

isola

Basismaterialien für Leiterplatten

Kupfer/Glas/Harz-Entwicklungen, REACH und
Europäische Leiterplatten-Lieferkette

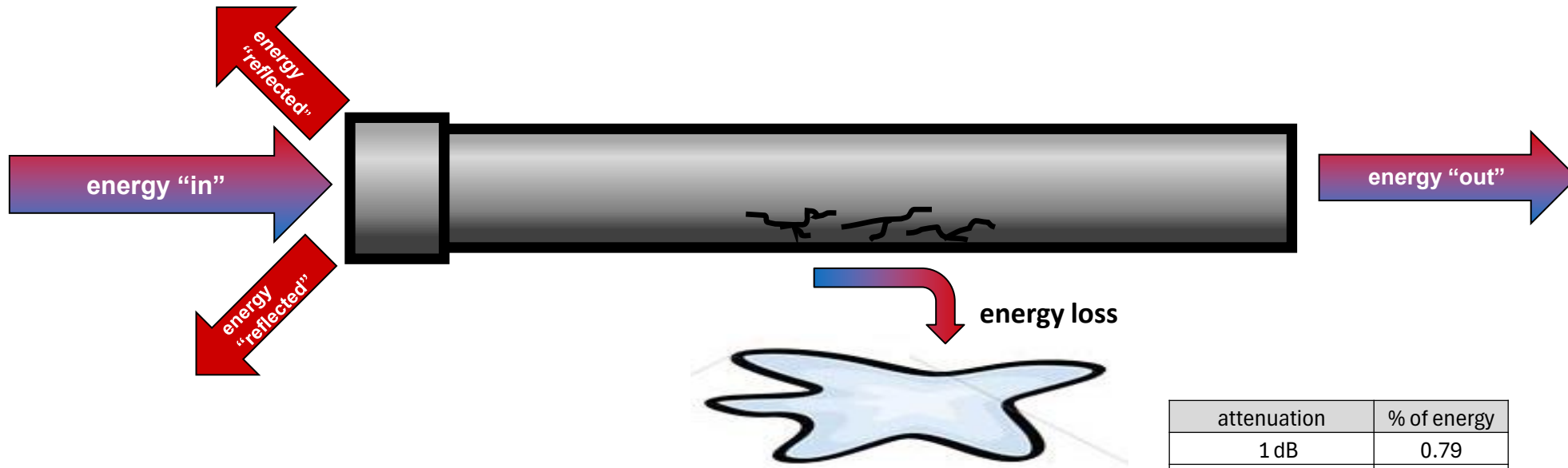
September 2025

Herausforderungen Signal Integrität

- ❑ Dämpfung so klein wie möglich
 - ❑ Dielektrischer Verlust → Df **isola**
 - ❑ Metallischer Verlust → Rauigkeit der Cu-Folie
 - ❑ Treatment Seite **isola**
 - ❑ Oberflächenbehandlung PCB Hersteller (pre-clean, microetch, oxide replacement) **PCB**
 - ❑ Backdrill PTH **PCB**
- ❑ Tuning des Dk **isola**
 - ❑ Anforderung manchmal "so niedrig wie möglich" → Laufzeiten
 - ❑ Manchmal "so hoch wie möglich" → Embedded Capacitance
 - ❑ Manchmal exakter Wert → z.B. RF/MW Schaltungen
- ❑ Temperatur + und Feuchte-Stabilität Dk, Df **isola**
- ❑ Fiber Weave Effect **isola**
- ❑ Konstanz / Verteilung Dielektrizitäts-Dicke **isola**

Einfüge-Dämpfung / Insertion Loss

Idealfall / keine Impedanz-Fehlanpassung:
mit Impedance Mismatch:

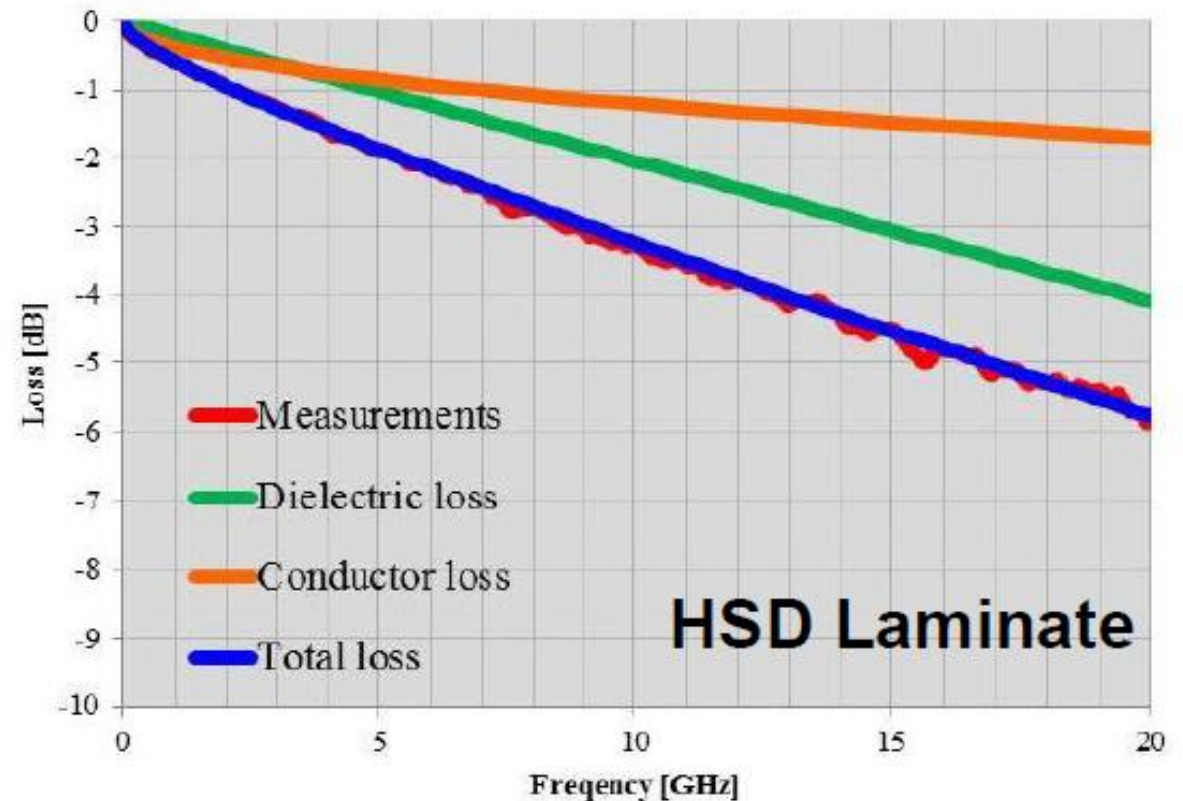


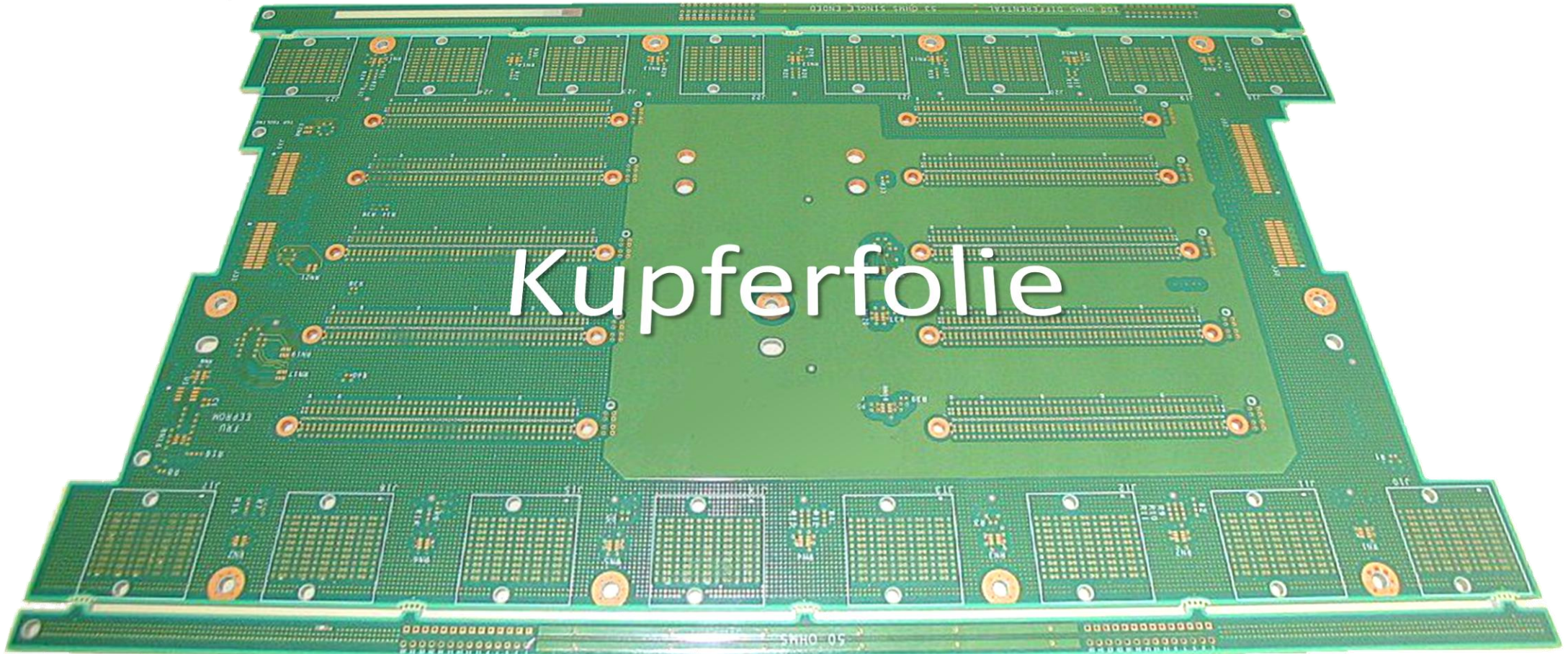
$$S_{21} = 10 \cdot \log \left(\frac{\text{energy out}}{\text{energy in}} \right) \quad [\text{dB}]$$

attenuation	% of energy
1 dB	0.79
2 dB	0.63
3 dB	0.50
4 dB	0.40
5 dB	0.32
6 dB	0.25
7 dB	0.20
8 dB	0.16
9 dB	0.13
10 dB	0.10

Signal-Dämpfung @ höheren Frequenzen

- wird zunehmend wichtiger!
- Gesamt-Verlust = dielektrischer Verlust + metallischer Verlust
 - Dielektrischer Verlust $\sim f$
 - Metallischer Verlust $\sim \sqrt{f}$
- Dielektrischer Verlust
 - erfordert Wechsel des Basismaterials
 - Kosten !
- Metallischer Verlust
 - Reduktion durch geringere Rauigkeiten
 - as received
 - Oberflächenbehandlungen



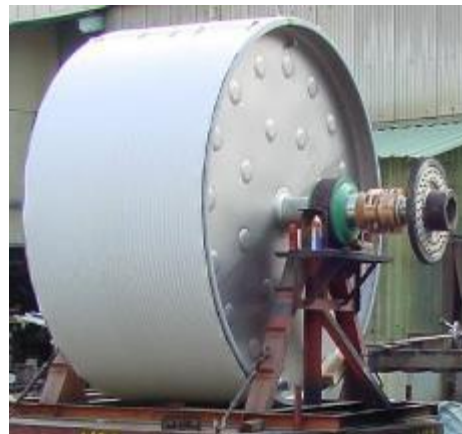
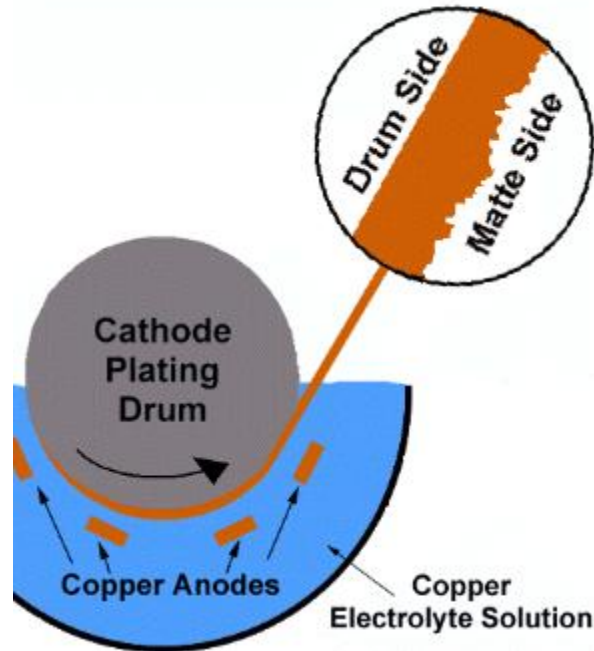


Kupferfolie

Kupferherstellung – ED-Kupfer

1. ELEKTROLYTISCHE ABSCHIEDUNG

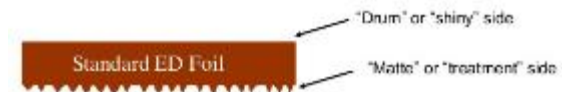
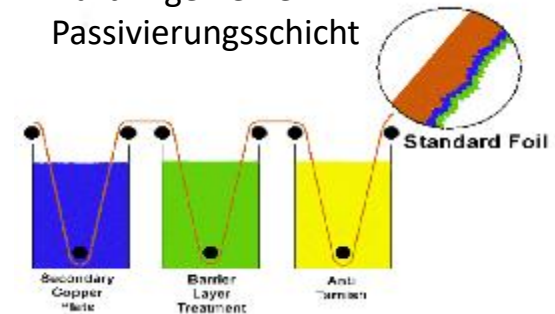
- Schwefelsaure Kupferlösung
- Die Trommelgeschwindigkeit bestimmt die Kupferdicke
- Kupferdicken von 9 bis 400 µm sind möglich



2. ELEKTROLYTISCHE NACHBEHANDLUNG

Abscheidung von metallischem Kupfer, wodurch die matte Seite des Kupfers aufgeraut wird

Aufbringen einer Passivierungsschicht



Additional plating process applied to "grow" microcrystalline copper structure to increase effective surface area.

IPC-4562 / Kupferfolie

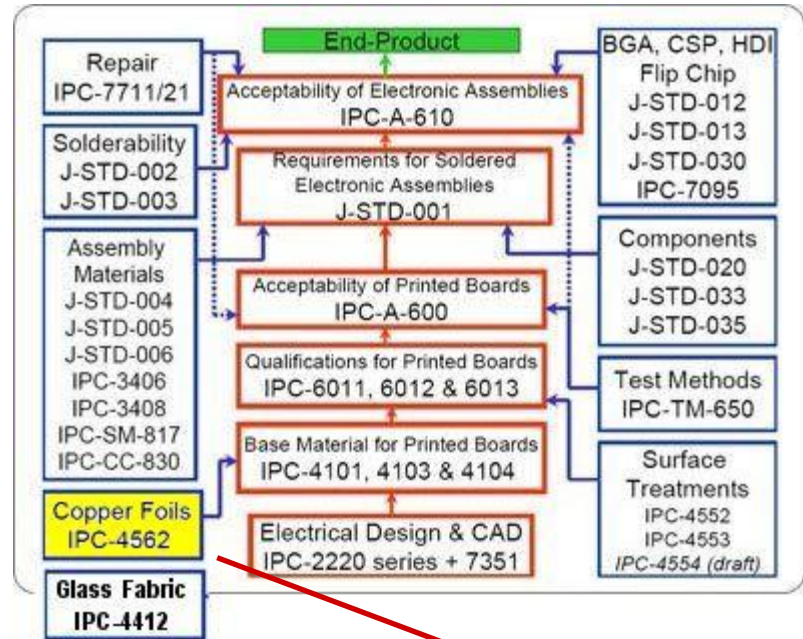
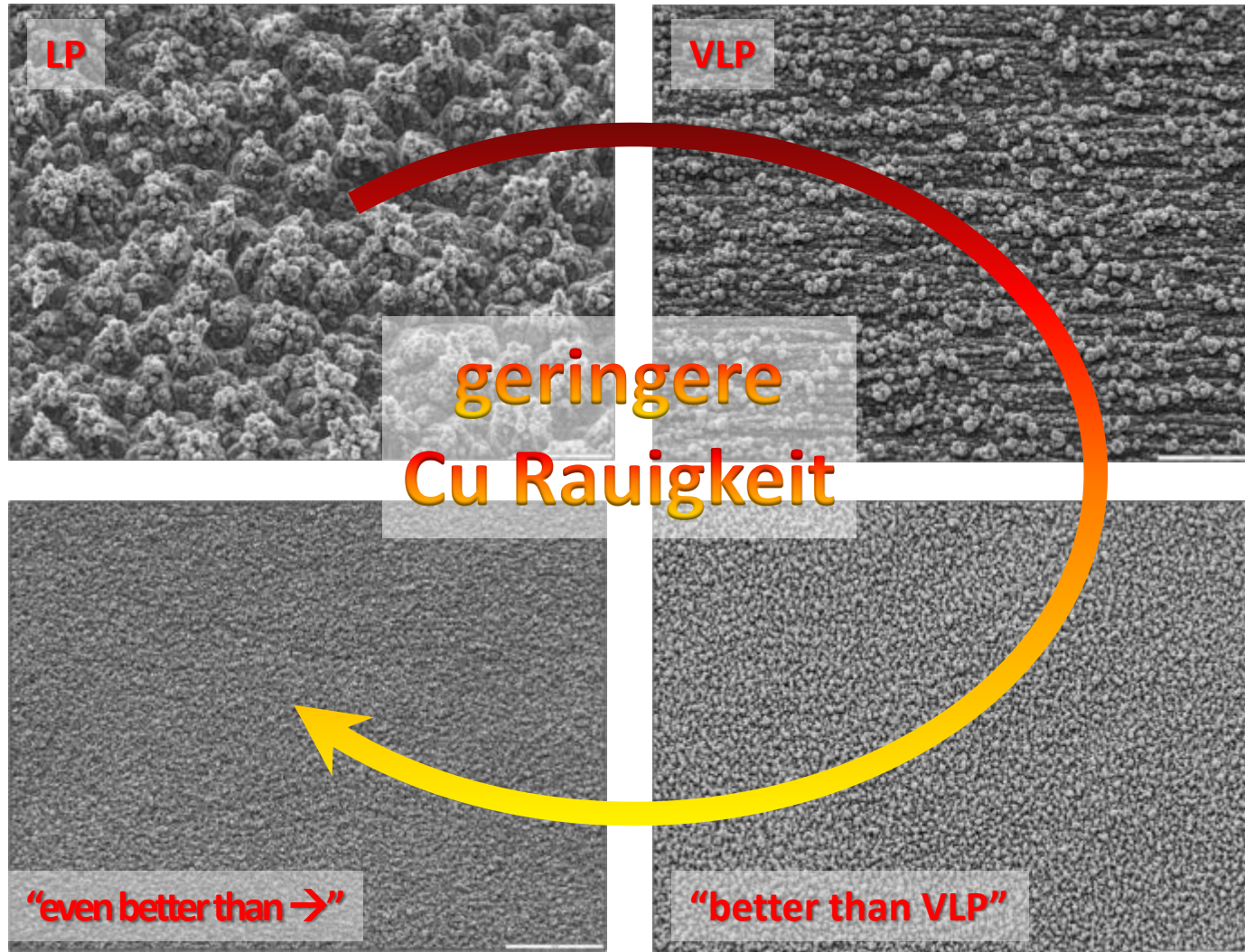


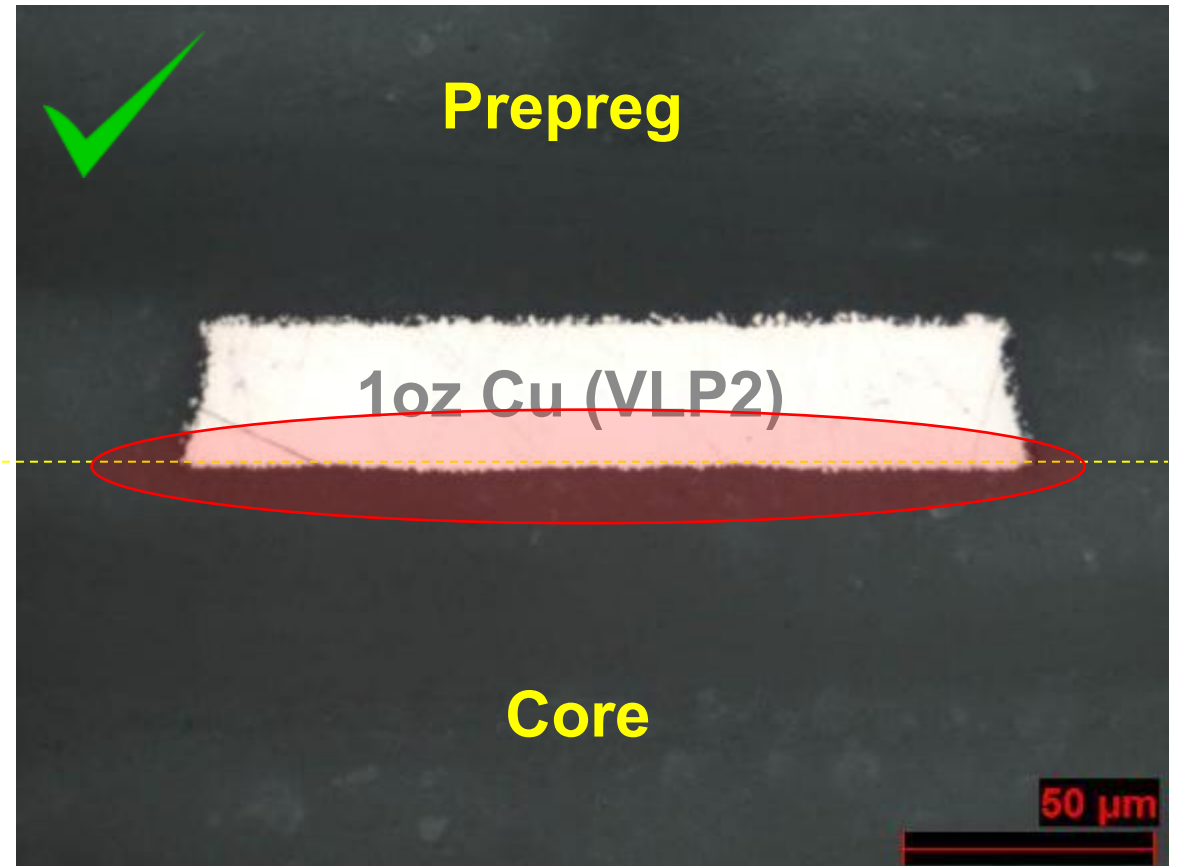
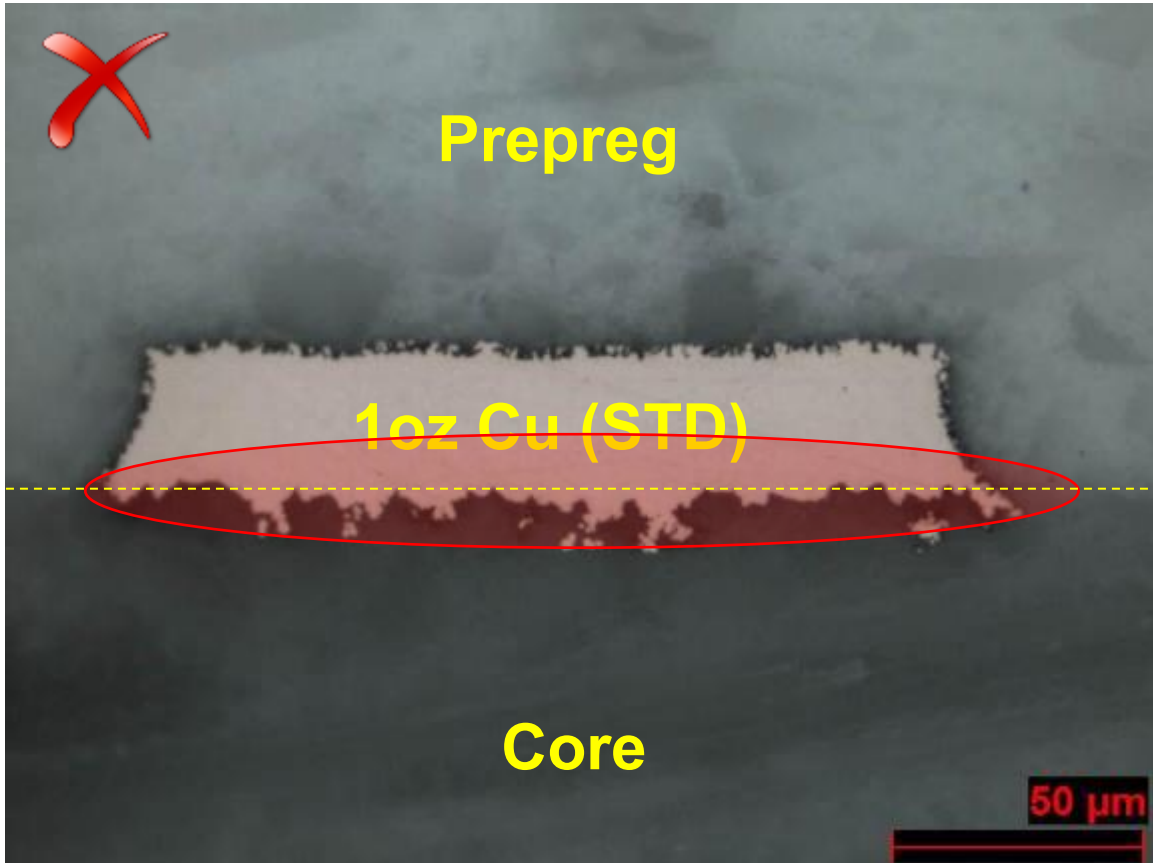
Table 3-1 Maximum Foil Profile

Foil Profile	µm	µ Inches
S (Standard)	N/A	N/A
L (Low Profile)	10.2	400
V (Very Low Profile)	5.1	200
X (No Treatment or Roughness)	N/A	N/A

Rauhigkeits-Unterschiede der Folien

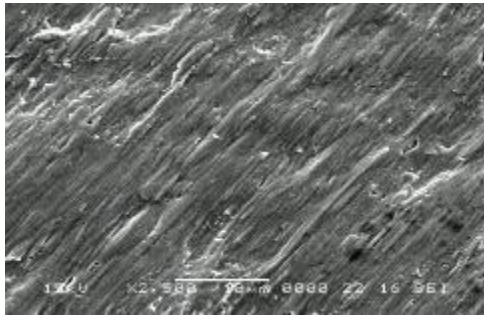


Cu-Folien Rauigkeit – Worst...Best Case

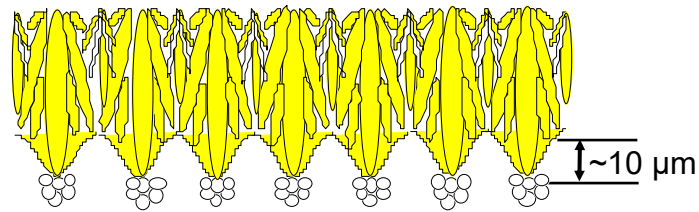


Skin-Effekt

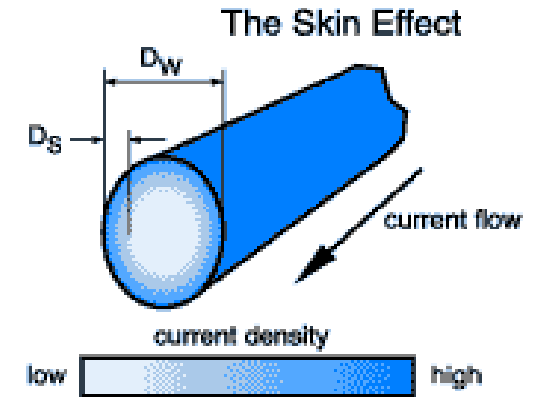
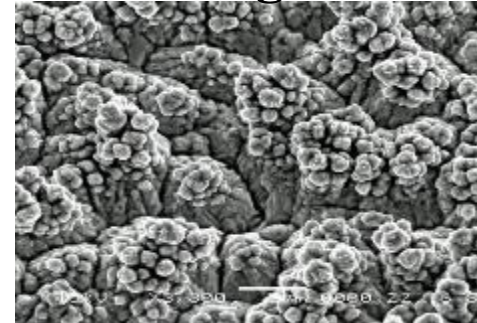
Resist Seite



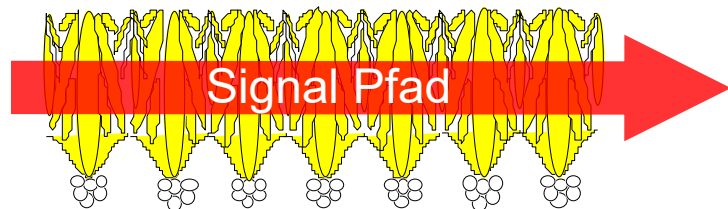
Standard Folie



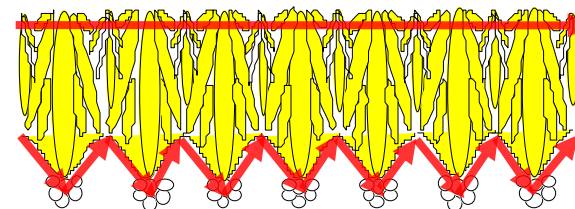
Bonding Seite



Frequenz	Eindringtiefe
10 MHz	21 µm



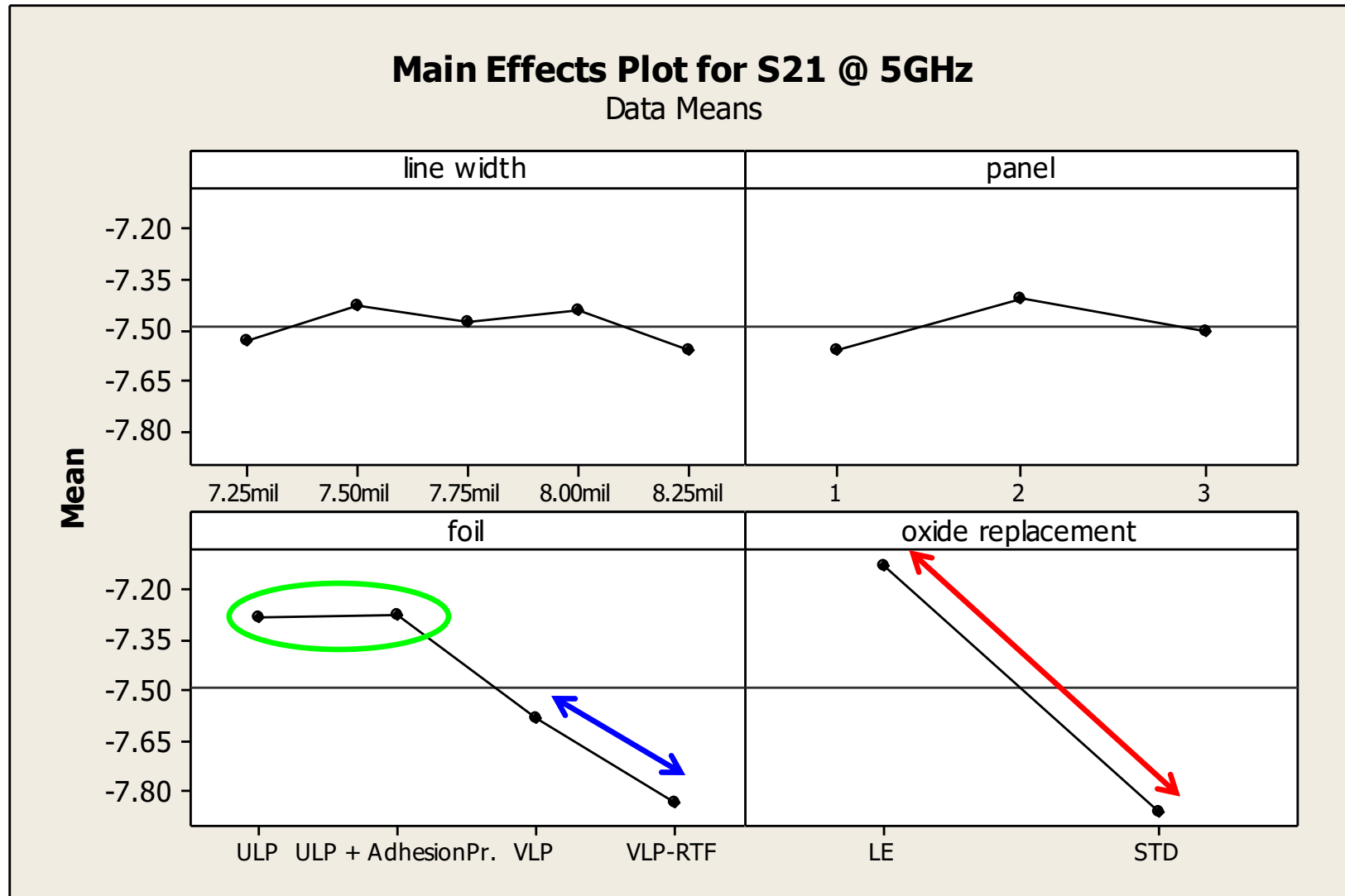
Frequenz	Eindringtiefe
100 MHz	6.6 µm



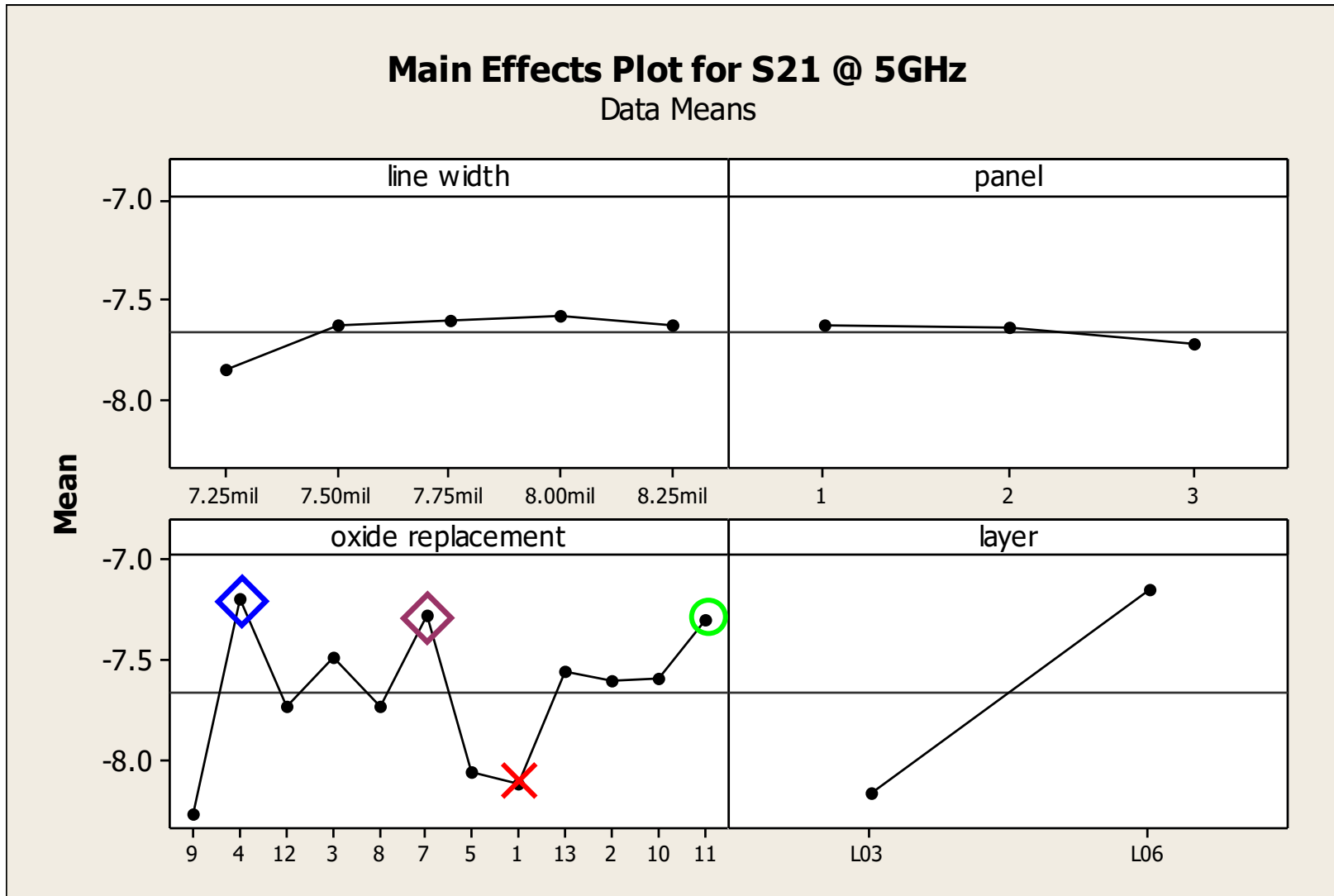
$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu \sigma}}$$

δ = skin depth (m)
 μ = permeability ($4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m)
 π = resistivity ($\Omega \cdot m$)
 ω = radian frequency = $2\pi \cdot f$ (Hz)
 σ = conductivity (mho/m),

Einfluss des Cu-Folien-Typs auf die Dämpfung

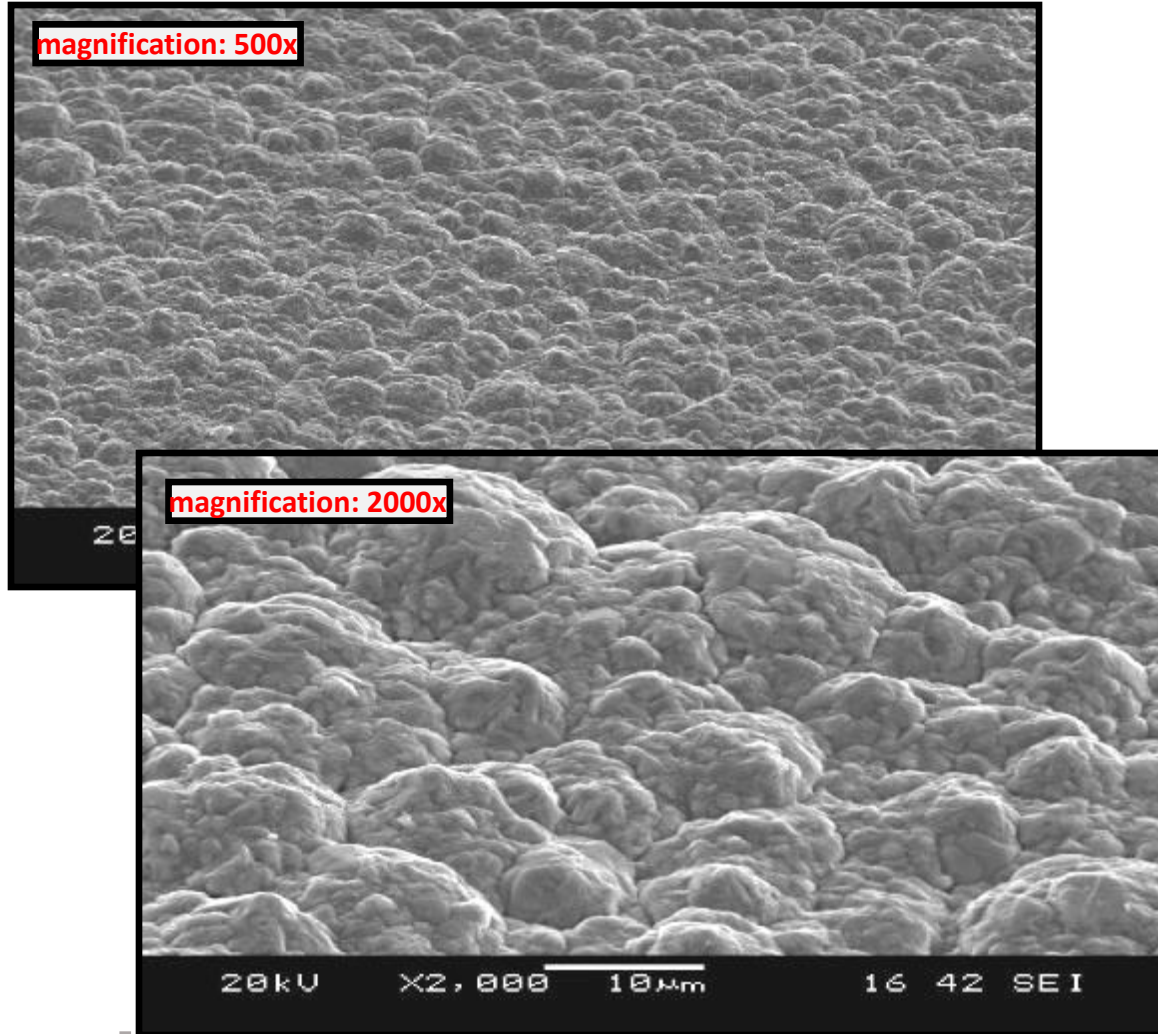


Einfluss der Oberflächenbehandlung vor Laminieren

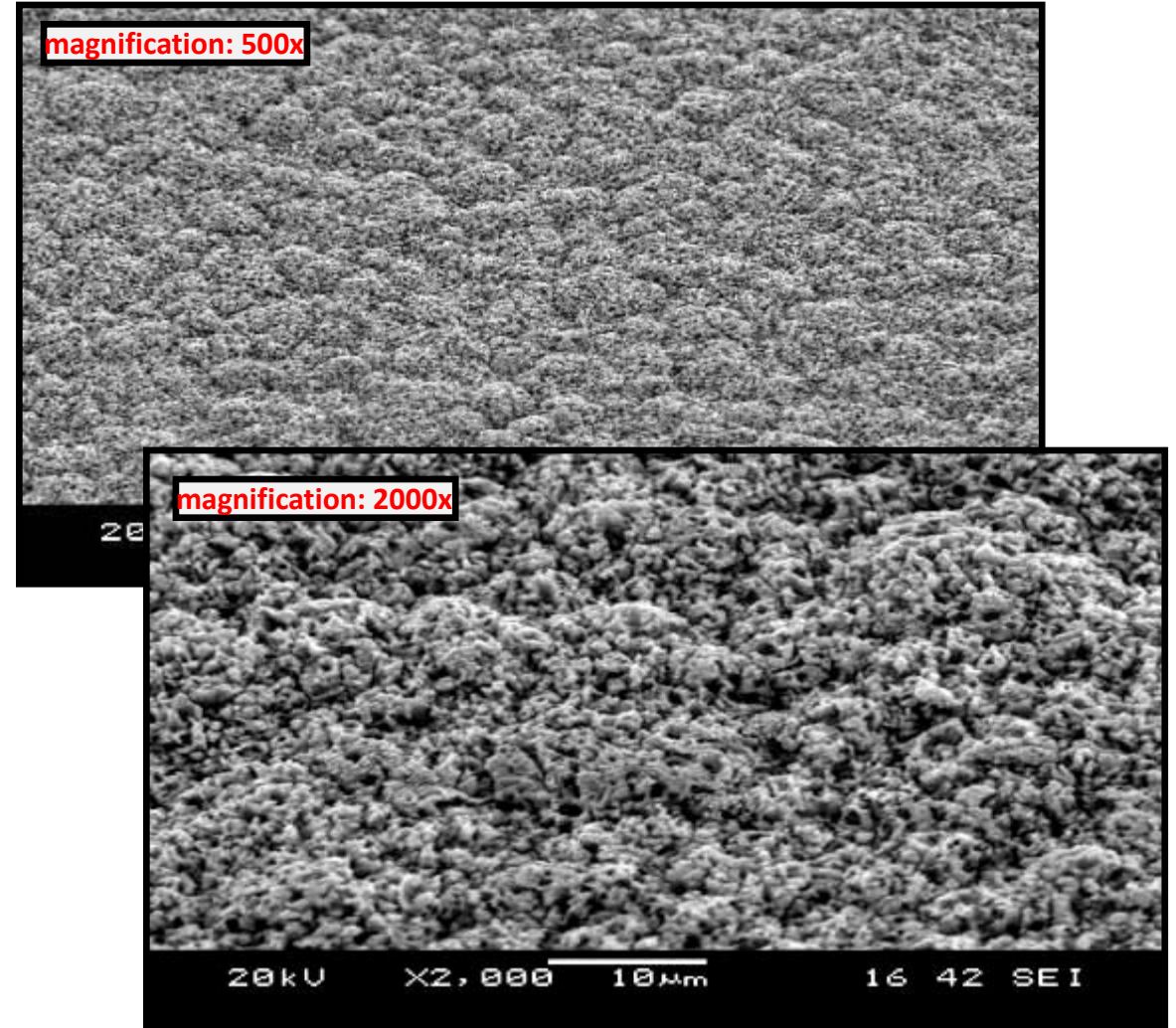


Einfluss der Oberflächenbehandlung vor Laminieren

as received:



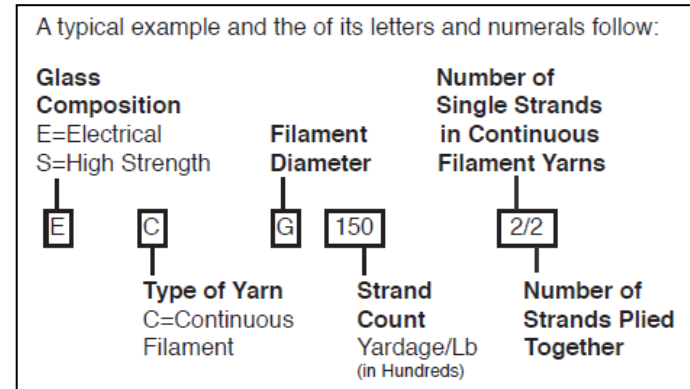
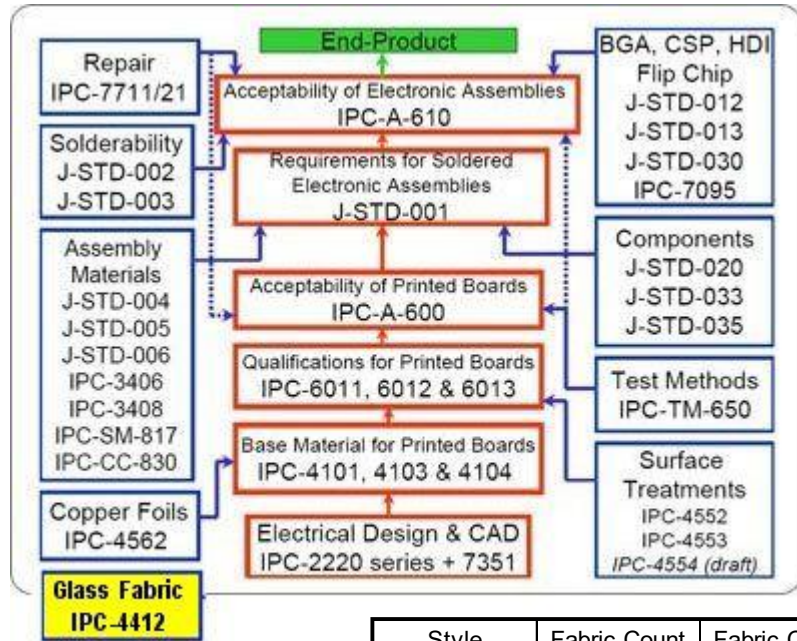
Nach Oberflächenbehandlung:





Glasgewebe

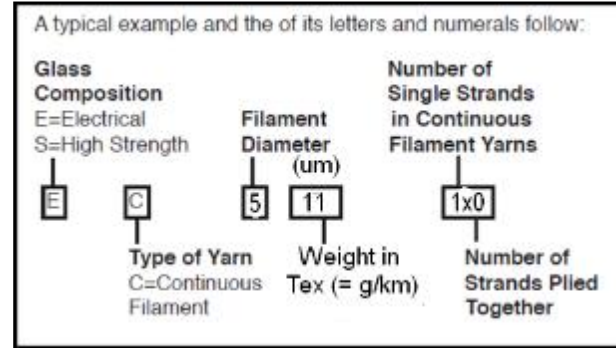
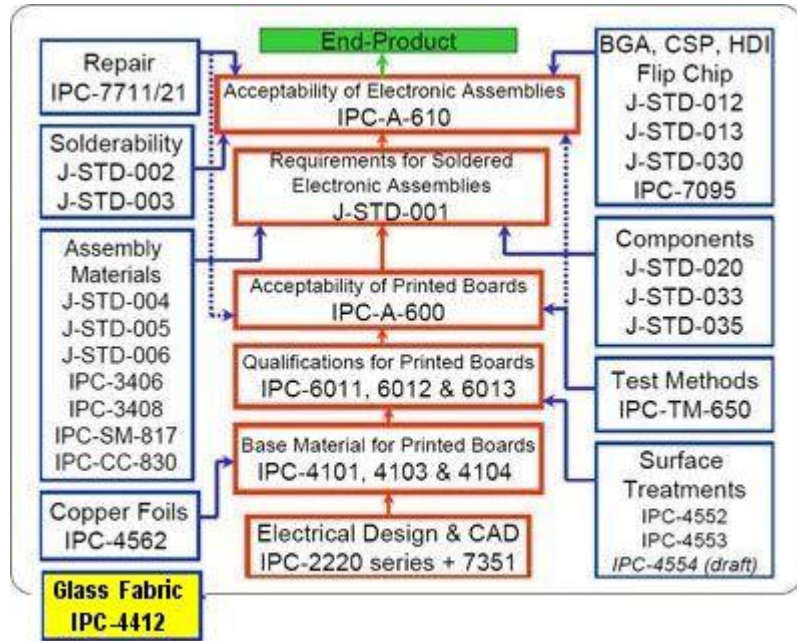
IPC-4412 / Glasgewebe / US Nomenklatur



DESCRIPTION OF CONTINUOUS FILAMENT GLASS FIBERS			
Filament Designation	Strand Count (x100=yd/lb)	Nominal Filament Dia. (in)	Number of Filaments
B	150	0.00015	1224
C	150	0.00015	816
D	1800	0.00023	51
	900	0.00023	102
	450	0.00023	204
	225	0.00023	408
DE	150	0.00025	408
	75	0.00025	816
	50	0.00025	1632
E	37	0.00025	1632
	225	0.00029	204
G	150	0.00036	204
	75	0.00036	408
	37	0.00036	816
H	25	0.00043	816
	K	75	0.00051
37		0.00051	408
25		0.00051	608
	18	0.00051	816

Style	Fabric Count Warp (Per inch)	Fabric Count Warp x Fill (Per inch)	Yarn [US System]	Thickness (mils) (Reference Only)	Weight [OSY]
106	56	56	D900 1/0 X D900 1/0	1.3	0.72
1035	66	68	D900 1/0 X D900 1/0	1.1	0.88
1037	70	73	C1200 1/0 X C1200 1/0	1.1	0.68
1067	70	70	D900 1/0 X D900 1/0	1.4	0.91
1078	54	54	D450 1/0 X D450 1/0	1.7	1.41
1080	60	47	D450 1/0 X D450 1/0	2.1	1.38
1086	60	60	D450 1/0 X D450 1/0	2.2	1.55
2113	60	56	E225 1/0 X D450 1/0	3.1	2.3
2114	56	48	E225 1/0 X E225 1/0	3.3	2.69
2116	60	58	E225 1/0 X E225 1/0	3.7	3.06
3070	70	70	DE300 1/0 X DE300 1/0	3.1	2.76
3313	60	62	DE300 1/0 X DE300 1/0	3.3	2.4
7628	44	31	G75 1/0 X G75 1/0	6.8	6

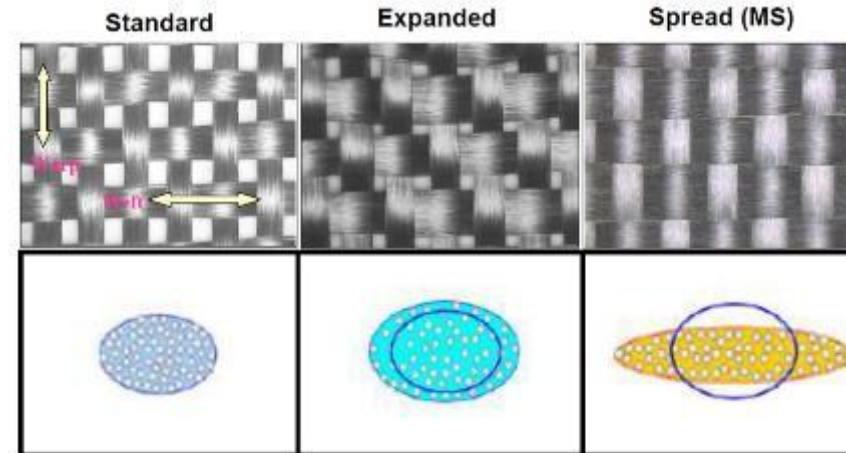
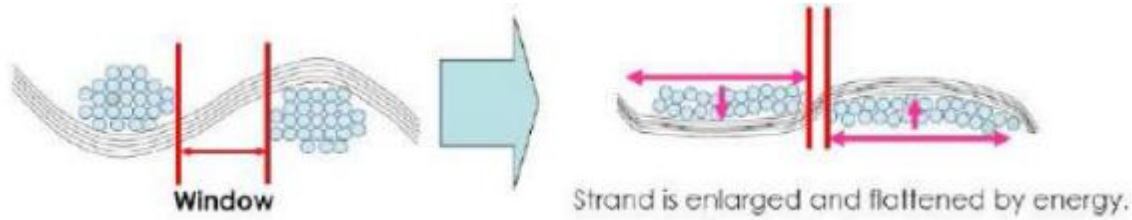
IPC-4412 / Glasgewebe / Tex Nomenklatur



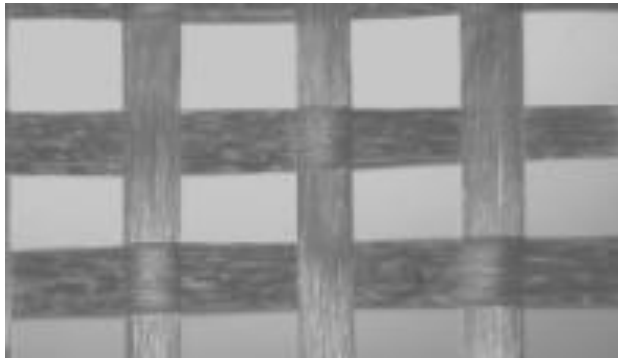
US Units (letter)	SI Units (microns)	SI Units TEX (g/1000m)	Approximate Number of Filaments
BC	4	1.7	51
BC	4	2.2	66
BC	4	3.3	102
D	5	2.75	51
C	4.5	4.1	102
D	5	5.5	102
D	5	11	204
E	7	22	204
BC	4	33	1,064
DE	6	33	408
G	9	33	204
E	7	45	408
H	11	45	204
DE	6	50	612
DE	6	66	816
G	9	66	408
K	13	66	204
H	11	90	408
DE	6	99	1,224
DE	6	134	1,632
G	9	134	816
K	13	134	408
H	11	198	816
G	9	257	1,632
K	13	275	816
H	11	275	1,224

Style	Fabric Count Warp (Per cm)	Fabric Count Warp x Fill (Per cm)	Yarn (SI)	Thickness (mm) (Reference Only)	Weight (g/m2)
106	22	22	5 5.5 1x0 5 5.5 1x0	0.033	24.4
1035	26	26.8	5 5.5 1x0 5 5.5 1x0	0.028	30
1037	27.6	28.7	4.5 4.1 1x0 4.5 4.1 1x0	0.027	23
1067	27.6	27.6	5 5.5 1x0 5 5.5 1x0	0.035	30.7
1078	21.3	21.3	5 11 1x0 5 11 1x0	0.043	47.8
1080	23.6	18.5	5 11 1x0 5 11 1x0	0.053	46.8
1086	23.6	23.6	5 11 1x0 5 11 1x0	0.056	52.9
2113	23.6	22	7 22 1x0 5 11 1x0	0.079	78
2114	22	18.9	7 22 1x0 7 22 1x0	0.084	90.9
2116	23.6	22.8	7 22 1x0 7 22 1x0	0.094	103.8
3070	27.6	27.6	6 16.5 1x0 6 16.5 1x0	0.078	93.6
3313	23.6	24.4	6 16.5 1x0 6 16.5 1x0	0.084	81.4
7628	17.3	12.2	9 68 1x0 9 68 1x0	0.173	203.4

Spread Glass

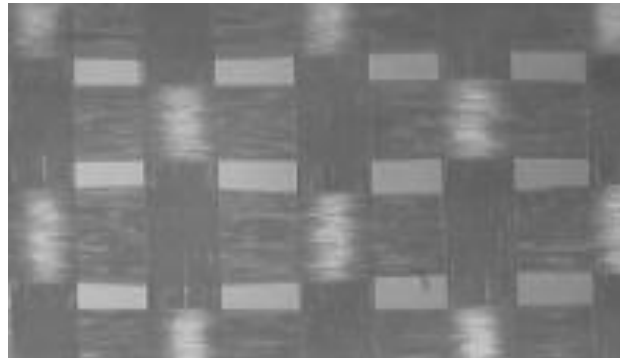


Standard



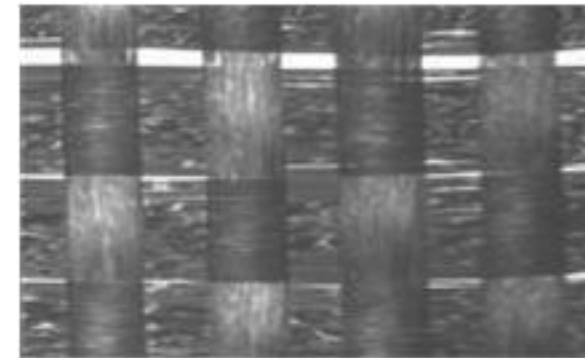
106

Square Weave



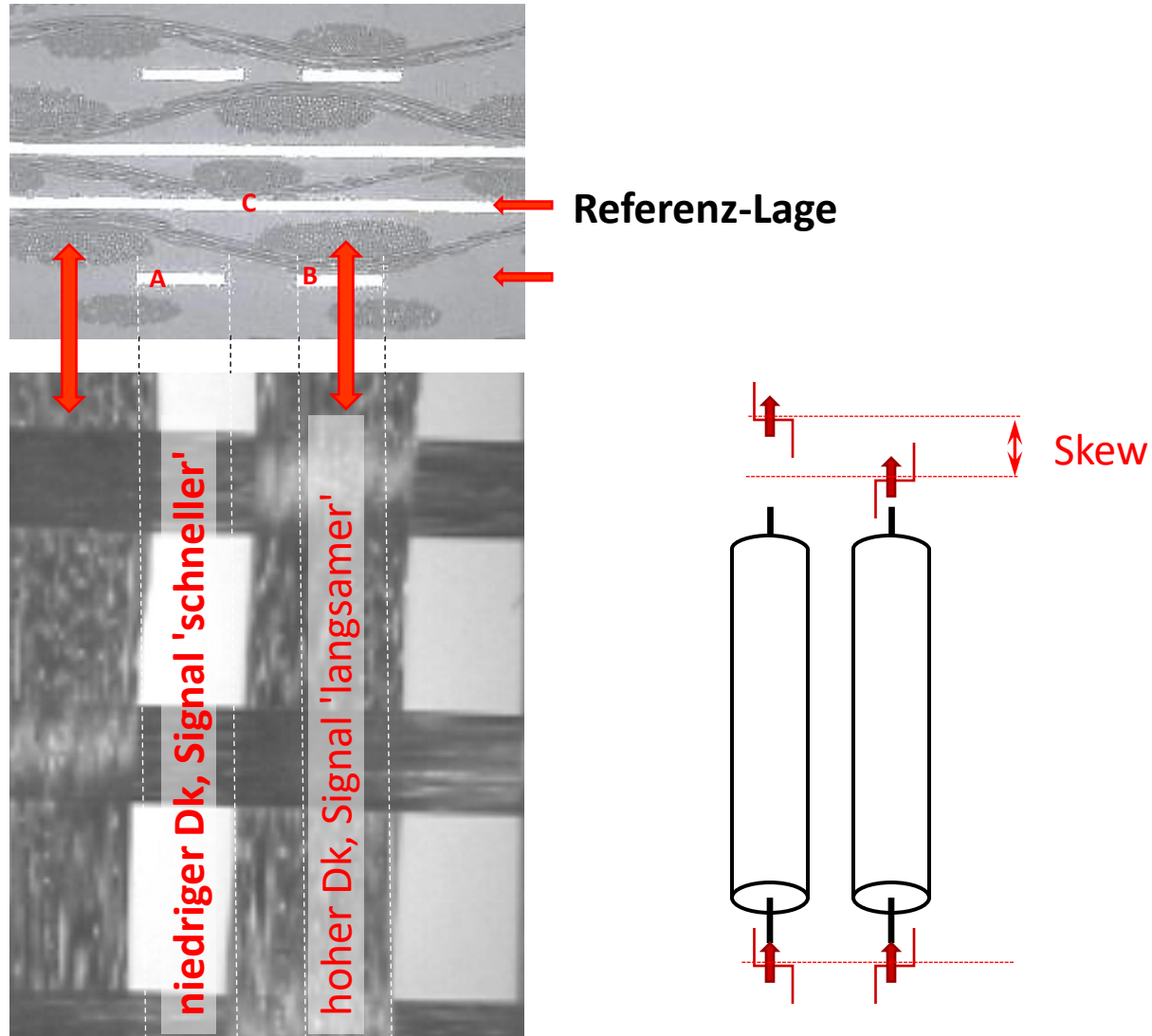
1067

Spread Fibres



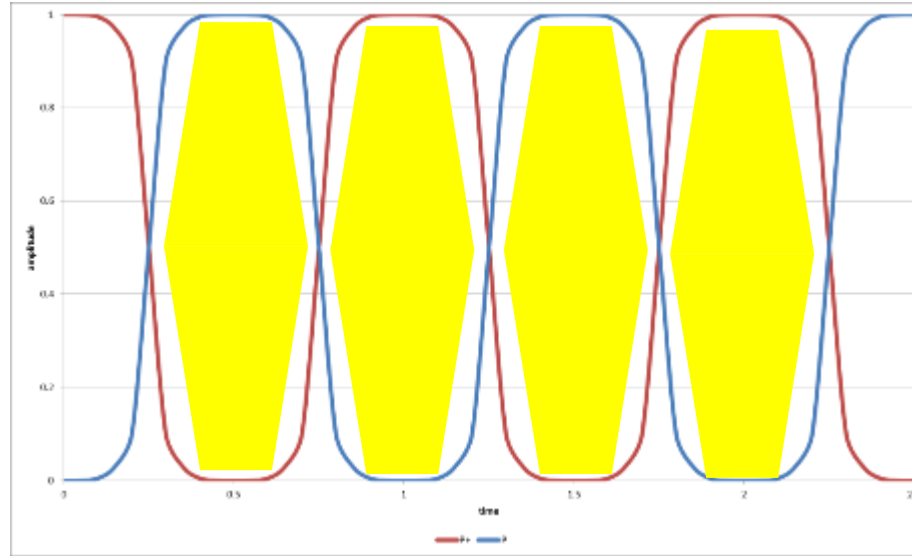
1067 Spread

Problemstellung "Fiber Weave Effect (FWE)"

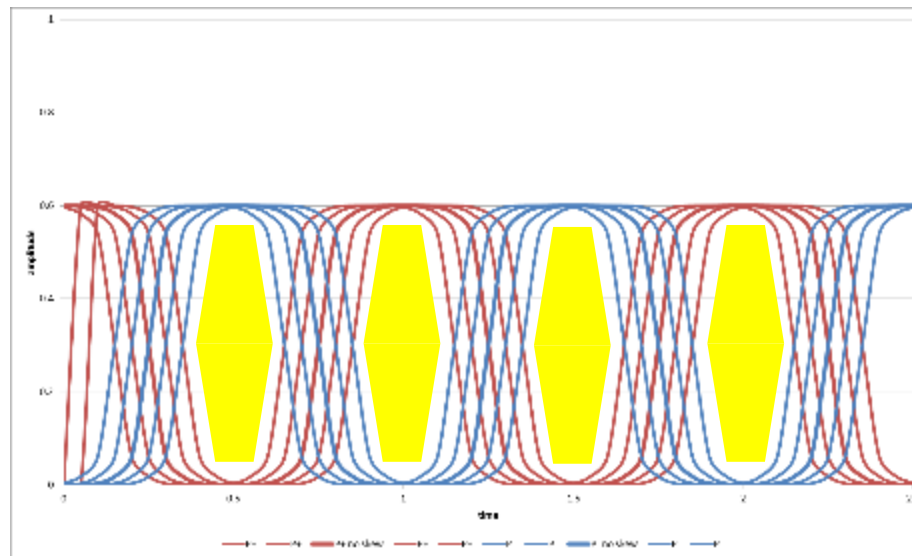


Einfluss von Skew auf das Augendiagramm

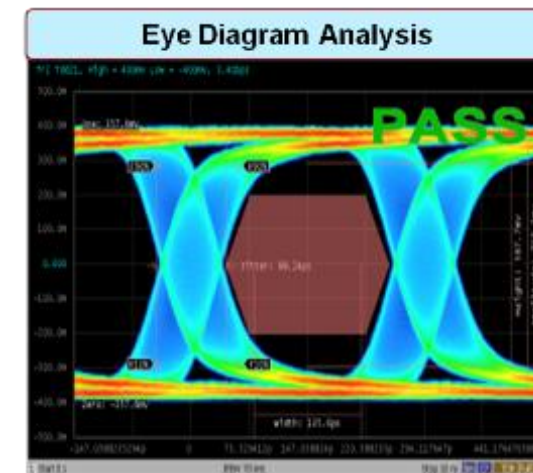
no skew /
low loss:

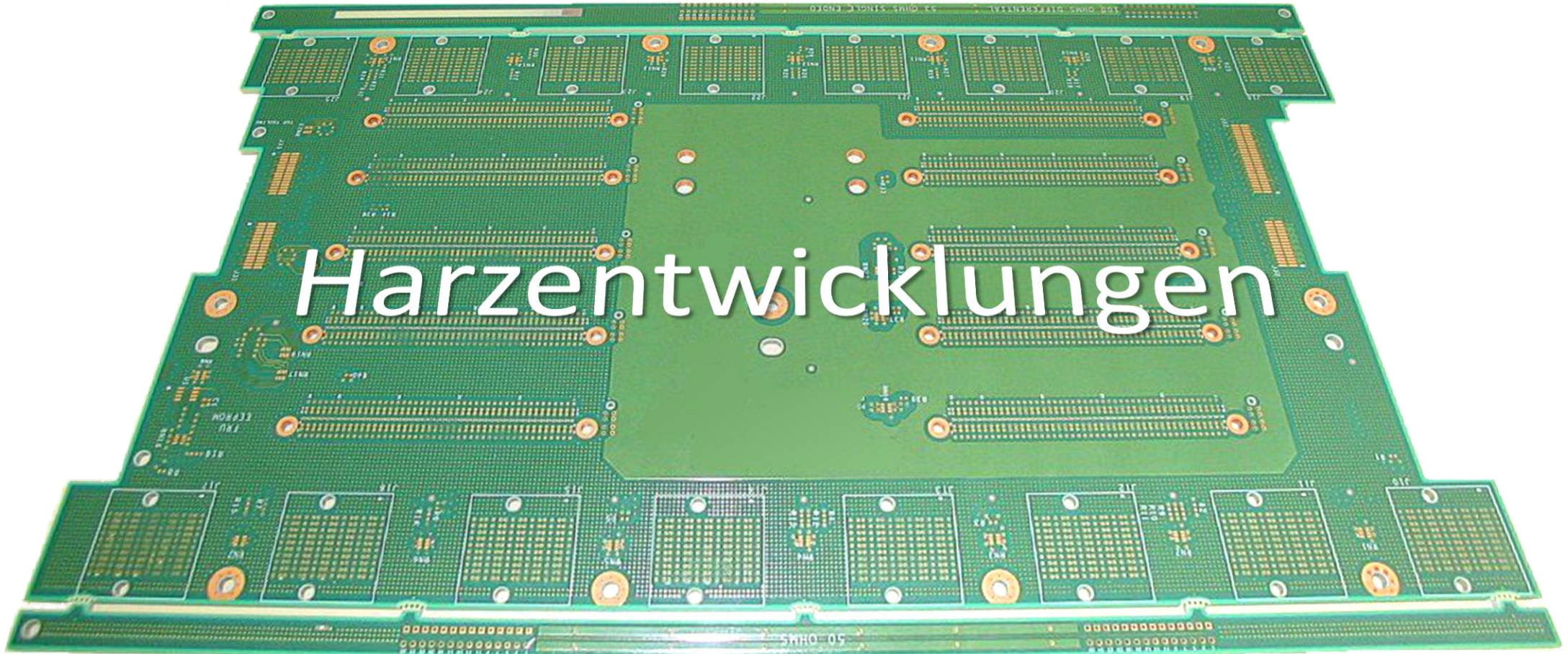


skew /
high loss:



skew reduces eye opening !



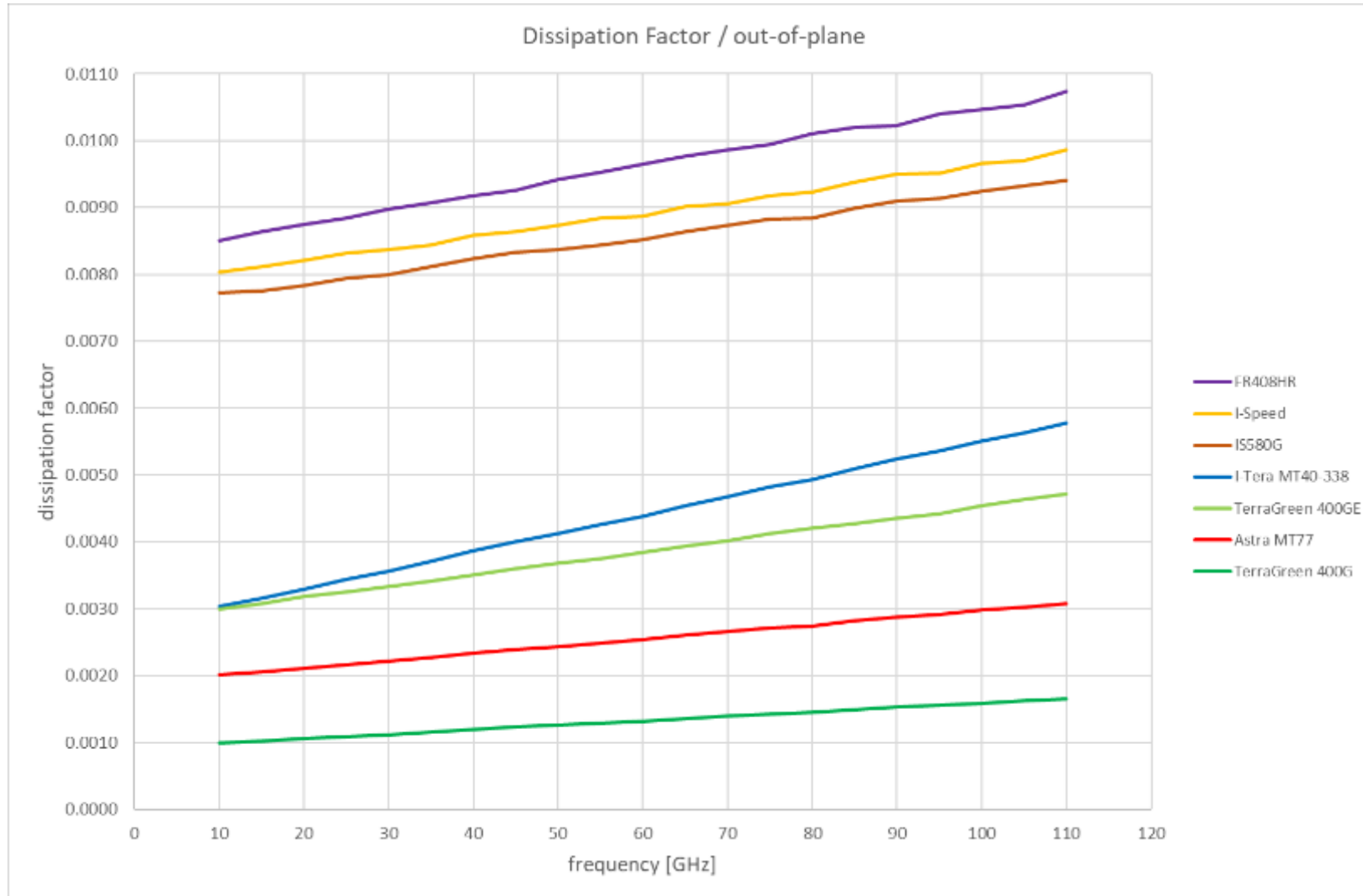


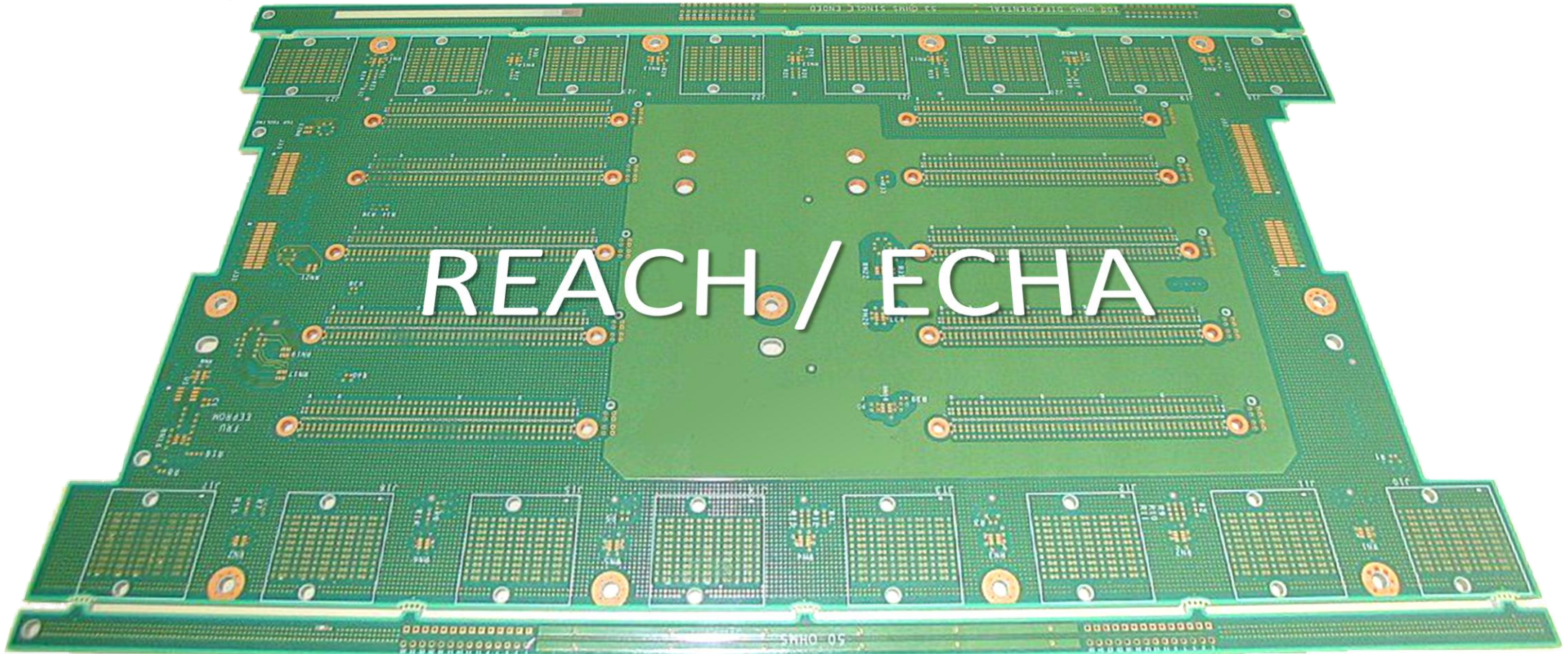
Harzentwicklungen

Entwicklung der Harz-Systeme

- Niedrige dielektrische Verluste
- Hohe Zuverlässigkeit
 - z-Achsen-Ausdehnung
 - Tg, Td
 - Kein 'Cure-Advance' → HDI
 - CAF
- Kosten
- Einfache Handhabung beim PCB Hersteller
- REACH,...

Niedriger Verlustwinkel





REACH / ECHA

ECHA / REACH / SCIP / SVHC

- Die REACH-Verordnung ist eine Verordnung der Europäischen Union, die erlassen wurde, um den Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt vor den Risiken, die durch Chemikalien entstehen können, zu verbessern
- ECHA - European Chemicals Agency
- REACH - Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals
- SCIP - Substances of Concern In articles as such or in complex objects (Products)
- SVHC - Substances of Very High Concern



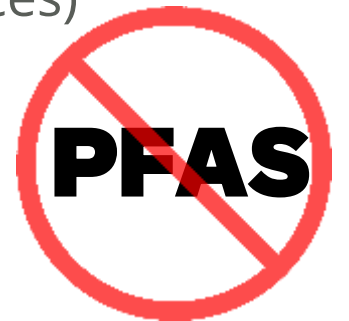
<https://echa.europa.eu/de/regulations/reach/understanding-reach>

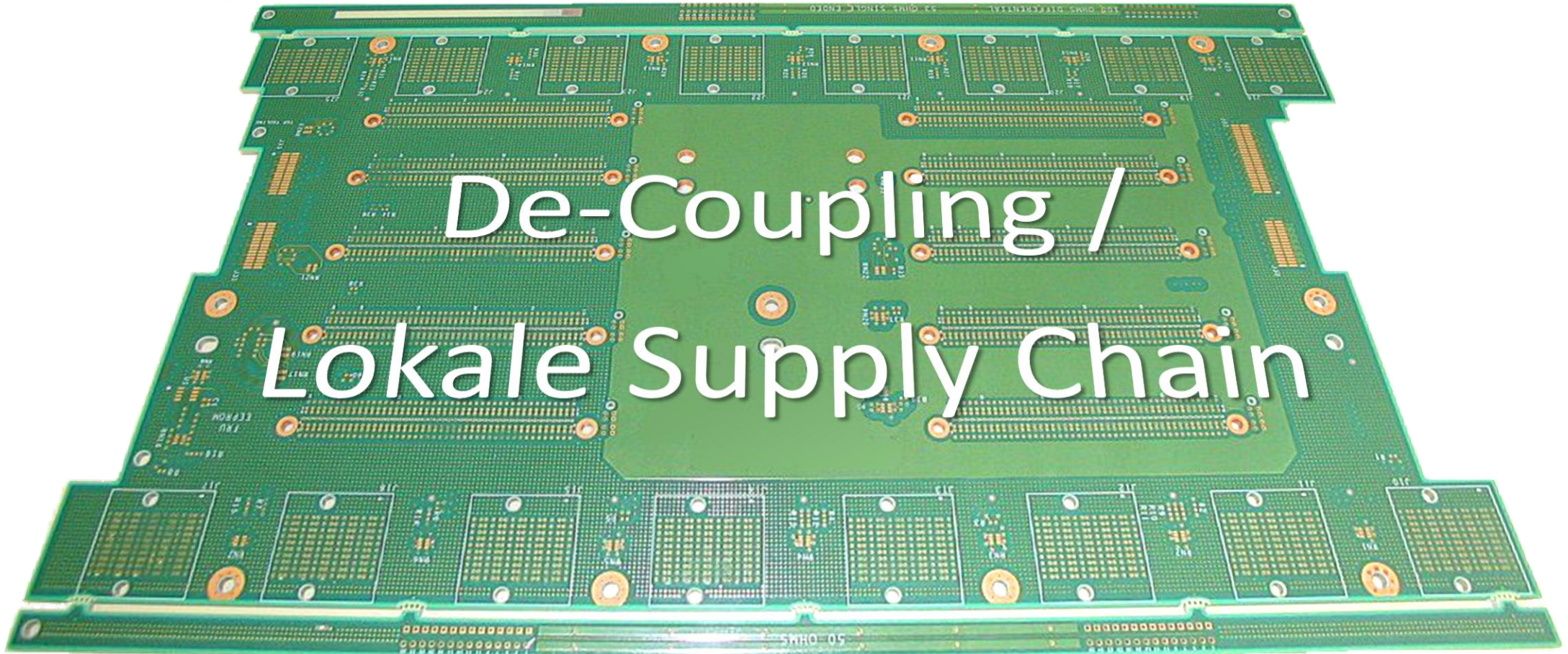
SVHC

- Die SCIP-Datenbank für Informationen über besorgniserregende Stoffe in Erzeugnissen als solche oder komplexen Gegenständen (Substances of Concern In Products) wurde mit der Abfallrahmenrichtlinie eingerichtet.
- Unternehmen, die den EU-Markt mit Erzeugnissen beliefern, die besonders besorgniserregende Stoffe (Substance of Very High Concern, SVHC) der Kandidatenliste in einer Konzentration von über 0,1 % Massenanteil (w/w) enthalten, sind ab dem 5. Januar 2021 verpflichtet, Informationen zu den betreffenden Erzeugnissen an die ECHA zu übermitteln.

SVHC

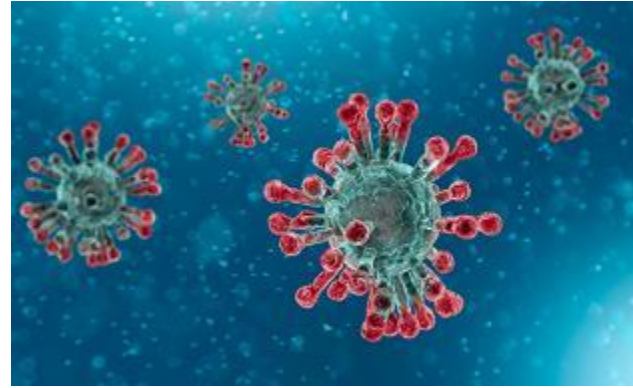
- Basismaterialien von Isola (active) enthalten keine der 250 Substances der Candidate List in einer Konzentration >0.1% (w/w) mit Ausnahme::
 - IS420 prepreg* - may contain Bisphenol A (4,4'- isopropylidenediphenol; CAS No. 80-05-7) above the threshold;
 - IS420, FR408HR and I- Speed prepreg*- may contain Tetrabromobisphenol A (2,2',6,6'-tetrabromo-4,4'- isopropylidenediphenol; CAS No. 79-94-7) above the threshold
 - Astra prepreg* - may contain Dicumyl peroxide (1,1'-(dioxydipropane-2,2-diyl) dibenzene; CAS No. 80-43-3) above the threshold.
 - *) Nach dem Verpressen / Curing keine Konzentration oberhalb dem erlaubten Limit
- Produkte enthalten keine PFAS Komponenten (per- and polyfluoroalkyl substances)
 - "Ewigkeits-Gift"





De-Coupling / Lokale Supply Chain

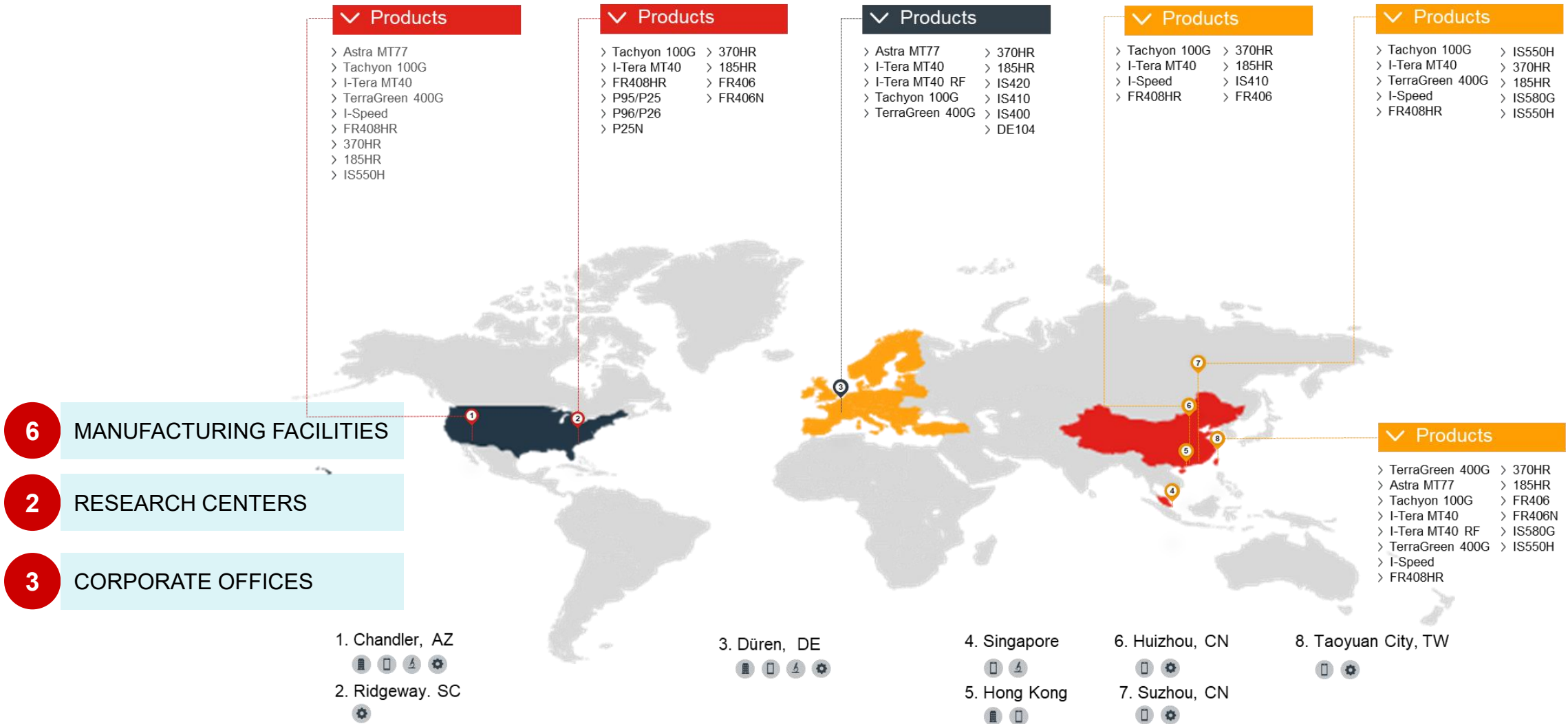
Störungen...



Abhängigkeit von Fern-Ost - Auswirkungen

-  Lange Lieferzeiten,
Keine Verlässlichkeit des Liefertermins
-  Stark gestiegene Transportkosten
-  Teilweise Verknappung benötigter Rohstoffe
-  Basismaterialien nicht verfügbar, wie benötigt
-  Produkte für Militär-Technik und kritische
Infrastruktur – Verfügbarkeit/Sabotage-Risiko

Lokale und Globale Fertigung bei Isola



Vorteile für Entwickler und Anwender



Lokale Fertigung –
kurze Lieferkette, schnelle Verfügbarkeit



Globale Fertigung –
Absicherung der Lieferfähigkeit, Produktion nahe PCB Fertiger



Lokaler technischer Support –
Sprache, Zeitzone, Face-to-Face Meetings



Voice of Customer -
Kundenbedürfnisse können direkt die Entwicklung beeinflussen
BMFT und europäische Projekte einfach zu verwirklichen



Fragen ?



Alexander Ippich

- email: alexander.ippich@isola-group.com
- cell: +49 170 63 68 571