Zeichnungen



*Gerne schicken wir Ihnen Zeichnungen und CAD-Daten zu*



# Standardgeräte, CAT: Technische Daten

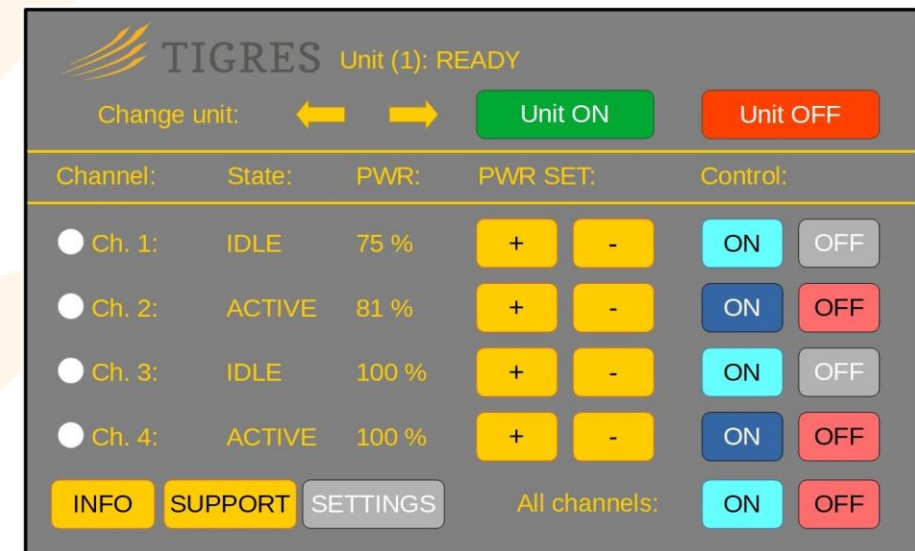
Werkzeug	CAT1000 1K	CAT1000 2K	CAT1000 3K	CAT1000 4K
Behandlungsbreite <sup>1)</sup> je nach Düsenform, Fokus u. Schlitz	bis ca. 18 mm (Fokus) je Werkzeug bis ca. 30 mm (Schlitz) je Werkzeug			
Behandlungsabstand <sup>2)</sup>	Fokus : 3 – 20 mm, Schlitz : 2 – 5 mm			
Maße (H/B/T) ca. in mm	182/45/22	(2x) 182/45/22	(3x) 182/45/22	(4x) 182/45/22
Gewicht ca.	850 g	(2x) 850 g	(3x) 850 g	(4x) 850 g
Versorgungsgerät	M4	M4	M4	M4
Leistung	1000 W	2 x 1000 W	3 x 1000 W	4 x 1000 W
Anschluss	400 V 3~; 10 A 50/60 Hz	400 V 3~; 10 A 50/60 Hz	400 V 3~; 10 A 50/60 Hz	400 V 3~; 16 A 50/60 Hz
Maße (H/B/T) ca. in mm min. Einbautiefe / Gehäuse	250/455/510 630	250/455/510 630	250/455/510 630	250/455/510 630
Gewicht ca.	20 kg	20 kg	20 kg	20 kg
Netzanschlussleitung	3 m	3 m	3 m	3 m
Zuleitung zum Werkzeug	2 m	2 m	2 m	2 m
Zwischenkreiskabel	3 m	3 m	3 m	3 m
Display	ja	Ja	ja	ja
Remote Ansteuerung	ja	ja	Ja	ja
Druckluft, 6 bar	55 l/min je Werkzeug	55 l/min je Werkzeug	55 l/min je Werkzeug	55 l/min je Werkzeug
Trafo	(1x) extern	(2x) extern	(3x) extern	(4x) extern
Maße (H/B/T) ca. in mm	270/145/160	270/145/160	270/145/160	270/145/160
Gewicht ca.	7 kg	7 kg	7 kg	7 kg
Optionen				
Externes Steuerdisplay	möglich	möglich	möglich	möglich

Abhängig von der Anwendung: 1) 2)Material, 1) 2)Behandlungsgeschwindigkeit, 1)Behandlungsabstand

# Generatoren M-Serie für CAT/T-SPOT

## Kompakter und modularer Generator M1, M2 und M4

- ✓ Bis zu **vier CAT/T-SPOT Düsen je Generator**, Mischung von Düsen möglich
- ✓ je Düse **individuell regel- und steuerbar**, auch im **laufenden Prozess**
- ✓ **Intuitive Bedienung** über Touchpanel, externes Panel optional verfügbar, zentrale Steuerung mehrerer Generatoren
- ✓ Hohe Prozesssicherheit durch **Überwachung aller relevanten Systemwerte**, auch für **jede Einzeldüse**
- ✓ Effizientes Troubleshooting durch **detaillierten Fehlerspeicher mit Funktionalitätsanalyse und Klartextanzeige**
- ✓ Offene, interoperable **online Prozessüberwachung über BUS**
- ✓ **Fernwartung/Monitoring** mit Remote Service Unit RSU



# M-Generator: Prozesszuverlässigkeit

#1 Echte Leistungsregelung

#2 Echtzeitüberwachung mit SQI (System Quality Index)

#3 Fehlerspeicher mit Analysefunktion

#4 *Prozessgasüberwachung*



# Prozesszuverlässigkeit: Echte Leistungsregelung

## Schlüsselmerkmal #1: Echte Leistungsregelung für jeden Plasmakopf

Der M-Generator regelt jeden Plasmakopf individuell mit einem geschlossenem Regelkreis (closed loop controller).

Der Controller misst nicht nur die Plasmaleistung, sondern **regelt die Plasmaleistung in einem definierten Prozessfenster.**

Der Controller schaltet das Plasma ab, wenn der eingestellte Sollwert nicht erreicht wird.

Was wird geregelt?

✓ Strom

Wie wird geregelt?

Die Frequenz regelt den Strom

Überwacht:

✓ Versorgungsspannung

# Prozesszuverlässigkeit: Leistungsgütemonitoring mit SQL

## Schlüsselmerkmal #2: Echtzeitüberwachung durch SQL (System Quality Index)

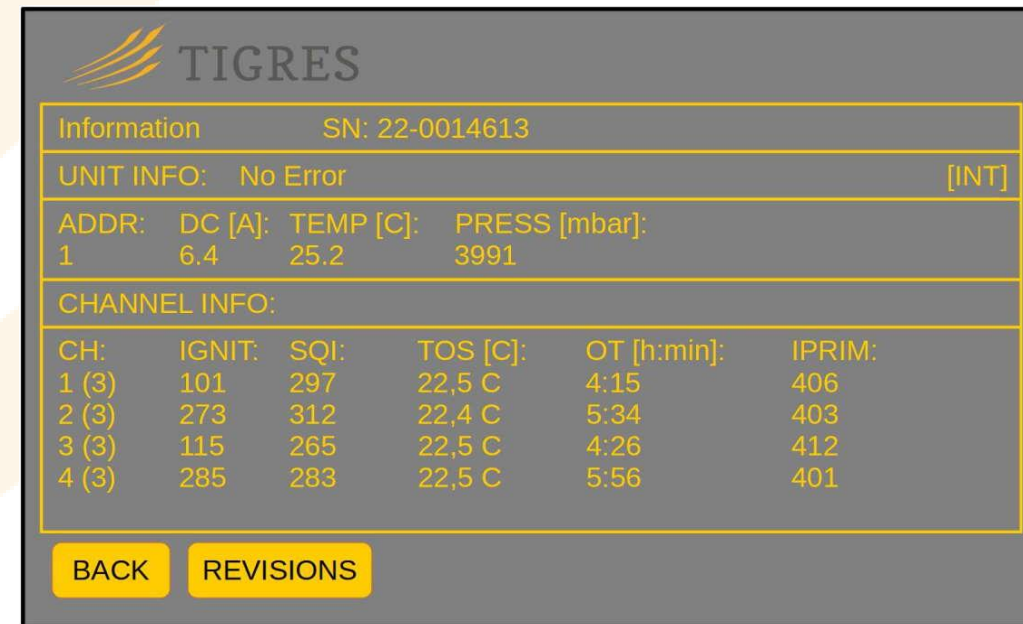
Der M-Generator **regelt die Plasmaentladung** und **kalkuliert** aus dem Regelverhalten **einen SQL Faktor**.

Aus den Werten von 1 und 3 wird der SQL Faktor berechnet:

1. Istwert DC-Strom Endstufe
2. Arbeitsfrequenz (regelt den DC-Strom)
3. Sollwert Regelgröße: Eingabe über Display/Interface (z. B. 500 W)
4. (Primärstrom, Verstärkerstrom) Zw. Endstufe und Trafo, Primärseite des Trafos (Messen und Abschalten, „Luft fehlt“)

Der Grenzwert des SQL kann für die jeweilige Anforderung über Display/BUS eingestellt werden.

(Sehr niedrig für sehr sensible Prozesse (z. B. Dichtungen), sehr hoch für sehr robuste Prozesse (z.B. Inkjetdruck in der Extrusion))



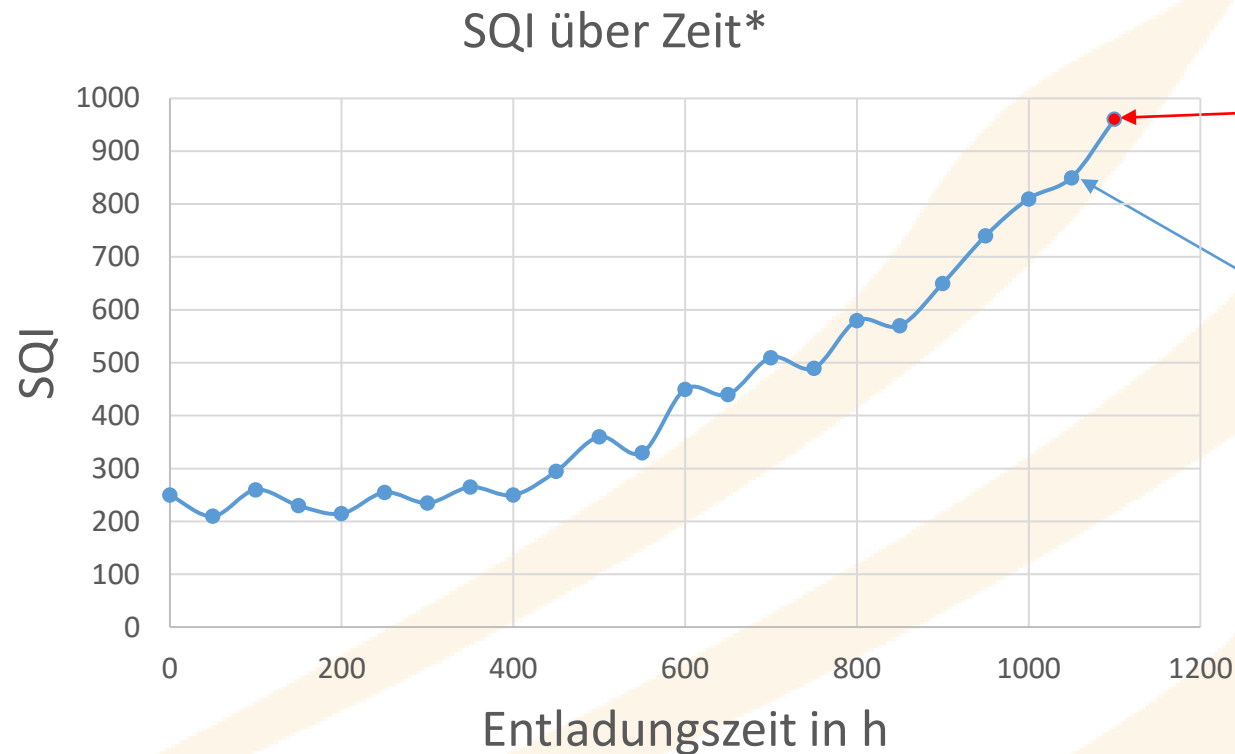
The screenshot shows the TIGRES control interface. At the top, the TIGRES logo is displayed. Below it, the 'Information' section shows the serial number 'SN: 22-0014613'. The 'UNIT INFO' section indicates 'No Error' with a '[INT]' label. The 'ADDR:' section shows 'DC [A]: 6.4', 'TEMP [C]: 25.2', and 'PRESS [mbar]: 3991'. The 'CHANNEL INFO:' section contains a table with columns for 'CH:', 'IGNIT:', 'SQL:', 'TOS [C]:', 'OT [h:min]:', and 'IPRIM:'. The table lists four channels with their respective values. At the bottom, there are two buttons: 'BACK' and 'REVISIONS'.

CH:	IGNIT:	SQL:	TOS [C]:	OT [h:min]:	IPRIM:
1 (3)	101	297	22,5 C	4:15	406
2 (3)	273	312	22,4 C	5:34	403
3 (3)	115	265	22,5 C	4:26	412
4 (3)	285	283	22,5 C	5:56	401

# Prozesszuverlässigkeit SQR: Beispiel Verschlissene Elektroden



# Beispiel SQI über Zeit (Dauer- oder Taktbetrieb)



z.B. Behandlungsergebnis nicht mehr i.O.

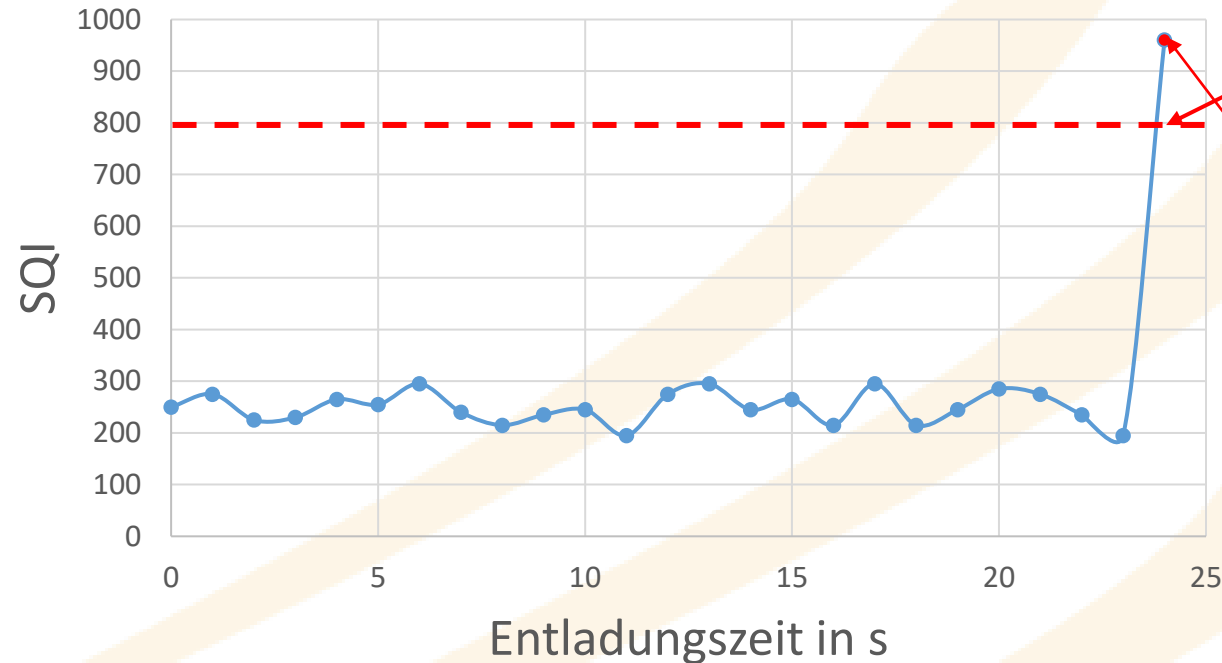
z.B. Behandlungsergebnis i.O.

Zukünftig spätestens ab diesem SQI-Wert von etwa 850 ein Wartungsintervall vorsehen und gegebenenfalls Elektroden erneuern

\*Beispieldiagramm, die SQI-Werte werden nicht über der Zeit gespeichert. Es wird nur der jeweils aktuelle Wert angegeben. Werte entweder manuell notieren oder über optionale BUS-Verbindung auswerten

# Beispiel Überschreitung SQI Limit im Dauerbetrieb

SQI über Zeit, Anwendung im Dauerbetrieb\*



Im Beispiel wurde ein SQI Limit von 800 eingestellt

Plasmaentladung nicht optimal (z.B. Druckluftschlauch geknickt), SQI-Wert > 800

Sofort nach Überschreitung des SQI Limits stoppt die Anlage und geht auf Störung

\*Beispieldiagramm, die SQI-Werte werden nicht über die Zeit gespeichert. Es wird nur der jeweils aktuelle Wert angegeben. Werte entweder manuell notieren oder über optionale BUS-Verbindung auswerten



# Prozesszuverlässigkeit: Echte Leistungsüberwachung mit SQL

## Schlüsselmerkmal #2: Echtzeitüberwachung durch SQL (System Quality Index)

SQL:  
Grenzwerte je nach Bedarf für  
jeden Kanal (Düse) individuell  
einstellbar

	Old limit:			New limit:	
Channel 1:	(3000)	+	-	3250	SAVE
Channel 2:	(3000)	+	-	3000	SAVE
Channel 3:	(3000)	+	-	3150	SAVE
Channel 4:	(3000)	+	-	3000	SAVE

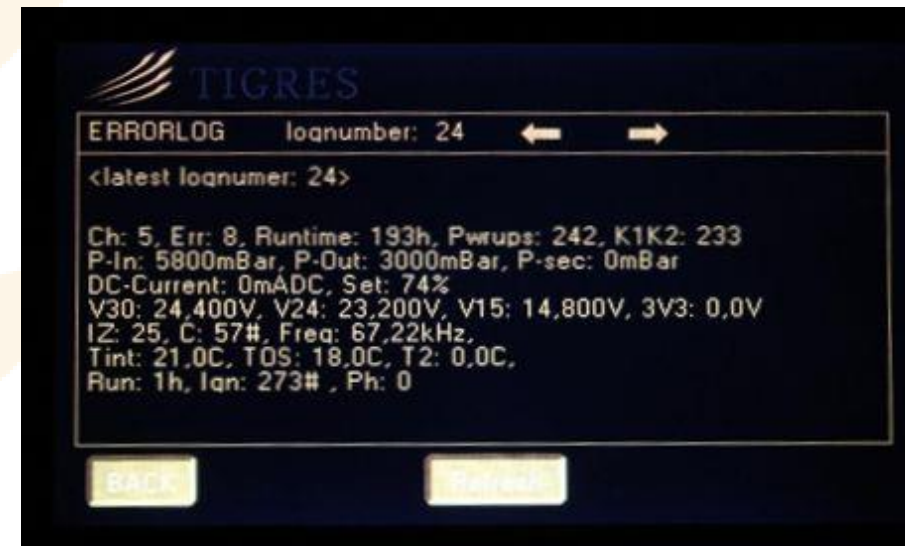
BACK

# Prozesszuverlässigkeit: Fehlerspeicher (Error log)

## Schlüsselmerkmal #3: Fehlerspeicher mit Analysefunktion

Im Falle eines Fehlers speichert der Fehlerspeicher einen Datensatz mit folgenden Daten ab:

- **Detaillierter Fehlercode** (> 85 intern spezifizierte Fehler)
- Jeder Fehlercodedatensatz beinhaltet einen Fehlercode und einen Parametersatz mit der Uhrzeit des Auftretens
- **50** Fehler werden im Display angezeigt (EEPROM)
- Alle internen Fehler werden auf eine SD-Karte gespeichert
- Software für vollständigen Datenlog ermöglicht systematische Fehlerbehebung



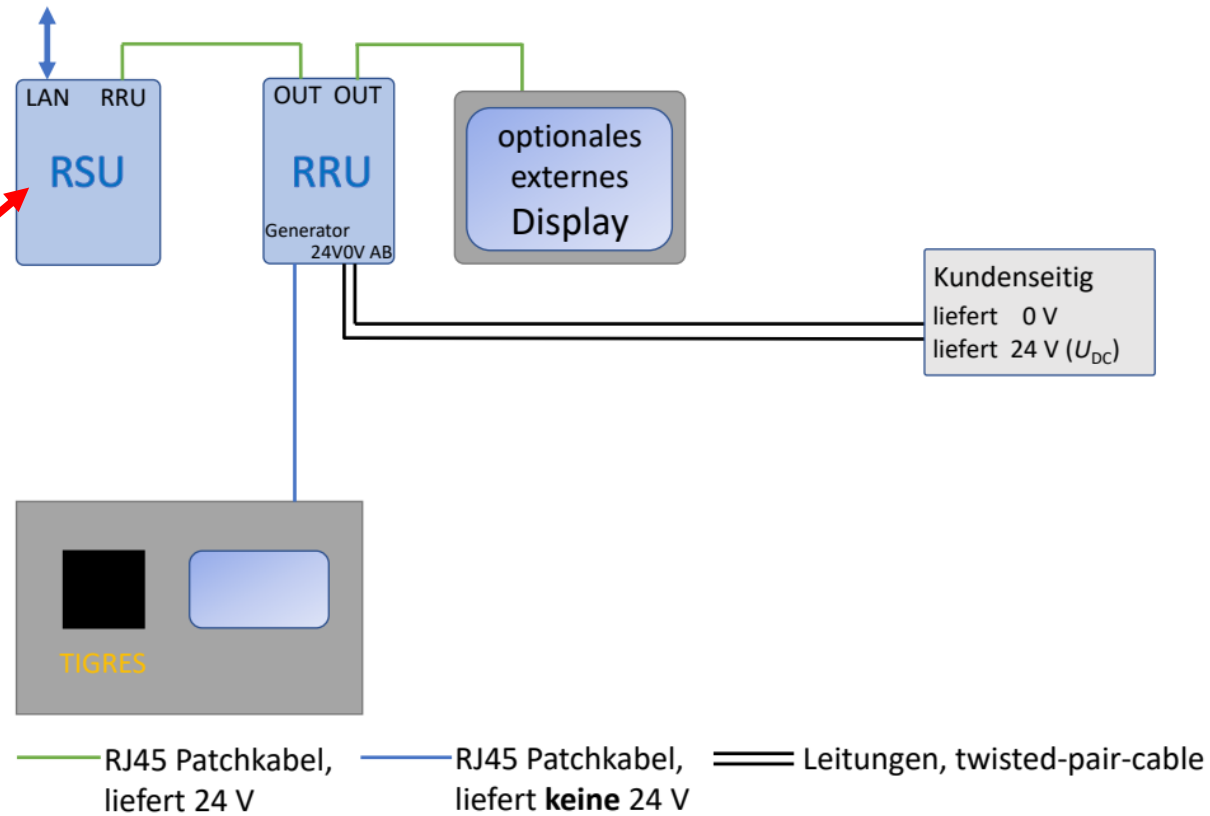
# Fernwartung mit Remote Service Unit RSU in Echtzeit

## TIGRES RSU (Remote Service Unit)

Ermöglicht Online Prozessüberwachung

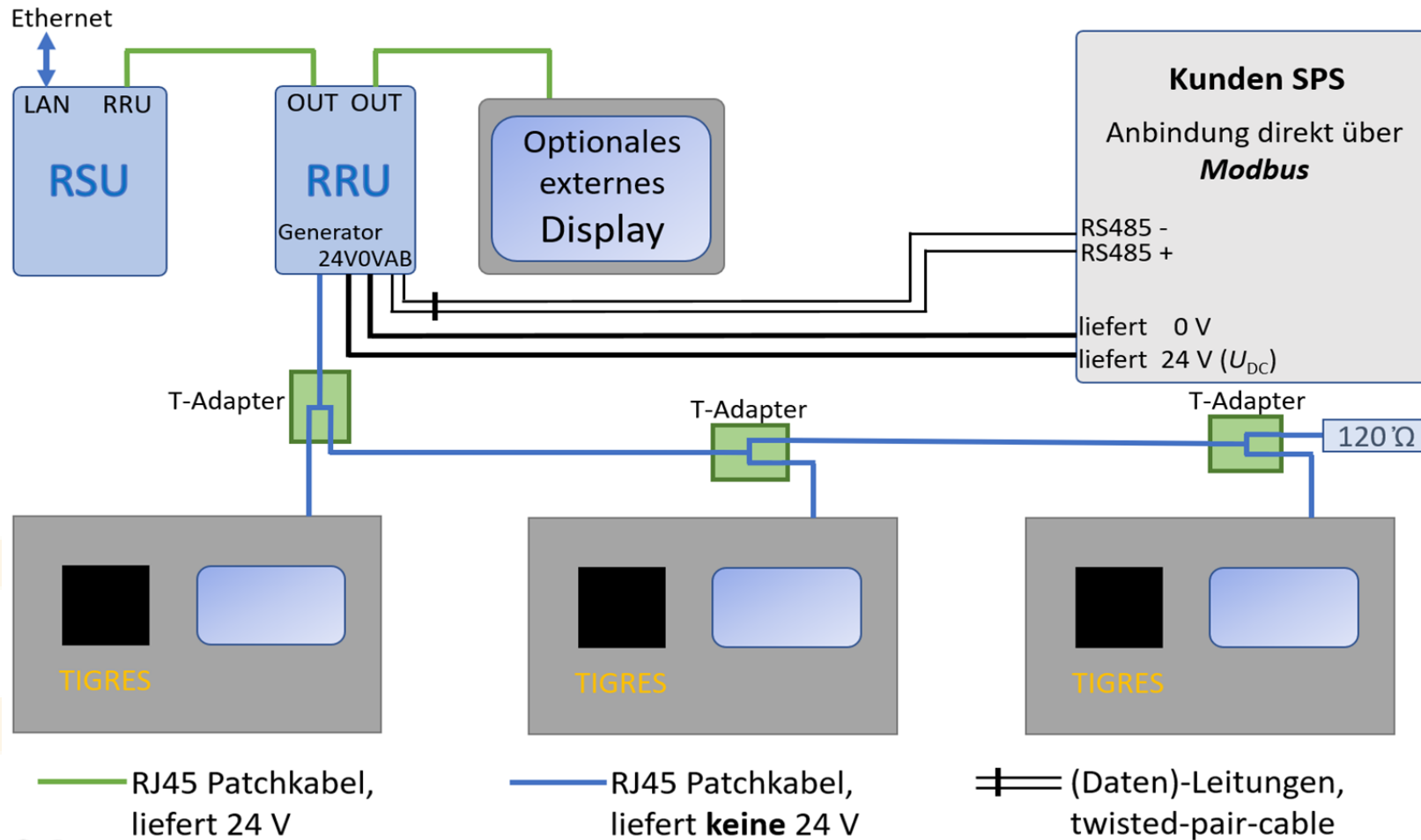
Für:

- ✓ Inbetriebnahme
- ✓ Diagnose
- ✓ Fernwartung
- ✓ Serviceunterstützung
- ✓ Parametrierung
- ✓ Datenerfassung



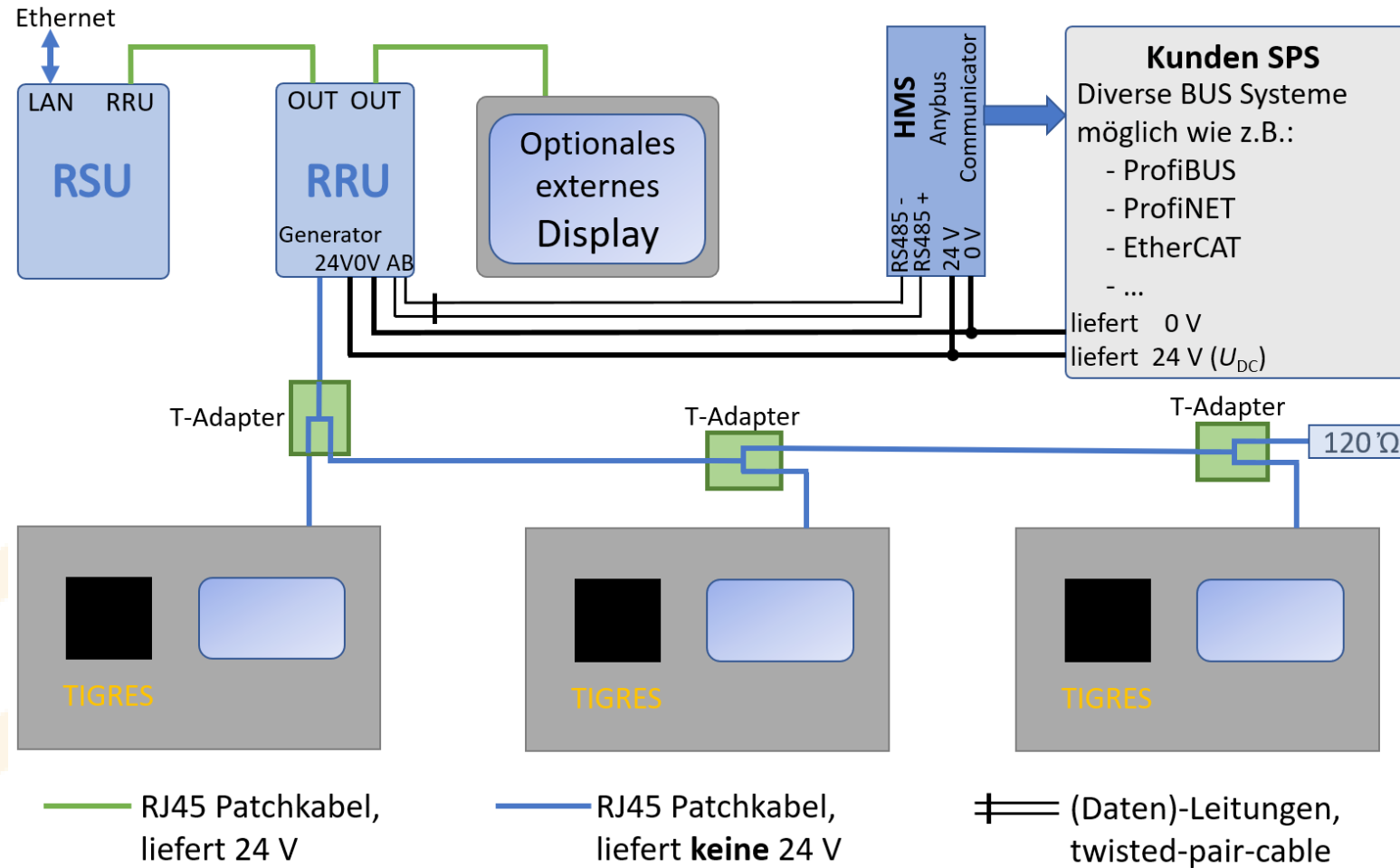
# Generatoren M-Serie für CAT/T-Spot: Übersicht Anbindung Modbus

## Anbindung via Modbus

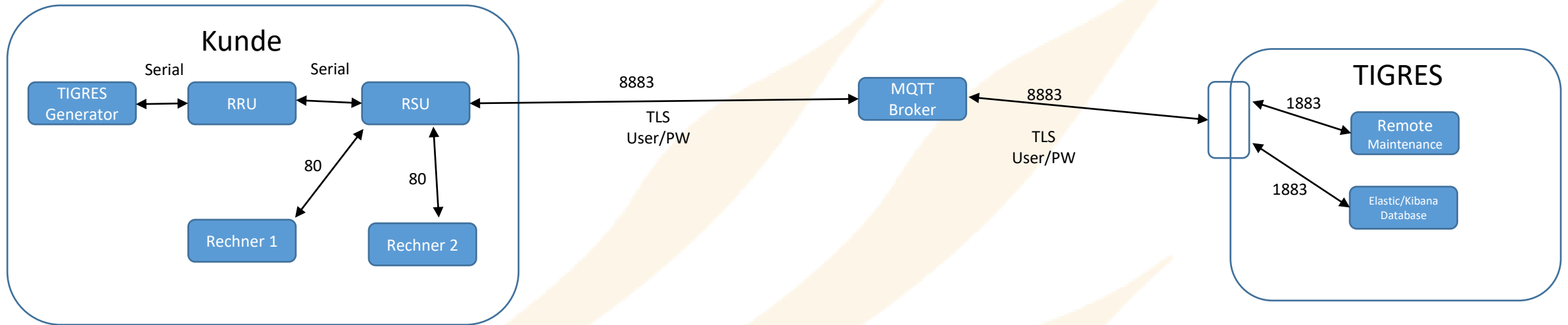


# Generatoren M-Serie für CAT/T-Spot: Übersicht HMS Anybus

## Anbindung BUS via Anybus




# Fernwartung mit RSU



- RSU liefert Daten ausschließlich an TIGRES über Zustand des Generators
- Veränderungen an Generatoreinstellungen ausschließlich durch TIGRES, nur nach Kundenfreigabe

RSU = Remote Service Unit, GateKeeper/Fernwartungsmodul  
RRU = Round Robin Unit, Switch box

# Fernwartung mit Remote Service Unit RSU: IP-Adressen



Information (INT)

Unit address: 1	SN: 20-0001234	IP:172.16.0.1
-----------------	----------------	---------------

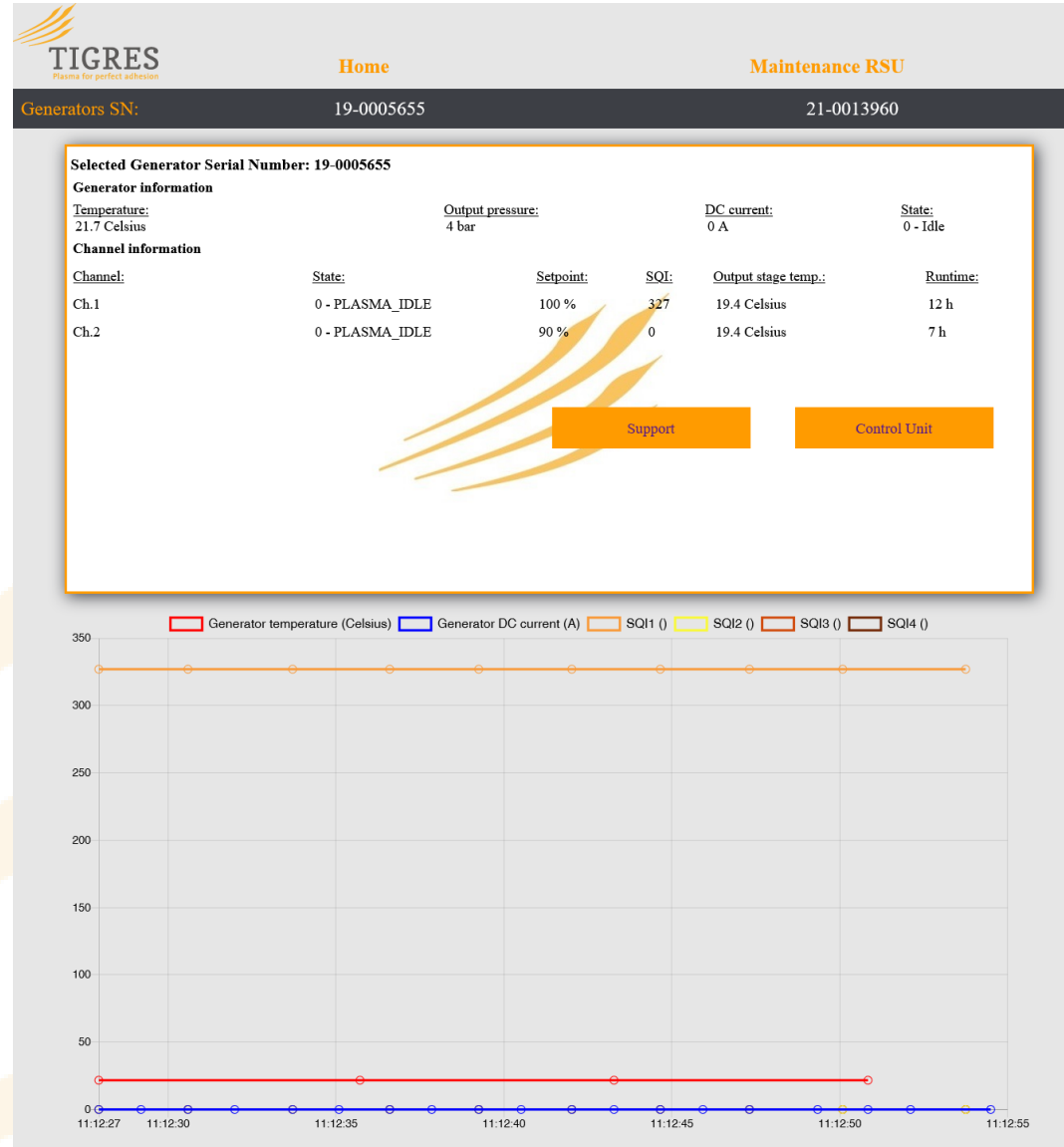
No Error

Unit info: TEMP: 25.0 C, PRESSURE OUT: 1 mBar  
Ch. 1: IGNIT: 101 #, SQI: 0 #, TOS: 21,0 C, OT: 5h 33min  
Ch. 2: IGNIT: 237 #, SQI: 0 #, TOS: 21,0 C, OT: 4h 26min  
Ch. 3: IGNIT: 265 #, SQI: 0 #, TOS: 21,0 C, OT: 15h 48min  
Ch. 4: IGNIT: 172 #, SQI: 0 #, TOS: 21,0 C, OT: 8h 41min

BACK

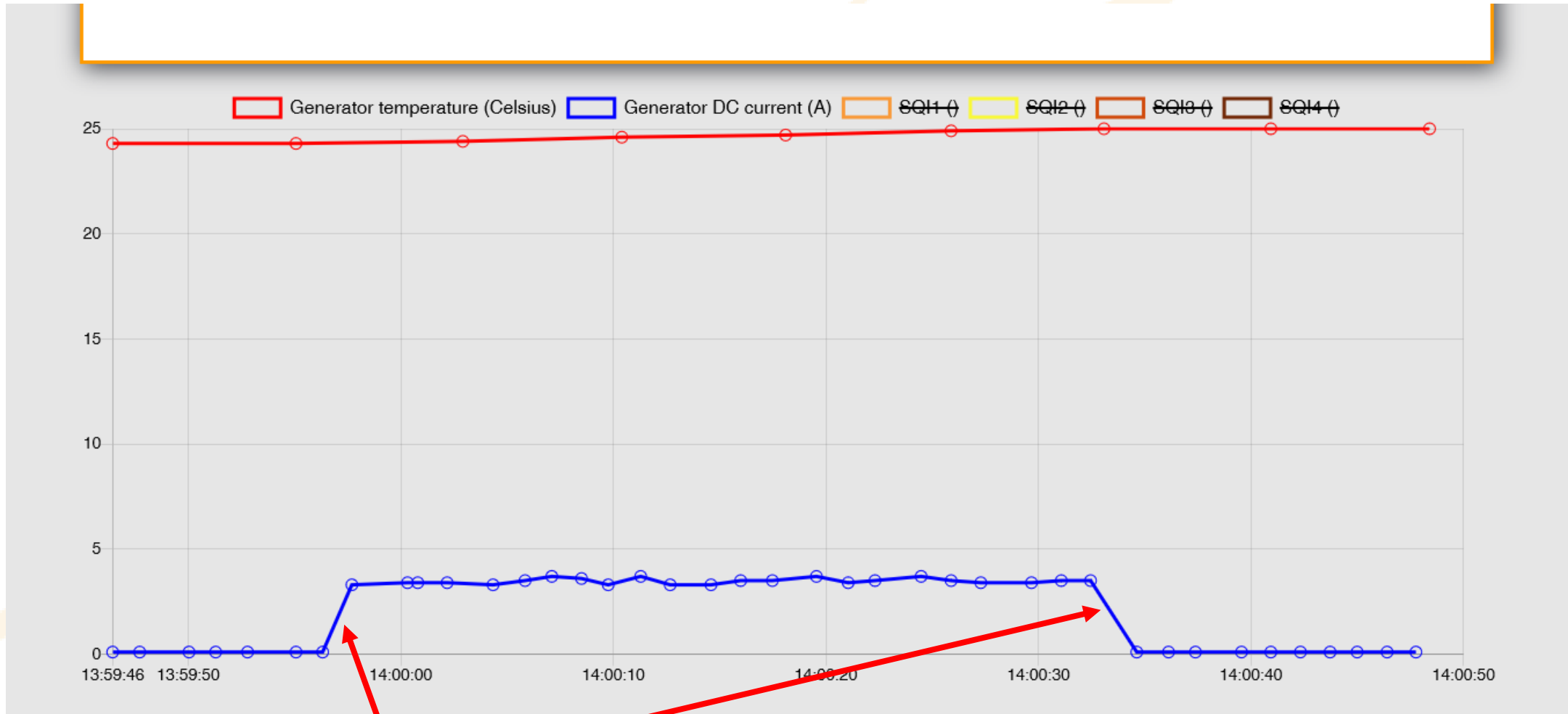
SW rev.: 5.3 HW rev.: 4

# Fernwartung mit Remote Service Unit RSU: Was der Nutzer sieht



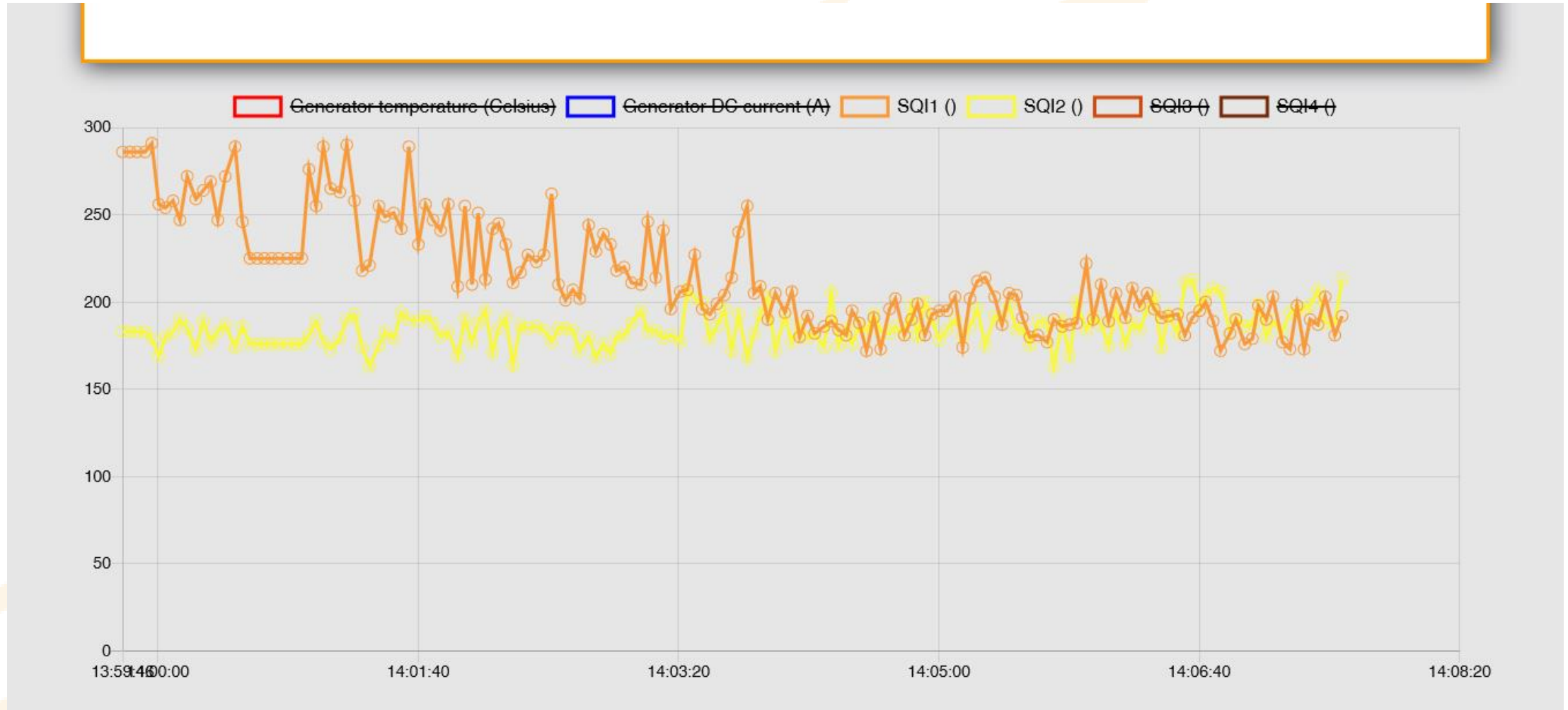


# Fernwartung mit Remote Service Unit RSU: Was der Nutzer sieht

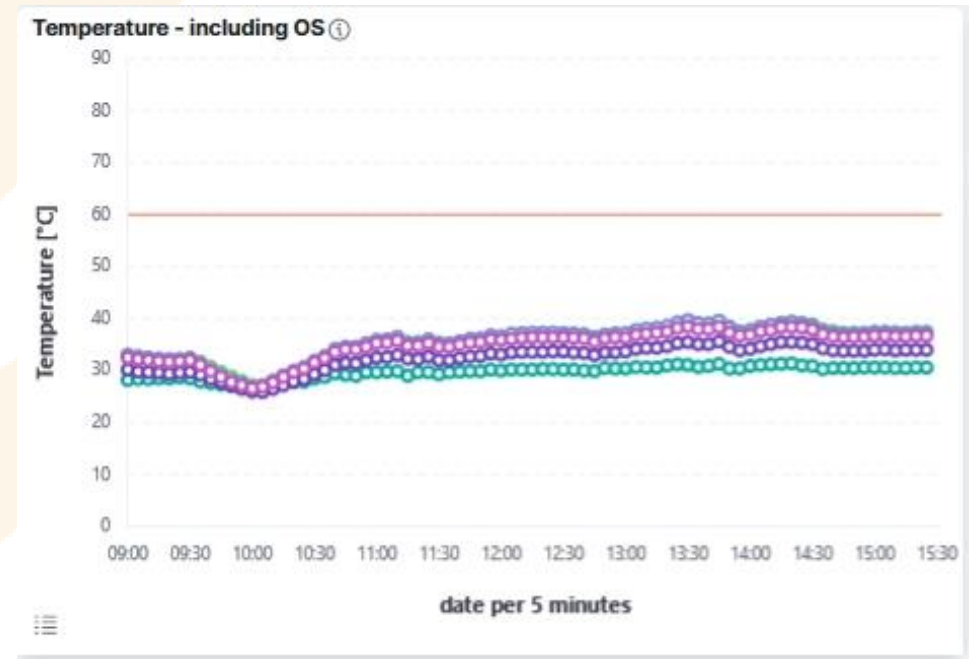
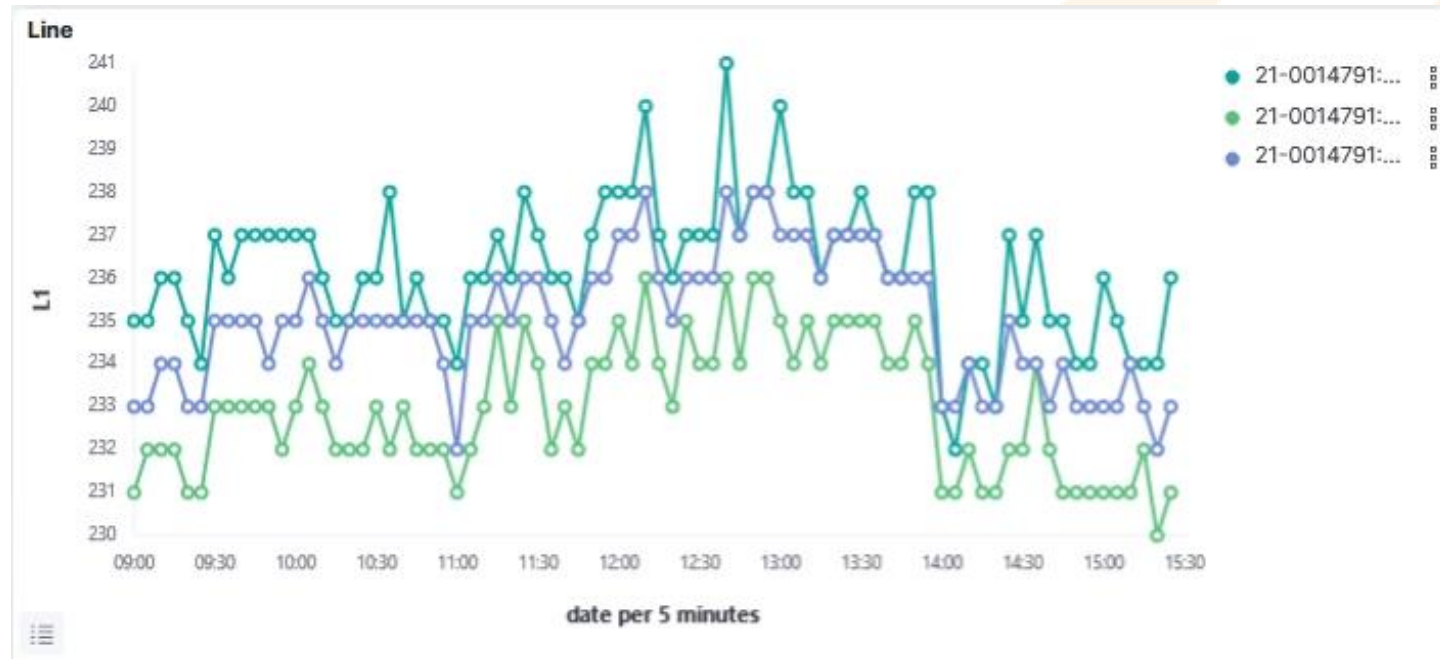


Daten sind direkt in Echtzeit sichtbar, z.B. Start und Stopp der Entladung

# Fernwartung mit Remote Service Unit RSU: Was der Nutzer sieht



# Fernwartung mit Remote Service Unit RSU: Was TIGRES sieht



## Wartung

- Gerätetyp für **langjährigen Dauerbetrieb** ausgelegt 100ED, 24/7
- Verschleißteile beschränken sich grundsätzlich auf die **Elektroden**
- Die **Standzeit der Elektroden** beträgt, je nach Düsentyp, **bis zu 10.000 Betriebsstunden** (Plasmaentladung), je nach eingestellter Leistung, Druckluftqualität sowie Einschalthäufigkeit
- der Wechsel der Elektroden kann einfach **in wenigen Minuten kundenseitig** durchgeführt werden; als Hilfestellung steht eine **Videoanleitung** zur Verfügung



Elektrodenwechsel leicht gemacht:  
Videoanleitung ohne Sprache via QR-Code und Smartphone.  
<https://www.tigres-cloud.de/public>



# Sicherheit

Was wird benötigt:

1. Absaugung von:

- Stickoxiden

2. Schutz vor Berührung der Plasmadüse:

1. Wärme

2. Hochspannung

3. EMV-Verträglichkeit

- Saubere Erdung

# TIGRES Labor, Versuchsgeräte, Tests etc.

Versuche vor Ort:

Wir kommen auch zu Ihnen! Versuche vor Ort mit Versuchsgeräten, um direkt in oder an der Linie zu testen.

Mietsysteme:

Mehr als 20 Mietsysteme stehen zur Vermietung für Tests bei Kunden zur Verfügung

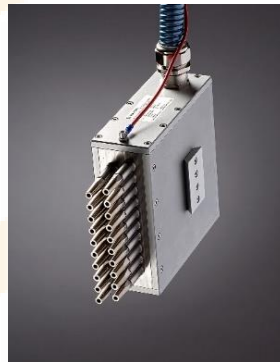
T-SPOT



CAT



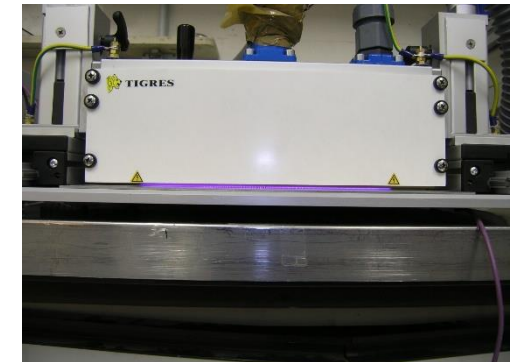
MEF



T-JET



DBD

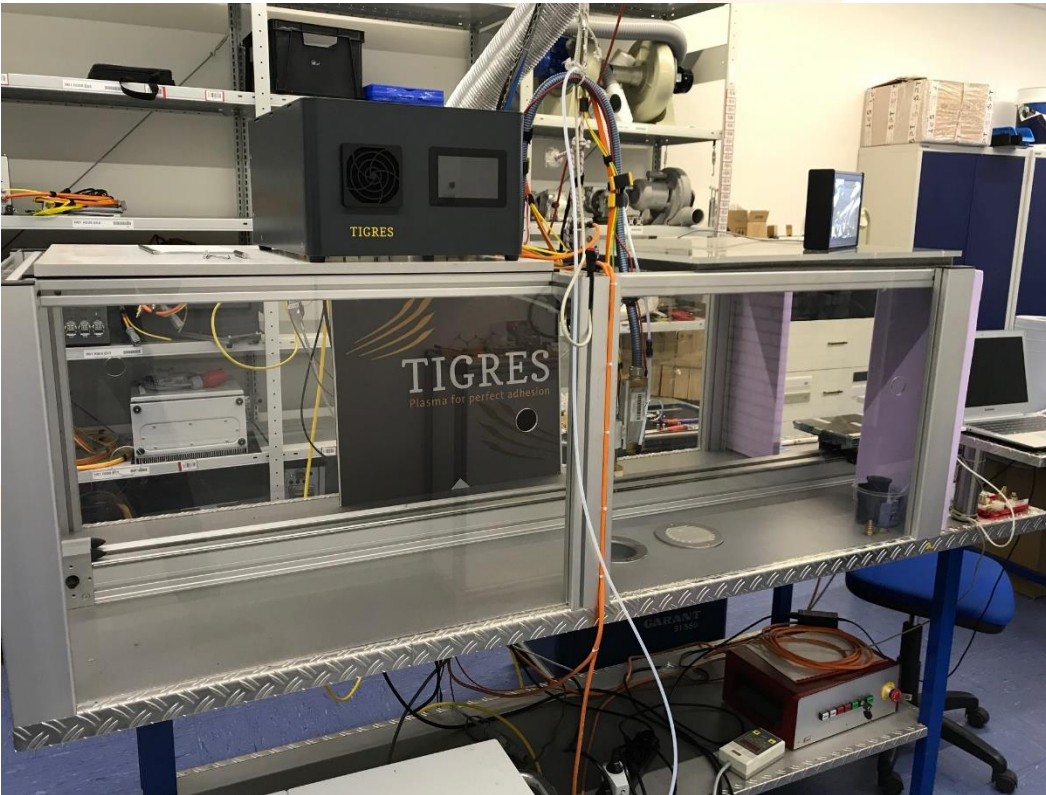


# TIGRES Labor, Versuchsgeräte, Tests etc.

## Materialproben bemustern:

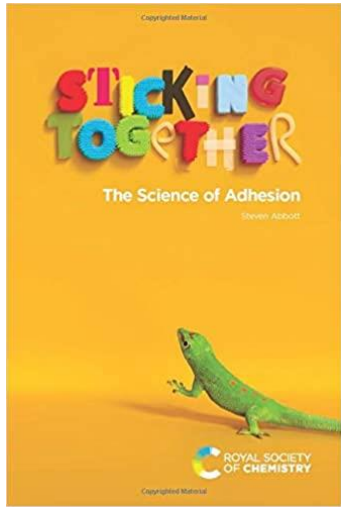
Test von Materialproben/Kleinserien im TIGRES-Labor: Professionelle Bemusterungen:

Aktivierung, Reinigung, Entgraten und Beschichtung mit Plasma



# TIGRES: Empfehlung Literatur

Fachbuch in englisch von Prof. Steven Abbot, PhD in Chemie:



<https://amzn.to/3ppgWRE>

Alle Fachbücher in englisch von Steven Abbot:

<https://www.stevenabbott.co.uk/books.php/>



Alle bereits abgehaltenen Webinare können sie oder Kollegen jederzeit nochmal anschauen unter:

<https://www.tigres-plasma.de/de/webinare>



# TIGRES: LinkedIn

Verbinden Sie sich mit TIGRES bei LinkedIn für Ankündigungen und fachbezogene Infos rund um das Thema Plasmavorbehandlung.



Kanal TIGRES GmbH

<https://www.linkedin.com/company/tigresgmbh>

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

**Kontakt:**

**Peter van Steenacker**



+49 4176 948 7728

[Steenacker@tigres.de](mailto:Steenacker@tigres.de)



Tigres GmbH

Sandhagenweg 2

21436 Marschacht



# TIGRES

Plasma for perfect adhesion

*Made in Germany*

[www.tigres-plasma.de](http://www.tigres-plasma.de)

[tigres@tigres.de](mailto:tigres@tigres.de)

Tel. +49 4176 948 77 0