



SIEMENS

Wenn Carbon auf Elektronik trifft

Hofer Vliesstofftage 2014

Was verbindet Siemens mit Textil / Vliesstoff / Carbon?



Siemens richtet seine Struktur an seinen Kunden aus

- Aufstellung nach Maschinenbau-Branchen und Anwendungsfeldern
- Fokussierung auf Textilmaschinenbauer und Textilhersteller
- Mit Vliesstoffherstellung und Vliesstoffveredelung als wichtigem Subsegment

Siemens Leichtbau-Aktivitäten

- X-Function Team Leichtbau installiert
- Aktives Mitglied im **CCeV** und **AZL**
- Eigene Forschungsaktivitäten auf Prozess- und Materialebene
- Kontakte zu vielen bedeutenden Universitäten und Forschungseinrichtungen (TUM, TUHH, Aachen, KIT, DLR, ...)
- Mitarbeit in zahlreichen Förderprojekten im Spitzencluster **MAI Carbon** und **CFK Valley Stade** mit Maschinenbauern (Voith, Kuka, KM) und OEMs (Audi, BMW, Airbus):
 - Produktivitätssteigerung
 - Durchgängige Automatisierung von Fertigungslinien
 - Design & Engineering
 - Neue Produktionstechnologien



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Faserverstärkte Kunststoffe in Siemens-Produkten



Vortrag: Quelle / Intention / Belastbarkeit

- Worauf basiert der Vortrag?
 - Auswertung von Rückwaren
 - Gespräche/Einsätze mit/bei Kunden
 - Erfahrungen unseres Schaltschrankbaues
 - Studie gemeinsam mit dem IPA in Stuttgart
 - Kooperation mit Rittal
- Was ist die Vortragsintention?
 - Bewusstsein wecken
 - Erfahrungen mitteilen
 - Unterstützung anbieten
- Die im Vortrag enthaltenen Aussagen
 - Geben unsere subjektive Einschätzung wider
 - Stellen keine verbindliche Vorgabe dar
 - Erfolgen ohne Gewähr

Die besonderen Eigenschaften der Carbonfaser (CF)



Source: SGL ACF



- Hohe Zugfestigkeit & Steifigkeit
- Geringe Bruchdehnung
- Geringe Wärmeausdehnung
- Chemikalien- und temperaturbeständig
- Für Röntgenstrahlen transparent
- -----



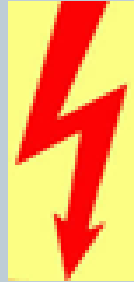
- Gute Leitfähigkeit → **schließt kurz**
- Geringes Gewicht → **schwebt**
- Gerade Ausrichtung → **überbrückt**

- ▶ Metallpartikel vom Fräsen, Polieren, Trennschleifen .. rufen ähnliche Schadensbilder hervor.
- ▶ Andere High-Tech-Fasern wie Glasfaser und Aramid sind nicht betroffen.

Ablauf und Symptome eines CF-Ausfalls

Ablauf

- Kriechstrom
- Kurzschluss
- Spannungsüberschlag
- Lichtbogen
- Sekundärüberschläge
- Verglühen der CF
- Verpuffung
- Schaltschrank-Brand



Risikofaktoren

- Schaltschranklüfter
- Interne Lüfter, die das CF-Material verteilen und in der Schwebe halten
- Öffnen des Schaltschranks
 - bei IBS/Wartung/Reparatur/Umbau
 - Zeitverzögert evtl. weitere Ausfälle



Symptome

Für den Maschinenbediener

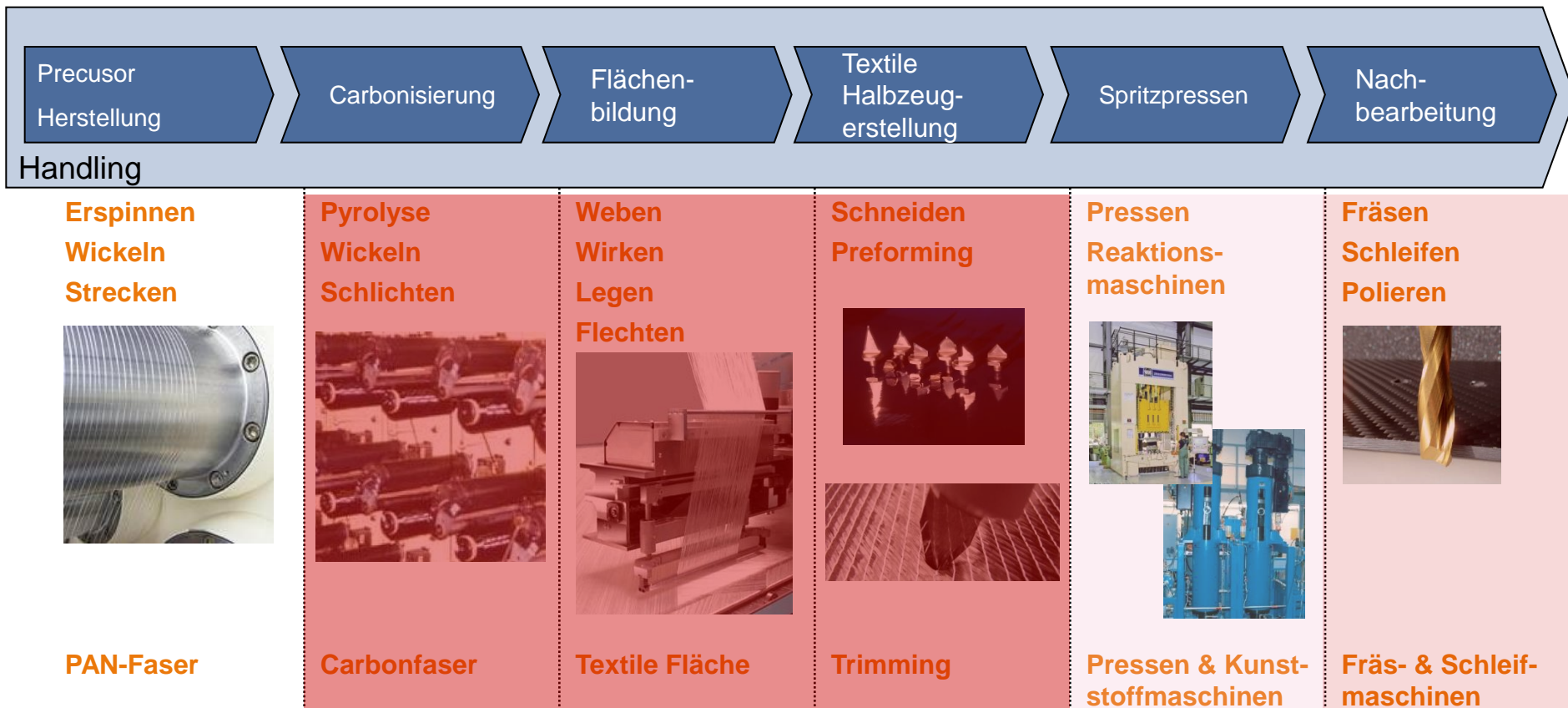
- Temporäre Funktionsstörung
- Fehlermeldung(en)
- Kompletter Ausfall

In der Elektronik

- Sicherungsfall
- thermisch beschädigte/zerstörte Bauteile
- verfärbte/abgebrannte Leiterplatte
- geschmolzenes Leiter- und Lotmaterial
- Rußablagerungen



Betroffene Stufen der CF-Verarbeitung am Beispiel CFK-Fertigung mittels RTM



Empirischer Befund:

- ▶ Trockene Fasern stellen das größte Gefährdungspotential dar.
- ▶ Das Risiko wird geringer, sobald die Fasern mit der Matrix verbunden sind.

Welche Komponenten sind betroffen?

- Motoren



- 5V/24V-Elektronik
z.B. SPS



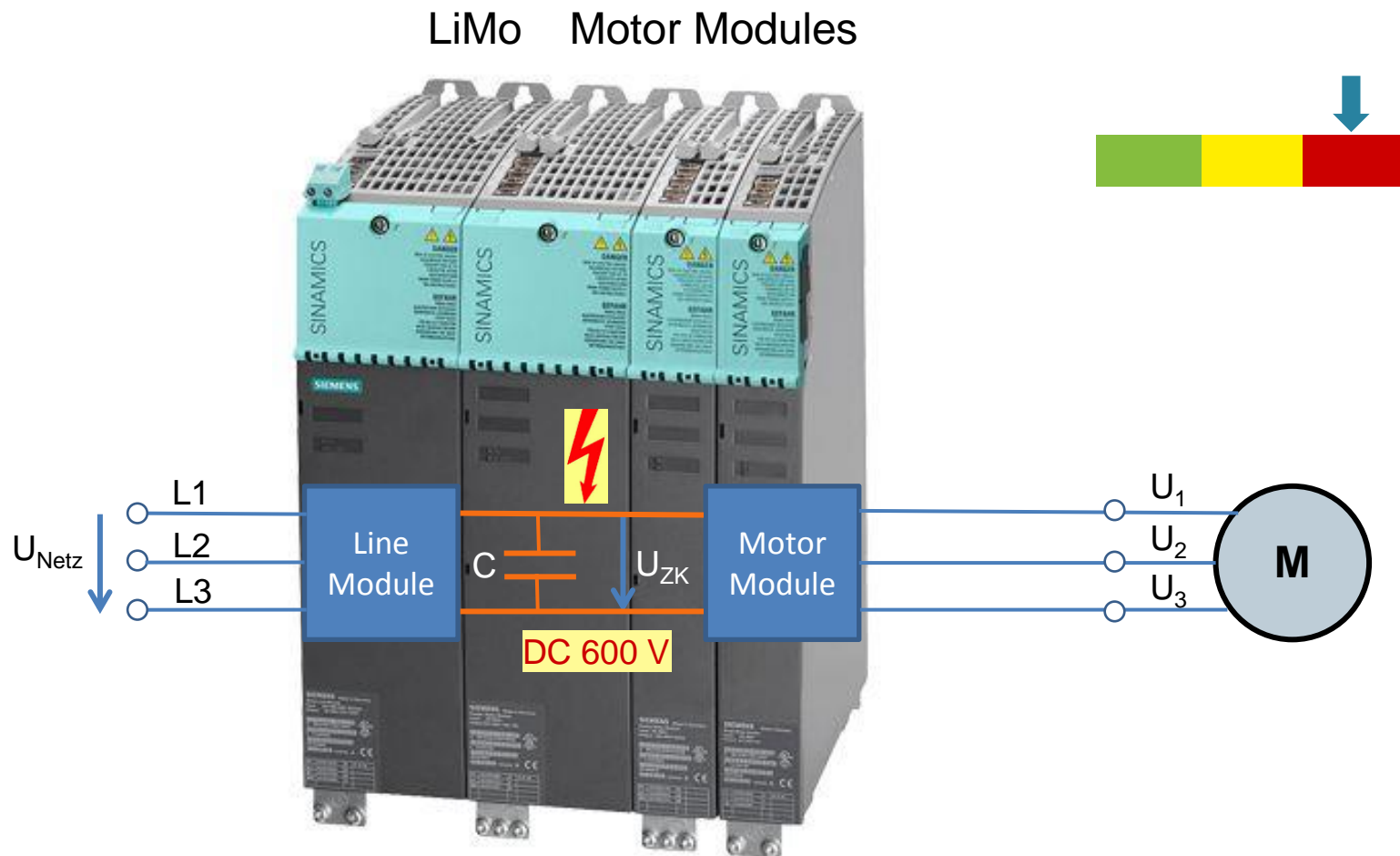
- Steuerungen/PCs/
HMI Panels



- Stromversorgungen
stark abhängig von U



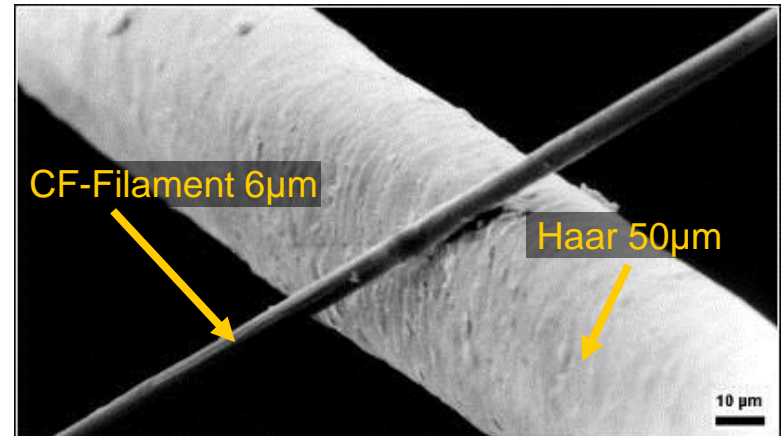
Tatort Antrieb: Der DC-Zwischenkreis als Gefahrenregion # 1



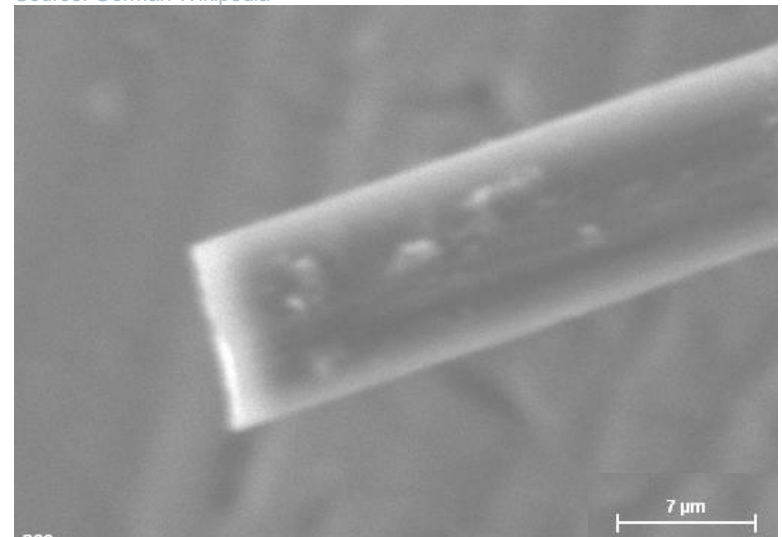
Weshalb der Nachweis eines durch CF hervorgerufenen Ausfalls oftmals schwierig ist

- CF-Fasern sind schwer zu finden
 - Defekte Baugruppen werden ohne Hinweis auf CF zur Untersuchung eingeschickt
 - Die Fasern sind mit dem Auge nicht zu sehen
- Zum Untersuchungszeitpunkt sind die Fasern nicht mehr da
 - Die auslösenden Fasern sind verglüht
 - Sie sind beim Transport verloren gegangen
 - Der Anwender hat die Baugruppe gereinigt
- Unklares Ausfallbild
 - Auslöser CF ist öfters nicht eindeutig
 - Nicht immer gibt es sichtbare Schäden

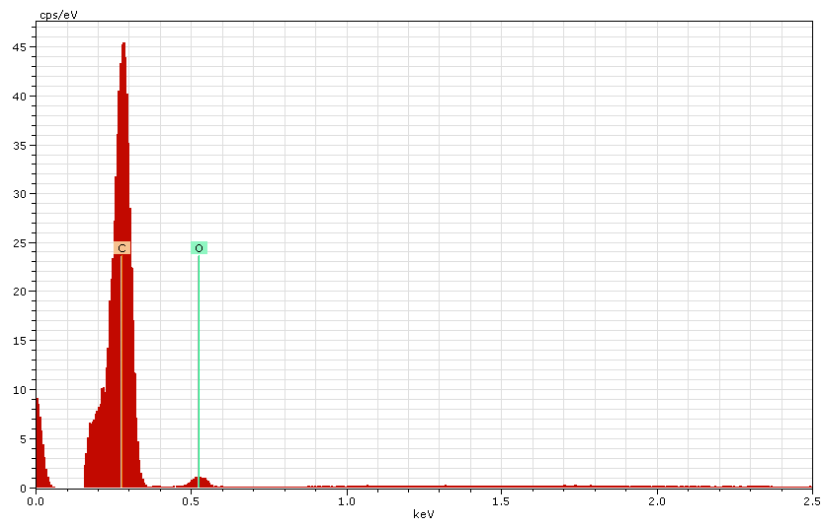
➔ **Die Dunkelziffer ist hoch**



Source: German Wikipedia



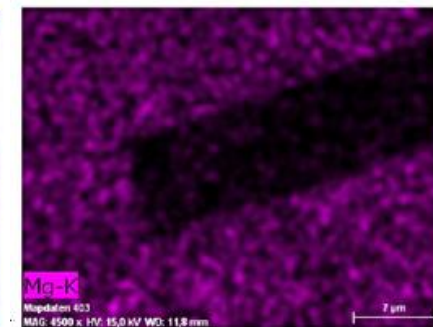
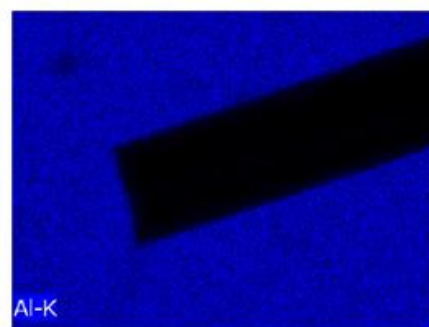
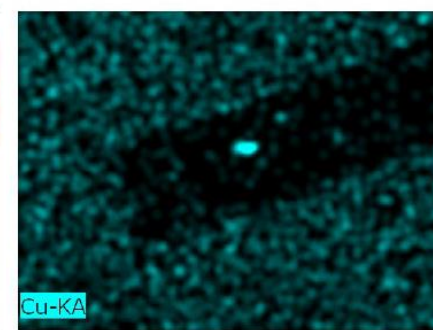
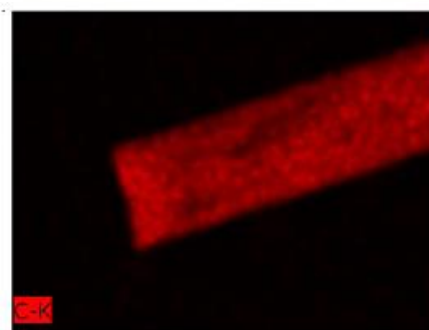
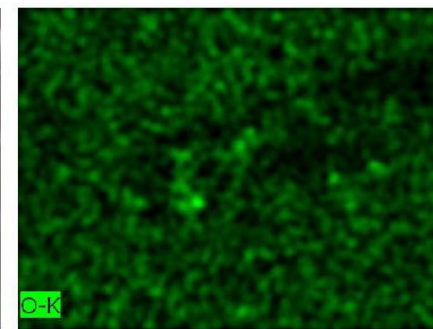
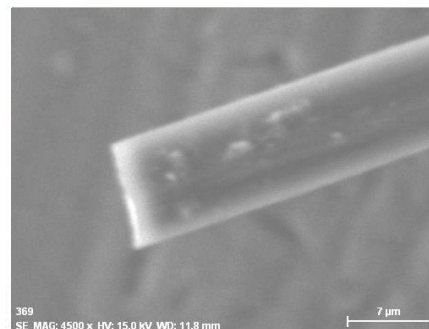
Wenn der CF-Nachweis gelingt



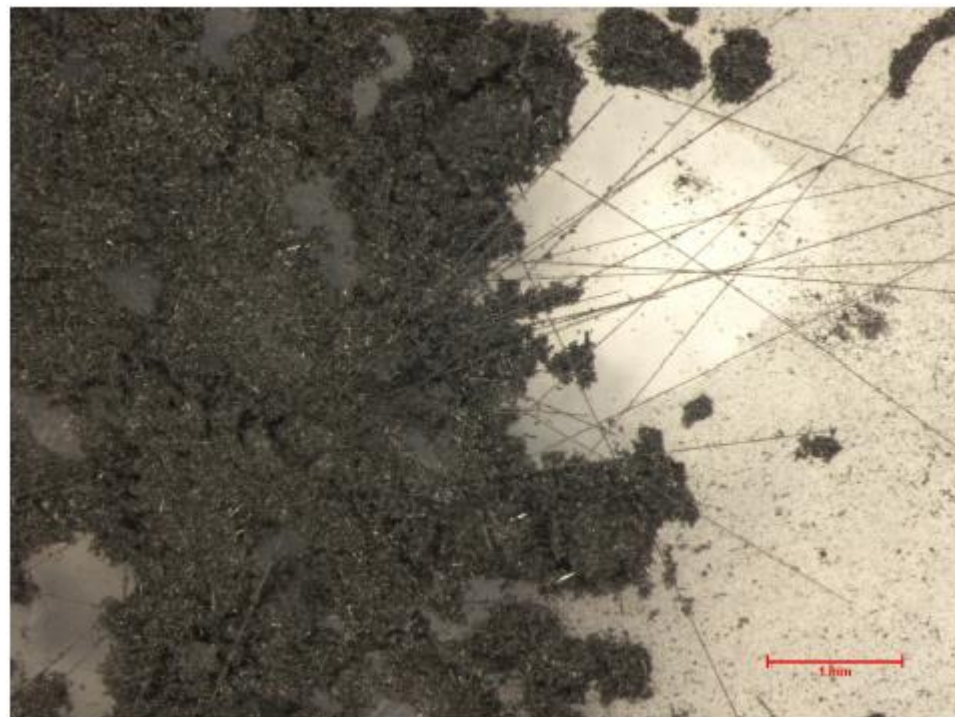
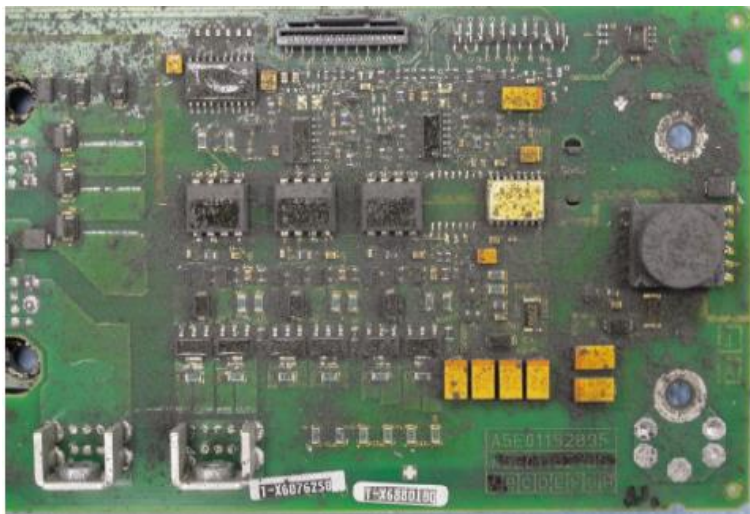
EDX-Elementanalyse zeigt die Zusammensetzung aus praktisch reinem Kohlenstoff

Carbonfasern sind typischerweise

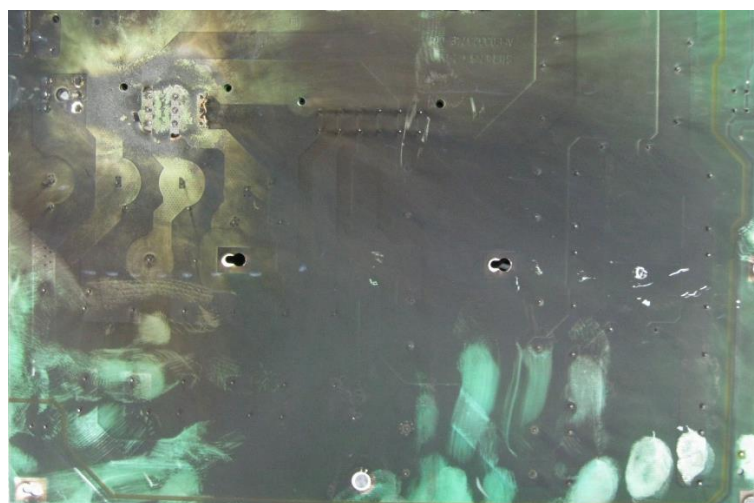
- Charakteristisch schwarz
- Absolut gerade
- Gerade Bruchkanten
- Länge \gg Durchmesser



CF-Extremkontamination auf Elektronik-Baugruppen und im Schaltschrank

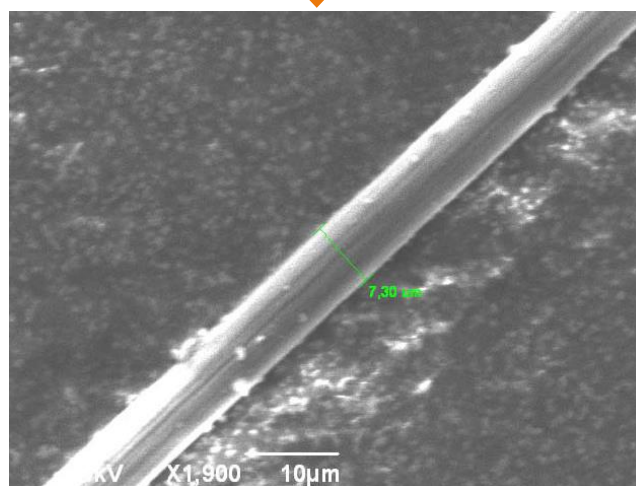
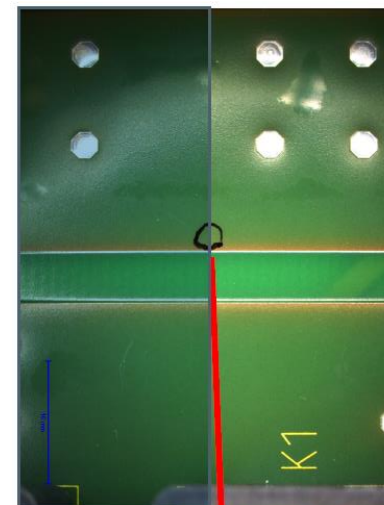
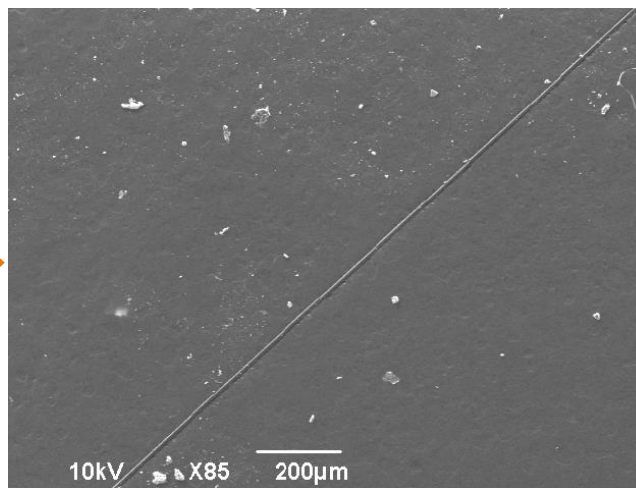
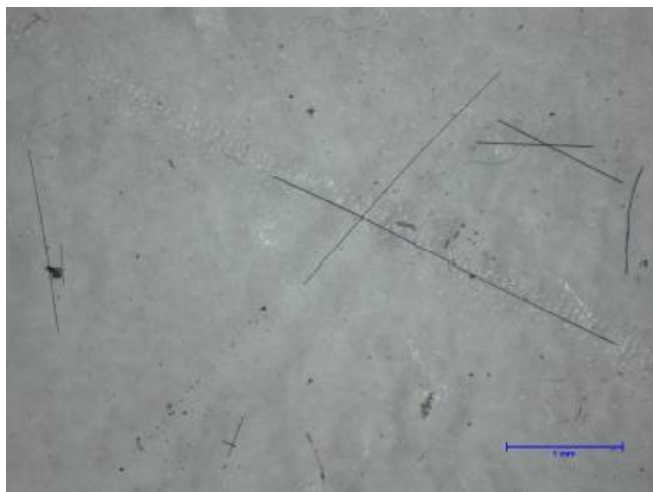


**CF-Ablagerung im Schaltschrank
in 20facher Vergrößerung**

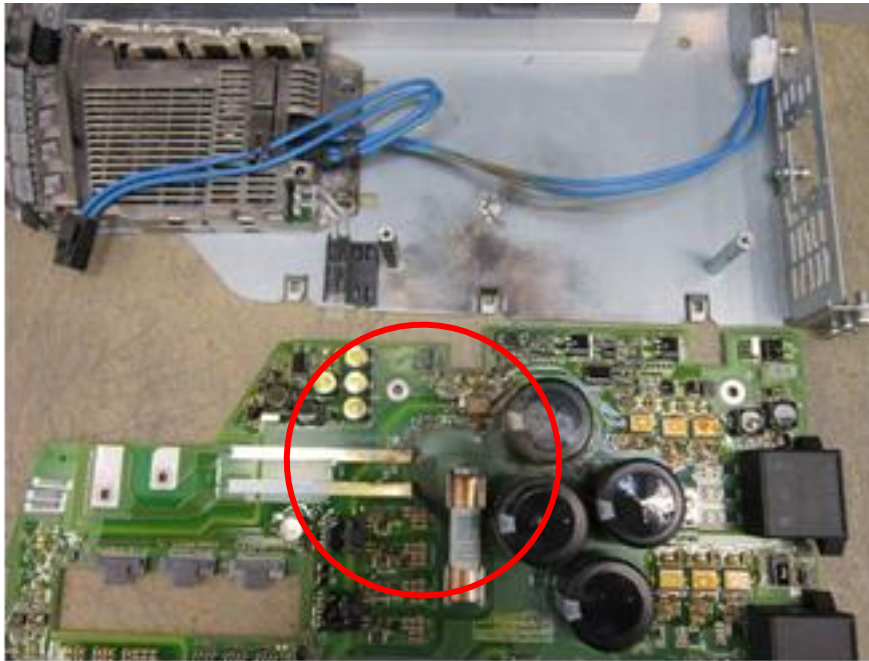


Frei verwendbar / © Siemens AG 2014. Alle Rechte vorbehalten.

Auf Elektronik-Baugruppen gefundene Carbonfasern in unterschiedlicher Auflösung



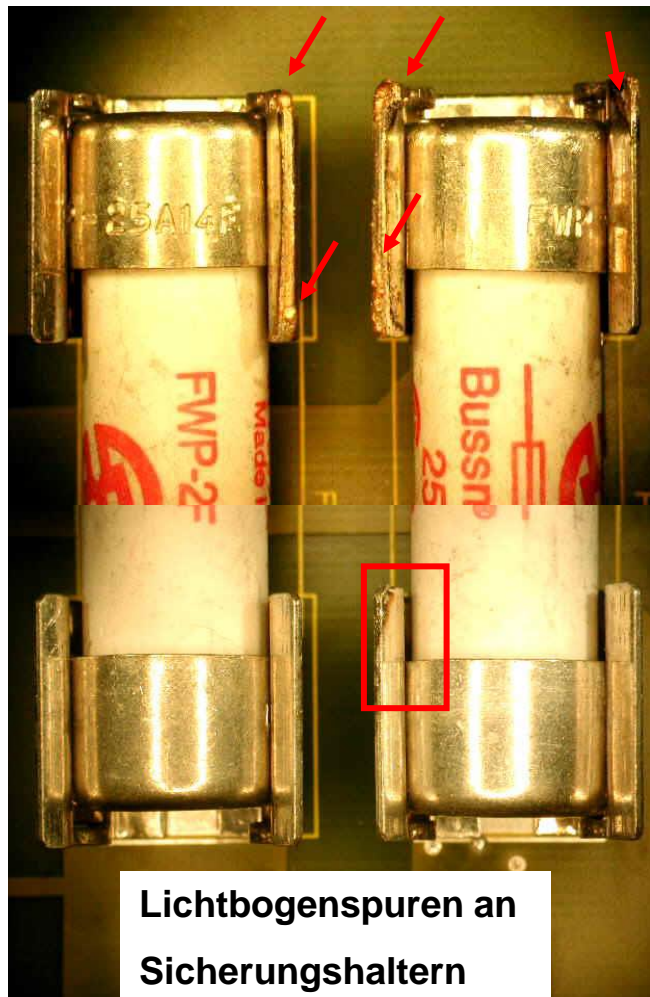
Schadbilder 1



**Nach Spannungsüberschlag im Bereich
der Zwischenkreis-Sicherung**

**Detailvergrößerung
Überschlagsspuren auf dem Power-Board**

Schadbilder 2

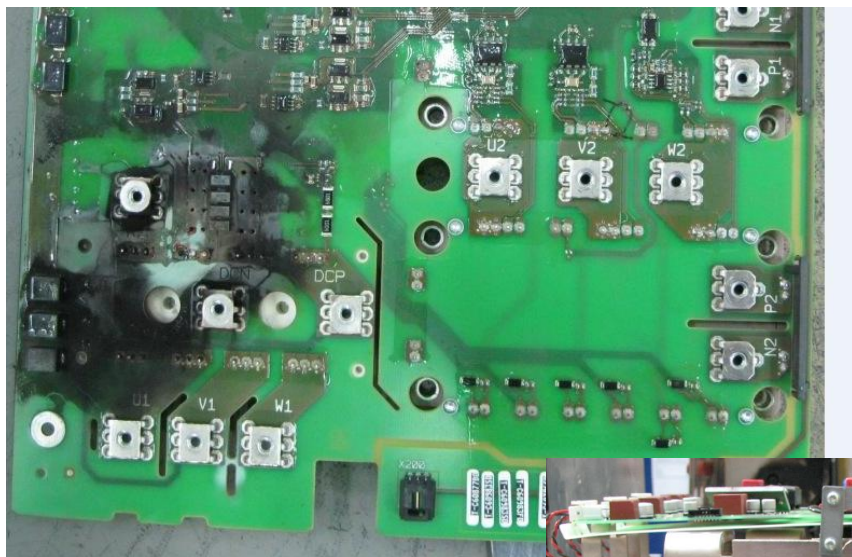


Lichtbogenspuren an
Sicherungshaltern

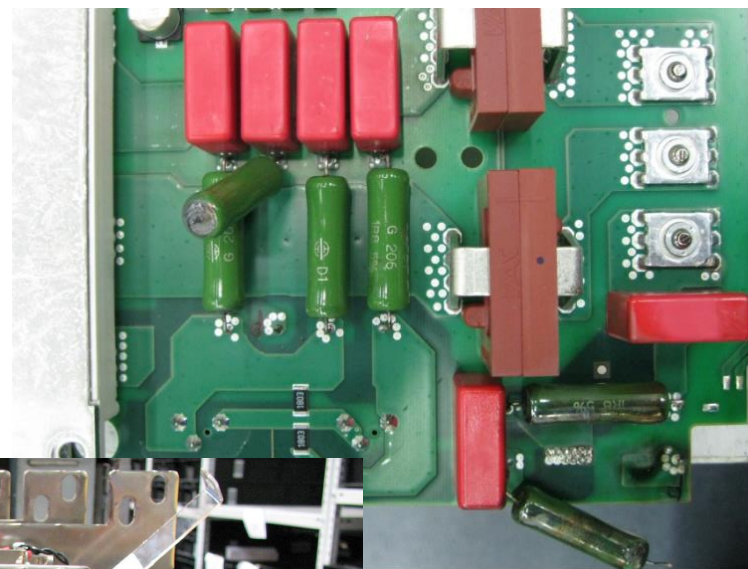


Erdschluss zum Lüftungsgitter

Schadbilder 3

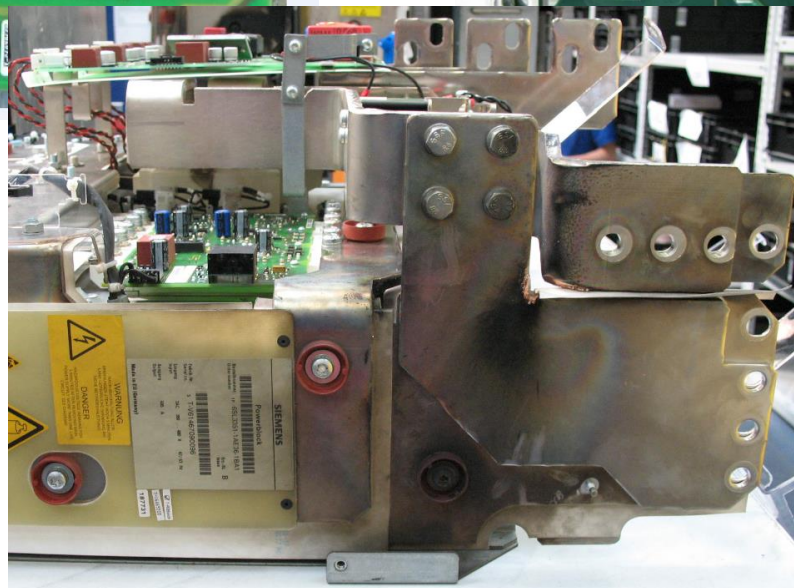


Zerstörtes Power-Module



**Überschläge
im Einspeise-Modul
des Umrichters**

**Kurzschluss am
Powerblock im
DC-Zwischenkreis**



Schutzmaßnahmen in der Elektronik 1

Lackieren

- Ist nicht lückenlos durchführbar, es handelt sich stets nur um Teillackierung
- Lackierfähiges Design erforderlich
- Nachträgliches Lackieren ist möglich
- Eher wirksam bei 5V/24V-Komponenten
- Im Antrieb wegen der hohen Spannungen nicht optimal wirksam
- Test & Reparatur lackierter BGs ist schwierig
- Signifikantes Restrisiko bleibt



Hohe Schutzart

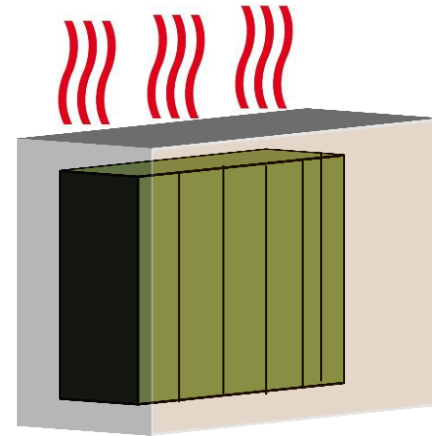
- Bei der Definition der Schutzarten hatte man nicht an Carbonfasern/-staub gedacht
- Effektiver Schutz nur in IP 6x
- Gibt es nur für einzelne gekapselte Komponenten, nicht für „nackte“ Baugruppen
- IP6x-Komponenten können in kontaminierter Umgebung getauscht werden



Schutzmaßnahmen in der Elektronik 2

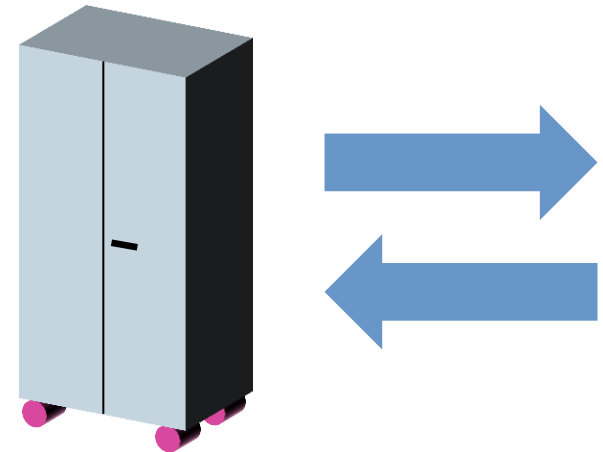
Einhausung/Kapselung

- Einhausung bedeutet zusätzlichen Aufwand
- Erfordert höheren Platzbedarf
- Kabelanschluss muss ebenfalls dicht ausgeführt werden, z.B. PG-Verschraubung
- Entwärmungskonzept erforderlich, ggf. CF-gerechte Klimatisierung
- Gefahr der Dekontamination im Wartungsfall



Mobiler Schaltschrank

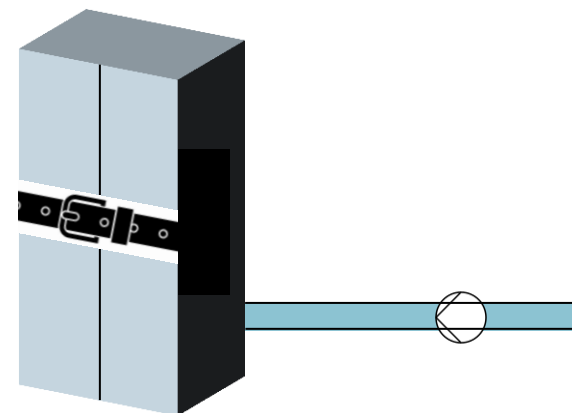
- Schaltschrank ist mobil, kann im Servicefall nach Abstecken aller Kabel in einen CF-freien Raum gebracht werden
- Bauliche Voraussetzungen erforderlich
- Solange Schrank weg ist, keine Interaktion mit der Maschine möglich
- Gefahr durch CF-Reste, z.B. an Dichtungen
- Wesentlicher Vorteil ist die hohe Sicherheit bei geöffnetem Schaltschrank



Schutzmaßnahmen in der Elektronik 3

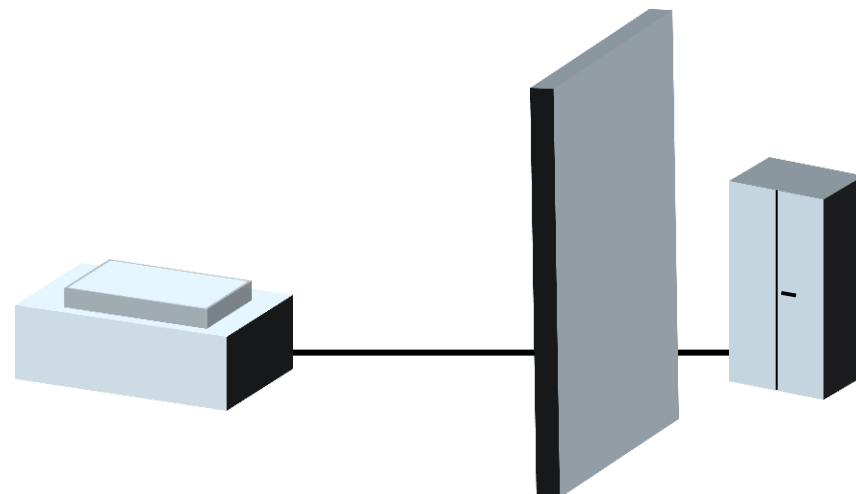
Abdichten & Überdruck

- Überdruck verursacht hohe Betriebskosten, abhängig von der benötigten Luftqualität
- Dichtigkeit durch Transport gefährdet
- Wartung bleibt als Problem
- Druckluft muss permanent verfügbar sein
- Reinigung der Dichtungen ist schwierig
- Im Betriebsfall eine effektive Maßnahme



Remote-Aufstellung

- Schrank steht in separatem Raum
- Lange Leitungen erforderlich
 - Verursachen erhebliche Mehrkosten
 - Erfordern ggf. Zusatzmaßnahmen
 - Länge aus technischen Gründen begrenzt
- Vom Schrank aus keine Interaktion mit der Maschine möglich
- Sicherste aller Maßnahmen



CF-Schutzmaßnahmen im Überblick

- Lackieren der Baugruppen
- Hohe Schutzart
- Einhausung / Kapselung der Elektronik
- Mobiler Schaltschrank
- Schaltschrank abdichten & Überdruck
- Aufstellung des Schaltschranks außerhalb des Gefahrenbereiches
- Absaugen der Carbonfasern am Entstehungsort
- Unterdruck mit Luftschleuse im Carbonbereich, damit kein CF entweicht
- Schaltschrankreinigung
-
-

Alle Vorkehrungen, die dazu führen, dass der Schaltschrank möglichst selten geöffnet werden muss

Lösungsbeispiel 1

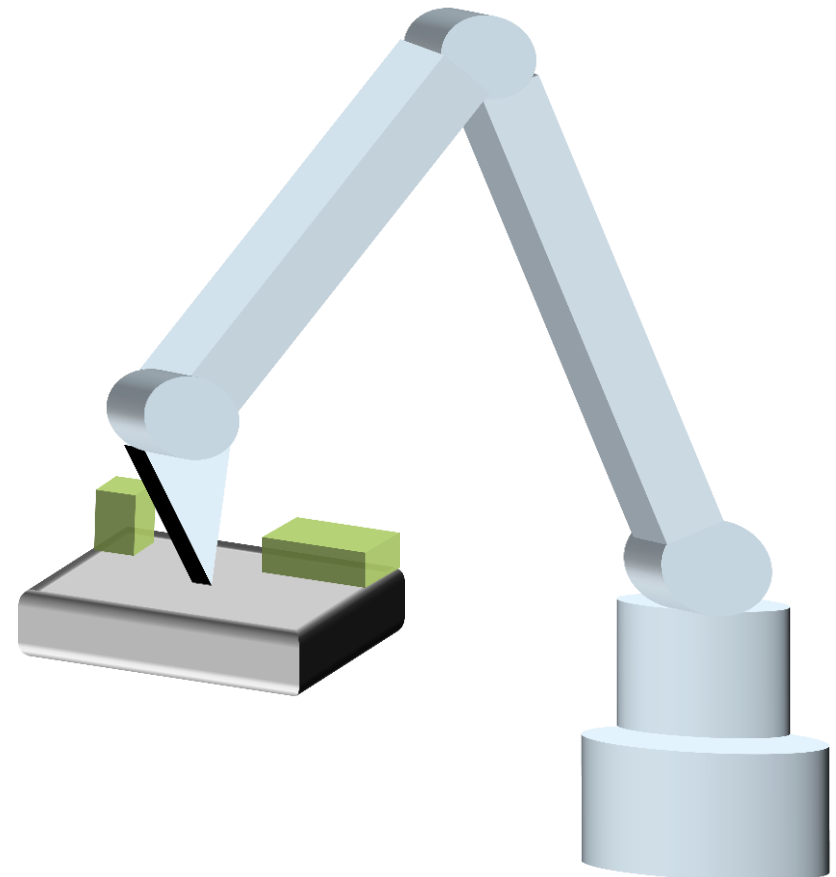
Ausführung aller Komponenten in Schutzart IP 65

Anwendung

- Handling von zugeschnittenen CF-Formstücken durch einen 6-Achs-Roboter mit einem speziellen Sauggreifer
- Die Elektronik für die Saugeinrichtung und zwei integrierte Motoren ist oben auf dem Greifer angebracht
- Material: Trockenes CF-Gewebe
- Hohes Gefährdungspotential

Schutzkonzept

- Der Schutz gegen CF-Kontamination erfolgt alleine durch konsequente Ausführung aller Komponenten in IP 65



Sinamics G120D
Dezentraler Frequenz-
umrichter in IP 65

Lösungsbeispiel 2

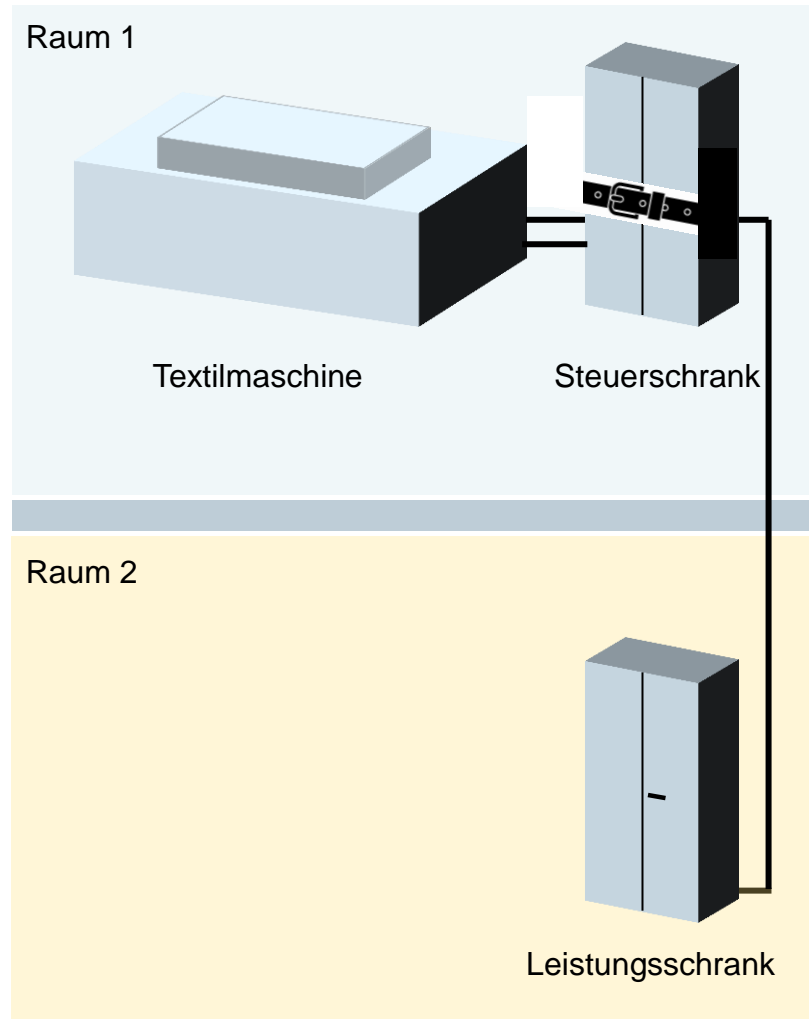
Trennung in Steuerschrank und Leistungsschrank

Anwendung

- Prozess-Schritt zur Erzeugung von CFK Fahrzeugteilen für die Automobilindustrie
- Material: Trockenes CF-Gelege
- Sehr hohes Gefährdungspotential

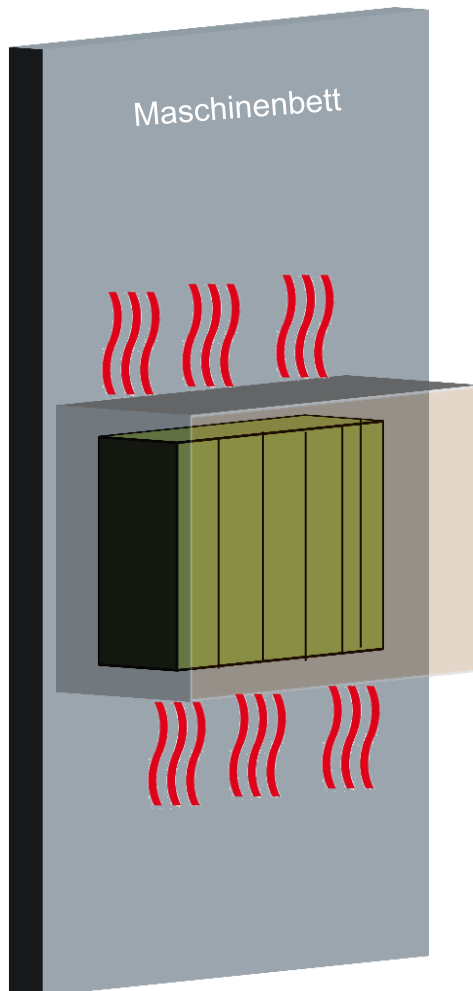
Schutzkonzept

- Aufteilung der Automatisierungskomponenten auf zwei getrennte Schaltschränke
- Der Steuerschrank befindet sich an der Maschine und enthält die 5/24V-Elektronik. Schutz vor CF durch Überdruck
- Der Leistungsschrank mit den Antrieben (600V-Zwischenkreis) befindet sich in einem separaten, durch eine Luftscheule gegen CF-Kontamination geschützten Raum



Lösungsbeispiel 3

Komplette Einhausung, kombiniert mit Lackierung



Anwendung

- Aus dem Bereich Wickeln
- Material: Trockene Carbon-Rovings
- Hohes Gefährdungspotential

Schutzkonzept

Stufe 1, Einhausung

- Schutz vor Carbon-Kontamination im Betrieb durch absolut faserdichte Einhausung
- Kabeldurchführung über PG-Verschraubung
- Lüfterloser Betrieb, passive Entwärmung erfolgt über das Maschinenbett

Stufe 2, Lackierung

- Baugruppen sind beidseitig lackiert, hoher Lackiergrad durch lackiergerechtes Design
- Im Wartungs-/Reparaturfall wird auf die Minimierung des CF-Eintrages geachtet
- Unvermeidliche Restkontamination wird durch Lackierung aufgefangen

Fragen zu Schaltschränken in CFK-Umgebung

Teilgebiete

Schalt-
schrank

Projektierung

Transport &
Kontrolle

IBN,
Service,
Reparatur

Schaltschrank-
vorbereitung

Pflichten
des Kunden

Welchen Schutzgrad muss der Schaltschrank haben und wie dicht muss der Schaltschrank sein?

Personal -
Schulung beim
Kunden!

Wie kann detektiert werden, wie oft und wann die Schaltschrank-Türen geöffnet wurden sind? Logbuch-Funktion

Welche Geräte können mittels Fernwartung gesteuert werden?

Wie wird der Transport kontrolliert?

Was ist bei einer IBN durchzuführen und zu beachten? Wie ist diese durchzuführen?

Welchen Einfluss haben Schnittstellen am Schaltschrank?

Wie ist im Service- bzw. Reparaturfall vorzugehen?

Wie kann Dichtung kontrolliert werden?

Wie kann ein Schaltschrank transportiert werden?

Wie sind die elektrischen Komponenten im Schaltschrank anzuordnen?

Schrankbreite?
Anreihschränke?

Wie ist die Fehlerdiagnose durchzuführen?

Welche elektrischen Komponenten sind im Schaltschrank einsetzbar?

Wie ist der Netzanschluss auszuführen und welche Leistungen sind realisierbar?

Was ist bei Reparaturen zu beachten?

Was bedeutet der Einsatz von Druckluft und Überdruck-Systemen?

Welche Filter sind einsetzbar?

Wie muss ein Schaltschrank klimatisiert werden, sodass CFK Staub keine Schäden verursacht?

Mechanische Bearbeitung des Schaltschranks?

Wie muss der Auslieferungszustand des Schaltschranks sein?

Wie kann eine Filtration in eine ATEX-Absauganlage eingebunden werden-Spülbetrieb?

Welche Leitungs-Verbindungen sind einsetzbar?

Welche Dichtung muss ein Schaltschrank aufweisen?

Was ist bei der Abnahme des Schaltschranks beim Kunden zu beachten?

Bekleidung des Bedienpersonals und Bodenreinigung?

Unser Werk für Kombinationstechnik Chemnitz (WKC)

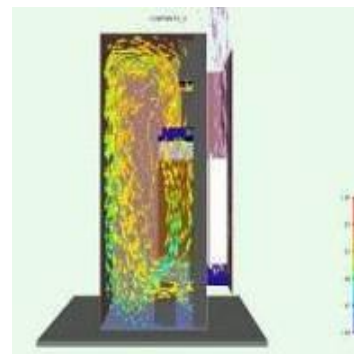
Ihr idealer Partner rund um den Schaltschrankbau

Leistungen

- Engineering-Beratung und -Konzeption
- Hardware-Projektierung in EPLAN P8 ...
- Eigener EMV-Messplatz
- Eigenes Wärmelabor
- UL- Projektspezifische Beratung/Projektierung /Bau von Ausrüstungen mit UL-Label
- Schaltschrank-Zertifizierung beim Kunden
- Kundenspezifische Logistikmodelle
-

Referenzen

- Mehr als **50 Jahre Erfahrung** im Steuerungsbau
- **200 Kunden** europaweit, vom Großkunden bis zum Kleinunternehmen
- **30.000 Schaltschränke** im GJ 2012/13, 2/3 Einzelbestellungen



Unser WKC löst auch Ihre Aufgabenstellung Profitieren Sie von unserem Know How!

Aufgabe

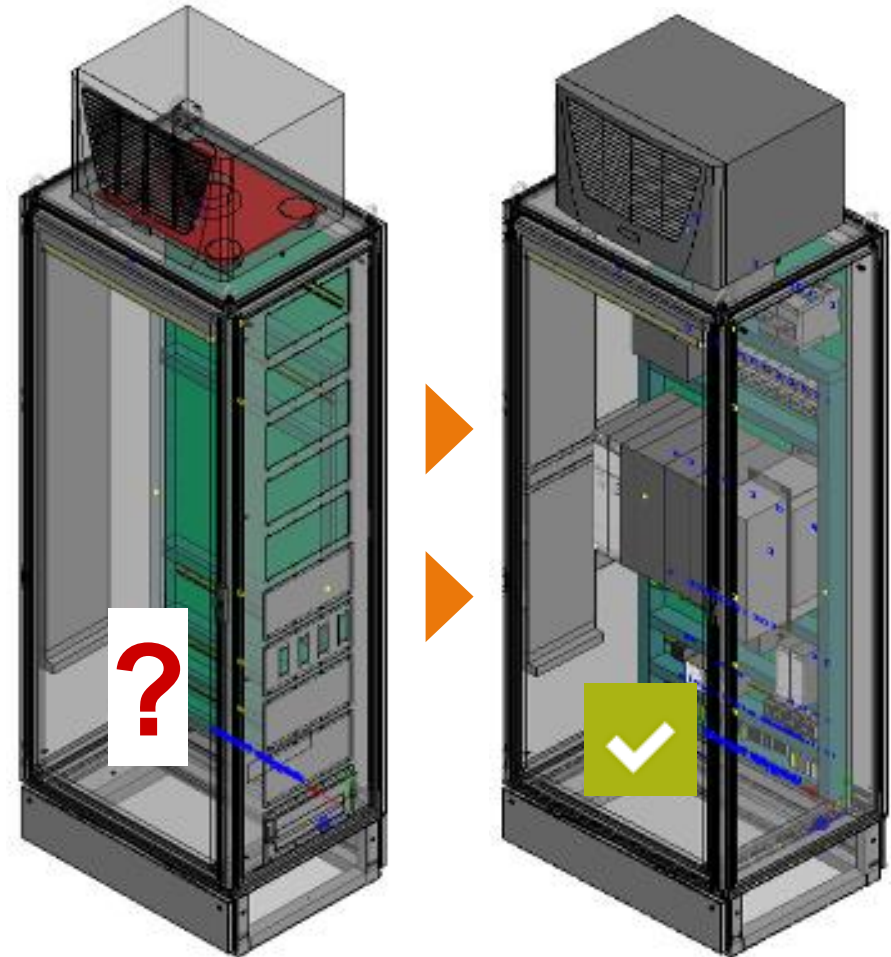
- Jeder Einsatzfall ist anders gelagert
- Eine Vielzahl von Aspekten muss stets bereits im Vorfeld bedacht werden



- Nur eine individuelle Herangehensweise ist zielführend

Lösung mit dem WKC

- Klärung der Aufgabenstellung
- Individuelle Risikoanalyse
- Auswahl geeigneter Komponenten
- Aufzeigen alternativer Konzepte
- Konzeptentscheid und Umsetzung
- Lieferung



Zusammenfassung



Carbonfasern und Elektronik sind unverträglich

Man muss CF von Elektronik fernhalten bzw. diese vor CF schützen

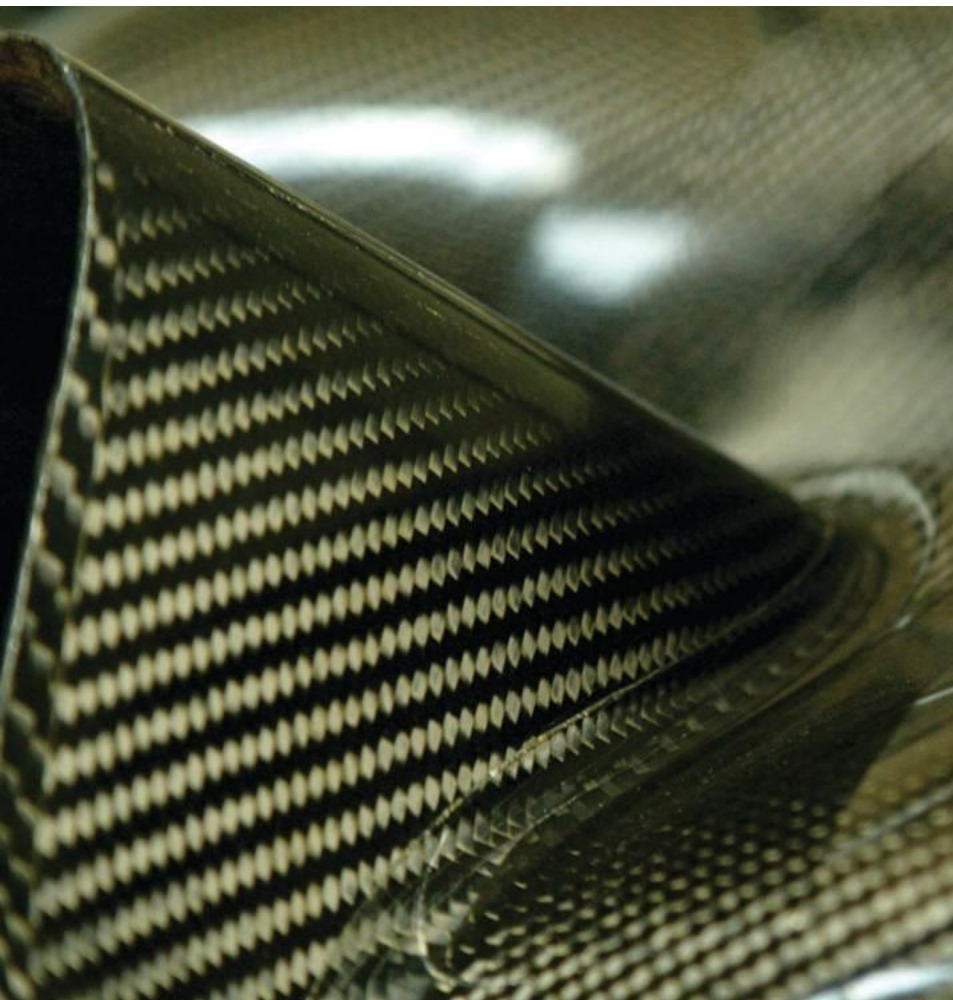


- Trockene Fasern sind gefährlicher als CFK-Staub
- Bei offenem Schaltschrank ist die Verletzlichkeit am größten
- Lüfter und hohe Spannungen erhöhen das Risiko
- Antriebskomponenten sind am gefährdetsten
- Es gibt eine Reihe von Schutzmaßnahmen, aber nicht die Patentlösung
- Es geht stets um Risikominimierung versus Aufwand
- Eine Vielzahl von Aspekten sollte bereits im Vorfeld bedacht werden
- Jeder Einsatzfall erfordert eine individuelle Herangehensweise

Siemens ist der richtige Partner für Aufgabenstellungen im CF-Umfeld
Nutzen Sie unsere Erfahrung von der Risikoanalyse bis zur Realisierung



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Dr. Nikolaus Herdegen

DF FA PMA BR-2 2

Frauenauracher Straße 80
91056 Erlangen

Telefon: + 49-9131-98-2282

E-Mail:

nikolaus.herdegen@siemens.com

siemens.com/answers