



19.03.2019

Leiterplatten für Hochstrom und Wärmemanagement

Technologien, Anforderungen
Anwendungsbeispiele, Lösungskonzepte
Designrules & Tipps, Anschlusstechnologien

FED Roadshow

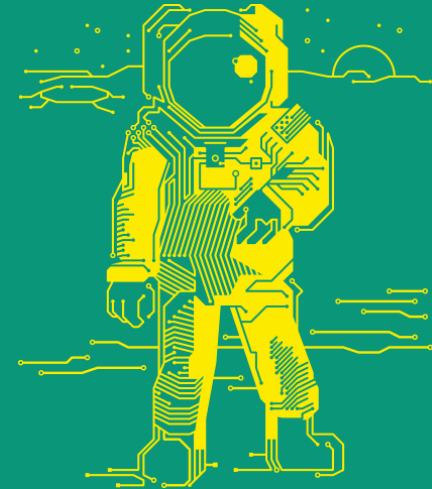
KSG
pcb · smarter · together

Agenda

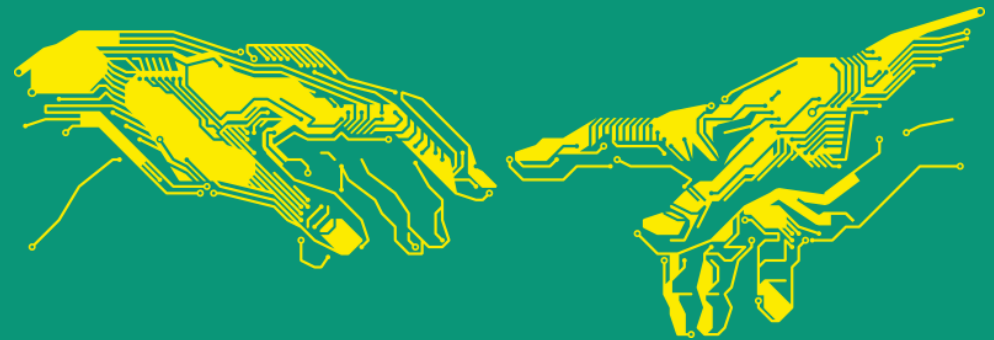
- 1 KSG - Kurzvorstellung**
- 2 Anforderungen typischer Branchen / Anwendungen**
- 3 Technologien im Überblick**
- 4 Spezifische Lösungsbetrachtung**
 - Hochstromanwendungen
 - Wärmemanagement
 - LED Anwendungen
- 5 Design Rules, Tipps & Tricks**
- 6 Einflussfaktoren Stromtragfähigkeit**
- 7 Rund um die PCB**
 - Anschluss Technologievarianten
 - Kontaktierung von Kühlkörpern

Agenda

- 1 KSG - Kurzvorstellung**
- 2 Anforderungen typischer Branchen / Anwendungen**
- 3 Technologien im Überblick**
- 4 Spezifische Lösungsbetrachtung**
 - Hochstromanwendungen
 - Wärmemanagement
 - LED Anwendungen
- 5 Design Rules**
- 6 Einflussfaktoren Stromtragfähigkeit**
- 7 Rund um die PCB**
 - Anschluss Technologievarianten
 - Kontaktierung von Kühlkörpern



**Offizieller
Lieferant
für die Erschaffung
neuer Ideen.**



Zwei Standorte.

GORNSDORF

GARS
AM KAMP

Mit innovativen Produktions-
technologien und erfahrenen
Mitarbeitern entstehen in
Gornsdorf und **Gars am Kamp**
mehr als **350.000 m² Leiterplatten**
pro Jahr. Jede einzelne Leiterplatte
wird dabei **individuell** – ganz nach
den Vorgaben unserer Kunden
produziert.

Ein Ziel

Gemeinsam sind wir smart

Wenn man als einer der Besten der Branche einem starken Konkurrenten auf Augenhöhe begegnet, kann man nur eins tun: ihn mit ins Boot holen.

Durch den Zusammenschluss mit Häusermann haben sich unsere Erfahrungen verdoppelt und unser Wissen vervielfacht.



smart

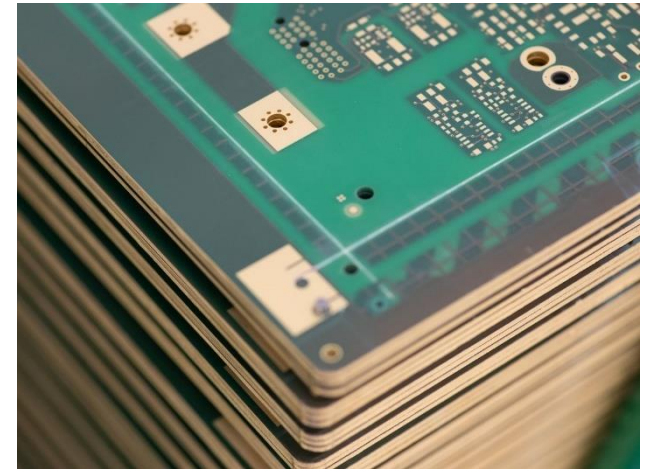
KSG GmbH / KSG Austria GmbH

981 Mitarbeiter

1.000 Kunden

45.000 m² Fertigungsfläche

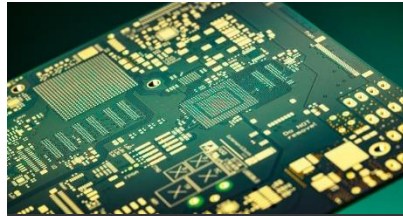
133 Mio. € Umsatz 2018



Technologie-Portfolio



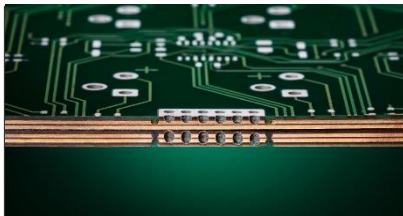
HDI / SBU



Multilayer Leiterplatten



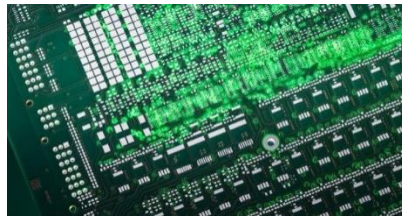
Hochfrequenz-Schaltungen



Dickkupfer Leiterplatten



HSMtec®



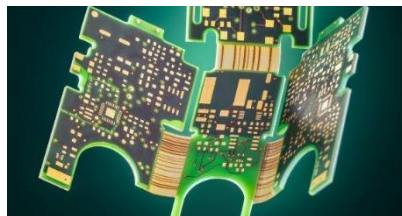
Iceberg®
Leiterplatten



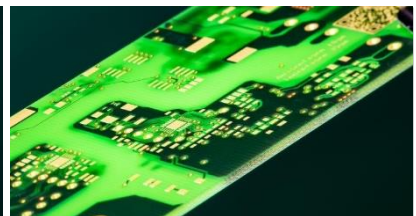
Starrflexible
Leiterplatten



Eingabesysteme



Semiflexible
Leiterplatten



Doppelseitige
Leiterplatten

Agenda

- 1 KSG - Kurzvorstellung
- 2 **Anforderungen typischer Branchen / Anwendungen**
- 3 Technologien im Überblick
- 4 Spezifische Lösungsbetrachtung
 - Hochstromanwendungen
 - Wärmemanagement
 - LED Anwendungen
- 5 Design Rules
- 6 Einflussfaktoren Stromtragfähigkeit
- 7 Rund um die PCB
 - Anschluss Technologievarianten
 - Kontaktierung von Kühlkörpern

Anforderungen Leistungselektronik

Anwendungen allgemein



Partielle Dauerströme 10-500A
Spitze bis >1000A



Steuer / Leistungsteil mit
gegensätzlichen Anforderungen



- Verlustleistung-Management für FETs / IGBTs / LEDs zur Wirkungsgradoptimierung
- Hohe Umgebungstemperatur
Geringe Eigenerwärmung zul.



- Eingeschränktes Platzangebot
- Kostengünstige Mechanik und Montage



- Spannungsabstände
- EMV Verhalten



Hohe Zuverlässigkeit
und Lebensdauer



- Bauteilverfügbarkeit eingeschränkt
- Nur bestimmte Verbindungstechnologien zulässig



- Kostendruck
- Wirtschaftlichkeit

Beispielhafte Anforderungen Industrieelektronik Projekte



Partielle Dauerströme 10-500A
Spitze bis >1000A



Steuer / Leistungsteil mit
gegensätzlichen Anforderungen



- Verlustleistung-Management für FETs / IGBTs / LEDs zur Wirkungsgradoptimierung
- Hohe Umgebungstemperatur
Geringe Eigenerwärmung zul.



- **Eingeschränktes Platzangebot**
- **Kostengünstige Mechanik und Montage**



- **Spannungsabstände**
- **EMV Verhalten**



Hohe Zuverlässigkeit
und Lebensdauer



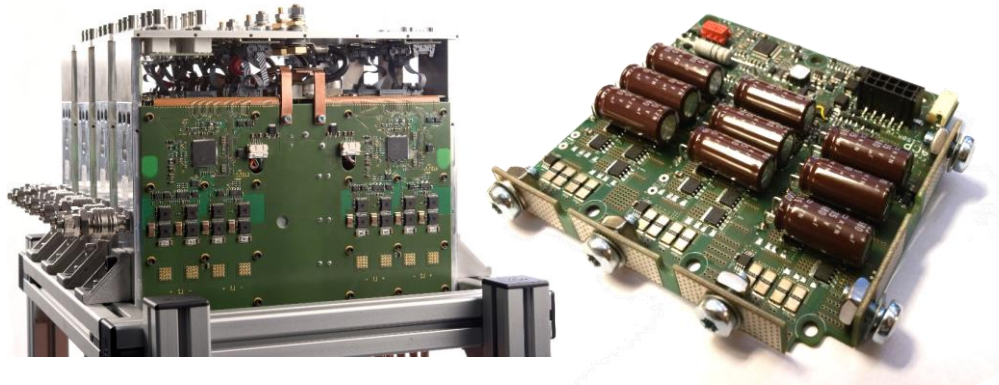
- Bauteilverfügbarkeit eingeschränkt
- Nur bestimmte Verbindungstechnologien zulässig



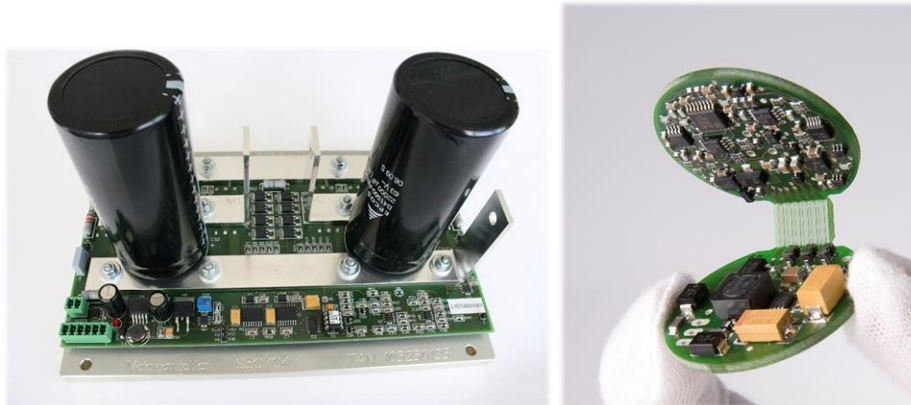
- **Kostendruck**
- **Wirtschaftlichkeit**

Industrie / Medizin / LED-Technik

Typische Anwendungen



- Motorsteuerungen
- DC / DC (AC) Konverter
- Leistungsverteiler-Boards
- Akku / Ladeelektronik
- Stromversorgungen
- EMV Filter
- Strommessung / Messtechnik
- Spezialfunktionen – Beispiel Trafoboards
- LED / Laser - Beleuchtung
Industrie, Maschinen, Kameras



Beispielhafte Anforderungen Automotive Projekte



**Partielle Dauerströme 10-500A
Spitze bis >1000A**



**Steuer / Leistungsteil mit
gegensätzlichen Anforderungen**



- **Verlustleistung-Management für FETs / IGBTs / LEDs zur Wirkungsgradoptimierung**
- **Hohe Umgebungstemperatur Geringe Eigenerwärmung zul.**



- **Eingeschränktes Platzangebot**
- **Kostengünstige Mechanik und Montage**



- **Spannungsabstände**
- **EMV Verhalten**



**Hohe Zuverlässigkeit
und Lebensdauer**



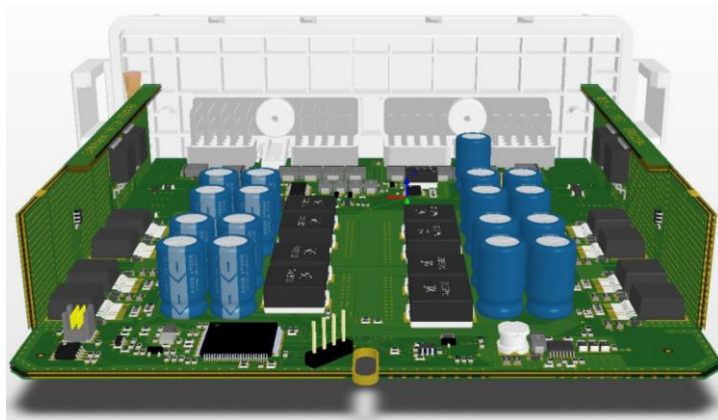
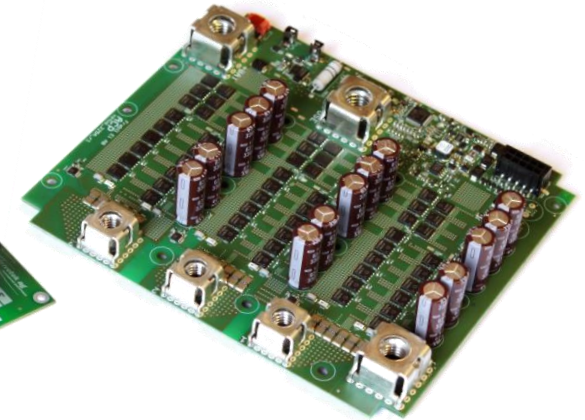
- **Bauteilverfügbarkeit eingeschränkt**
- **Nur bestimmte Verbindungstechnologien zulässig**



- **Kostendruck**
- **Wirtschaftlichkeit**

Automotive Projekte

Typische Anwendungen



- Motorsteuerungen
- DC / DC (AC) Konverter
- Batterie-SSL Relais
- Leistungsverteiler-Boards
- Batterie-Zellverbinder
- Front-Light-Engine
- Matrix-Licht

Anforderungen Leiterplatte



Partielle Dauerströme 10-500A
Spitze bis >1000A



- Hoher Kupferquerschnitt
- Keine Querschnittsverjüngungen



Steuer & Leistungsteil mit
gegensätzlichen Anforderungen



- Mehrere PCBs mit Verbindungstechnik
- Hybrid-Leiterplatten-Technologien



- Verlustleistung-Management für FETs / IGBTs / LEDs zur Wirkungsgradoptimierung
- Hohe Umgebungstemperatur
Geringe Eigenerwärmung zul.



- Geringer thermischer Widerstand
Hotspot zur Umgebung
- Hoher Kupferquerschnitt



- Eingeschränktes Platzangebot
- Kostengünstige Mechanik und Montage



- Große Querschnitte (hohe Dicke, geringe Breite der Leiter)
- Kein Kühlkörper oder Isolationsfolien

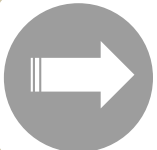
Anforderungen Leiterplatte



- Spannungsabstände
- EMV Verhalten



- Layoutplatz stark eingeschränkt
- Schirmlagen notwendig, keine Kabel



Hohe Zuverlässigkeit und Lebensdauer



- Geringer Temperaturhub,
- Materialwahl



- Bauteilverfügbarkeit eingeschränkt
- Nur bestimmte Verbindungstechnologien zulässig



- Bauteiltyp / Footprint gibt Aufbau vor
- Mehrere PCBs oder 3D notwendig
- PCB Auswahl stark eingeschränkt



- Kostendruck
- Wirtschaftlichkeit



Wunsch mit Standard-PCBs auszukommen

Anforderungen Leiterplatte

Σ Anforderungen an
Anwendung / Leiterplatte

Σ Hochstrom-Wärme-
PCB-Technologien

Zusatzfeatures Leiterplatte „Systemlösung“

3D

3D Kombination
Wärme / Strom /
Mechanik



Anschlusstechnik
Laserschweißen,
Direktverschraubung



Integrierte
dielektrische
Isolationsschicht



Projektspezifische
Systemlösung
auf Basis von Standard-
PCB-Technologien

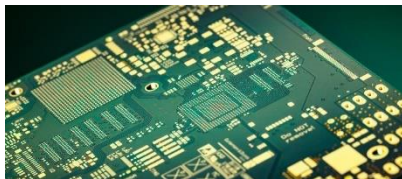
Agenda

- 1 KSG - Kurzvorstellung
- 2 Anforderungen typischer Branchen / Anwendungen
- 3 Technologien im Überblick**
- 4 Spezifische Lösungsbetrachtung
 - Hochstromanwendungen
 - Wärmemanagement
 - LED Anwendungen
- 5 Design Rules
- 6 Einflussfaktoren Stromtragfähigkeit
- 7 Rund um die PCB**
 - Anschluss Technologievarianten
 - Kontaktierung von Kühlkörpern

Technologieportfolio

Hochstrom & Wärmemanagement bei KSG

Multilayer



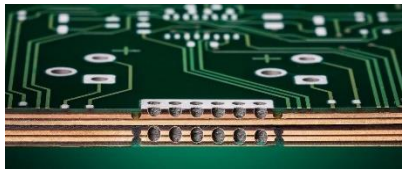
	nieder		hoch	
Strom	■	■	■	■
Wärme	■	■	■	■

HSMtec® & embedded copper



	nieder		hoch	
Strom	■	■	■	■
Wärme	■	■	■	■

Dickkupfer



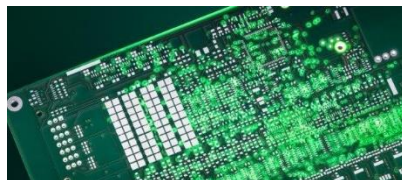
	nieder		hoch	
Strom	■	■	■	■
Wärme	■	■	■	■

Kupfer-IMS



	nieder		hoch	
Strom	■	■	■	■
Wärme	■	■	■	■

Iceberg®



	nieder		hoch	
Strom	■	■	■	■
Wärme	■	■	■	■

3D-Erweiterungen

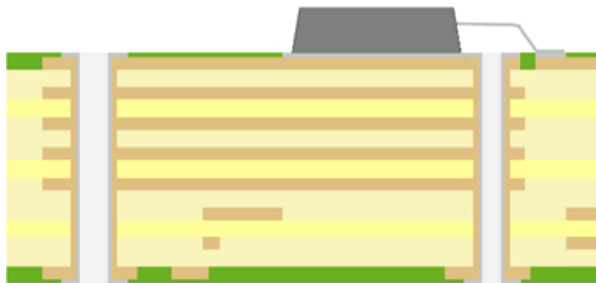
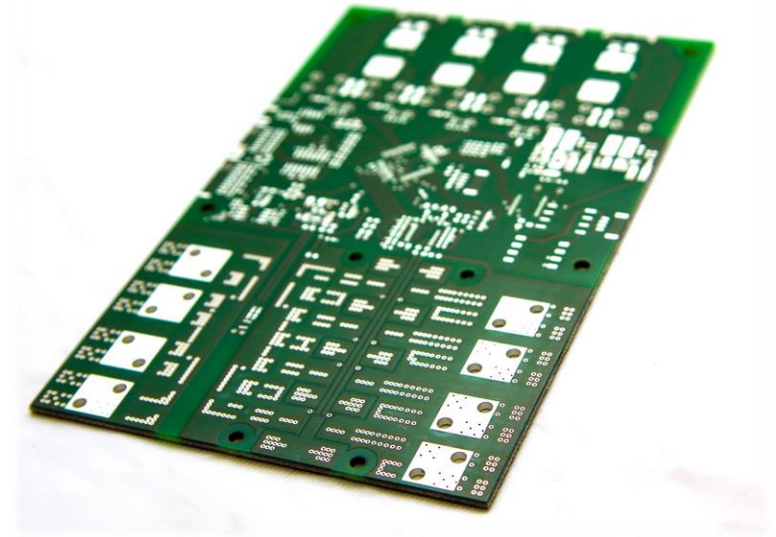


	nieder		hoch	
Strom	■	■	■	■
Wärme	■	■	■	■

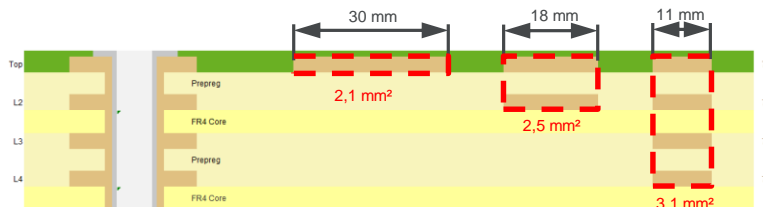
Multilayer - Leiterplatten

	nieder	hoch		
Strom				
Wärme				

Mehrlagen-Leiterplatten sind eine Standardtechnologie, bei der die Hochstromverbindungen oft über zwei oder mehrere Lagen parallel geschaltet werden, um den notwendigen Kupferquerschnitt zu erreichen. Die Leiterbreite kann damit reduziert und an gegebene Anforderungen (größere Spannungsabstände, wenig Platz, ...) angepasst werden.



Beispiel ($T_U=60^\circ\text{C}$; $\Delta T = 40\text{K}$; 50 Ampere):



Vorteile

- Standard-Fertigung / Layout
- Für geringe Stromstärken kostengünstige Lösung
- Kombination mit Fineline flexibel möglich

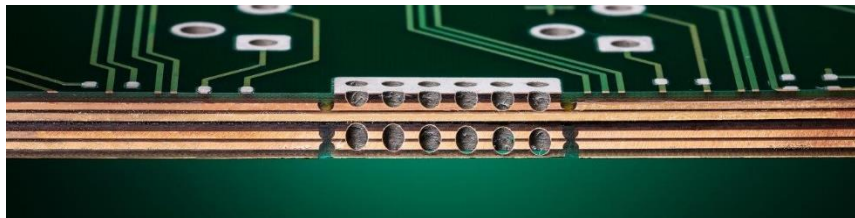
Dickkupfer - Leiterplatten

	nieder		hoch	
Strom				
Wärme				

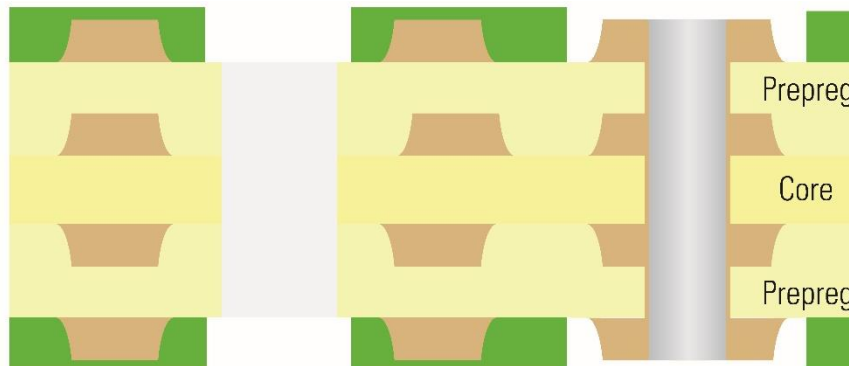
Ermöglichen Kupferschichtstärken bis 400µm in herkömmlicher Ätztechnologie. Hohe Kupferquerschnitte für Strom oder Wärme können somit effizient realisiert und Verlustleistung gezielt reduziert werden. Ausführung als Multilayer oder auch als doppelseitige Leiterplatte.



Beispiel: Abstandsradar
Entwärmung eines HF-Layouts (77 GHz)
mittels Dickkupfer-Technologie:
Chip wird in einer Kavität platziert



- Außenlagen bis 400 µm Kupfer
- Innenlagen bis 400 µm Kupfer



Vorteile

- Hohe flächige Kupferschichtstärken effizient realisiert.
- Kombination mit Fineline im Multilayerverbund
- Verarbeitung im Standardprozess mit Standardmaterialien

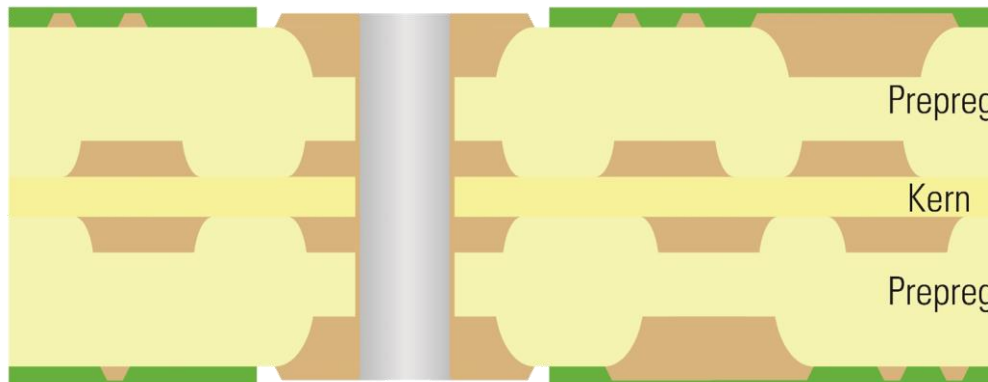
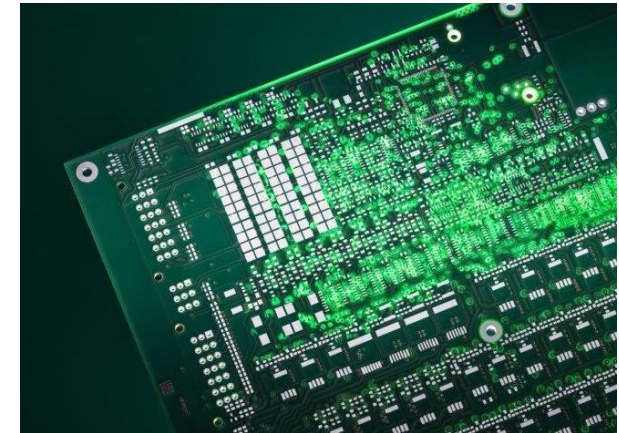
Iceberg® - Leiterplatten

	nieder			hoch
Strom				
Wärme				

Ermöglichen partiell bis zu 400µm dicke Kupferleiterzüge auf Außenlagen bei 105µm Standardkupfer. Alternativ ebenso 210µm Dickkupfer mit 70µm Standardkupfer. Hohe Ströme und Feinleiter lassen sich dadurch effizient in einem Multilayer miteinander kombinieren.

Außenlagen-Kupfer

- Partiiell 400 µm Dickkupfer mit 105µm Basiskupfer
- Partiiell 210 µm Dickkupfer mit 70µm Basiskupfer



Vorteile

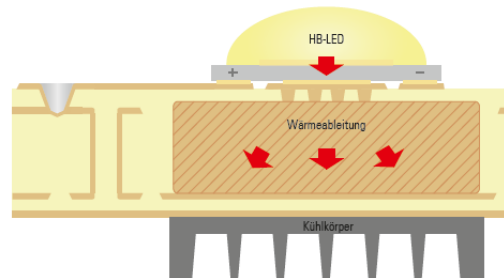
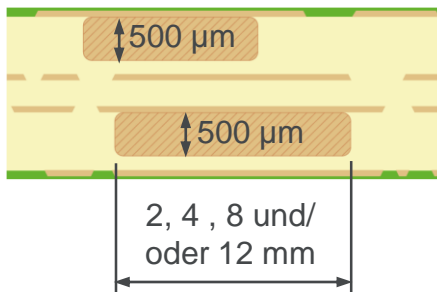
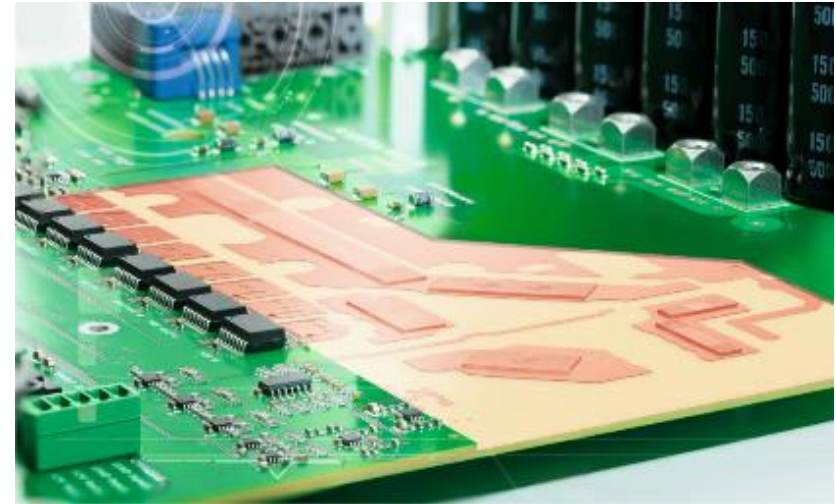
- Hohe Ströme und Steuerelektronik in einem Board.
- Weiterverarbeitung im Standard-Bestück-Prozess
- Kostenreduktion durch Entfall von zusätzlicher Verbindungstechnik und manuellen Arbeitsschritten
- Erhöhte Systemzuverlässigkeit

HSMtec[®] - Leiterplatten

	nieder	hoch
Strom		
Wärme		

Die Leiterplattentechnologie HSMtec ermöglicht die partielle Einbringung großer Kupferquerschnitte in beliebige Positionen und Lagen eines Standard-FR4-Multilayers. Die vielfältigen Designvarianten erlauben es hohe Ströme bzw. Verlustwärme von Bauteilen gezielt in Leiterplatten zu führen, ohne weitere externe Arbeitsschritte.

All-In-One: Hohe Ströme, Steuerelektronik, Wärmemanagement und 3D-PCB-Technik



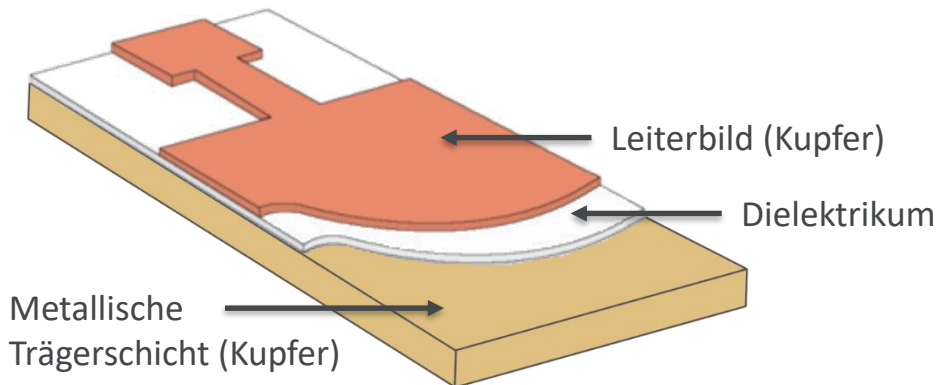
Vorteile

- Ströme bis >500 Ampere
- Wärmemanagement für jede Art von Hotspots auf der PCB
- 3D – Leiterplatten – Designs mit selbsttragenden Biegungen
- Herstellung im Standard-Prozess mit Standard-Materialien

Cu-IMS-Leiterplatten

	nieder	hoch
Wärme		

Insulated Metal Substrate PCBs / Metallkernleiterplatten auf Kupferbasis bieten höchste thermische Performance für einfache elektrische Schaltungen bei optimaler Zuverlässigkeit / Zyklenfestigkeit.



Einsatzgebiete / Vorteile

- LED / Power Anwendungen mit hohen Verlust-Leistungsdichten
- Hohe Zyklenfestigkeit & Lebensdauer auch für große Bauteil-Packages.
- Optimal auch für Bauteile mit potential-behafteten Heatsink-Anschluss
- Vollständig elektrisch isolierte Kupferbasis, daher keine isolierenden TIM-Materialien notwendig.

Beispiel: Thermal Clad HT Material / Bergquist

- Wärmeleitfähigkeit Dielektrikum typ. 2,2 W/mK
- Beispielhafte Dicke des Dielektrikums: 76 / 152µms
- Coredicke 1 mm / Cu-Folie 35-210µm

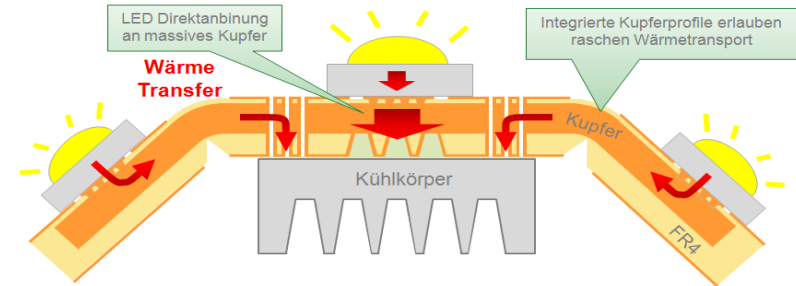
3D Erweiterung / HSMtec®

	nieder		hoch	
Strom			■	
Wärme			■	

Partiell integrierte Kupferprofile ermöglichen eine direkte Biegung der Leiterplatte an vordefinierten Stellen. Im Gegensatz zu semi- / starrflexiblen Lösungen können damit selbsttragende Leiterplattenstrukturen für innovative Produktdesigns geschaffen werden.

Integrierte Kupferprofile ermöglichen

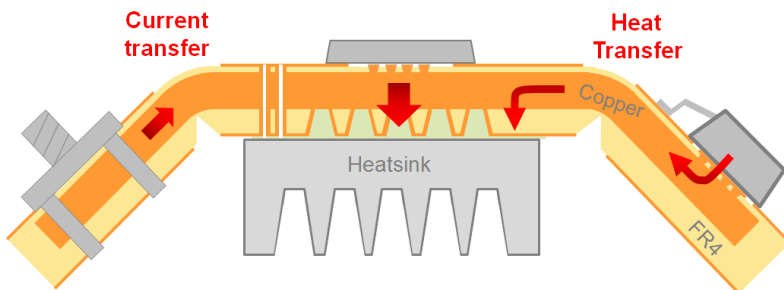
- Steuer / Hochstromverbindungen
- Wärmetransfer
- Mechanisch stabile Biegungen von herkömmlichen Multilayer PCBs.



Prinzip-Beispiel: LED Leiterplatten

Vorteile

- Innovative optische Designs
- Kostenreduktion durch Ersatz von Kabeln, Verbindungen, Montageprozessen
- Bestückung als Standard 2D-PCB
- Erhöhte Systemzuverlässigkeit



Prinzip-Beispiel: Hochstromleiterplatten

Volle Kompatibilität mit allen FR4-PCB-Technologien und Semiflex - Biegungen

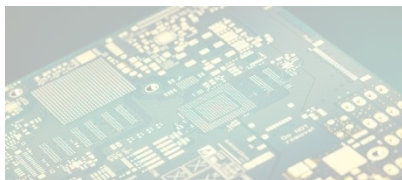
Agenda

- 1 KSG - Kurzvorstellung
- 2 Anforderungen typischer Branchen / Anwendungen
- 3 Technologien im Überblick
- 4 **Spezifische Lösungsbetrachtung**
 - Hochstromanwendungen
 - Wärmemanagement
 - LED Anwendungen
- 5 Design Rules
- 6 Einflussfaktoren Stromtragfähigkeit
- 7 Rund um die PCB
 - Anschluss Technologievarianten
 - Kontaktierung von Kühlkörpern

Technologieportfolio

Hochstrom & Wärmemanagement bei KSG

Multilayer



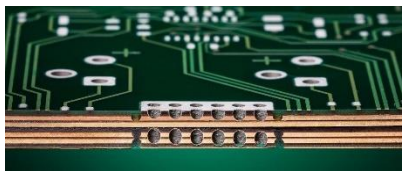
	nieder		hoch	
Strom	■	■	■	■
Wärme	■	■	■	■

HSMtec® & embedded copper



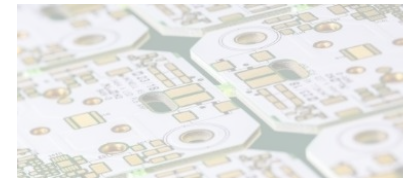
	nieder		hoch	
Strom	■	■	■	■
Wärme	■	■	■	■

Dickkupfer



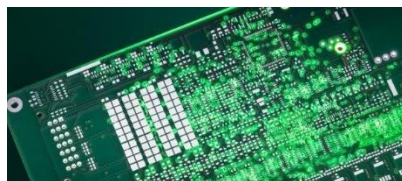
	nieder		hoch	
Strom	■	■	■	■
Wärme	■	■	■	■

Kupfer-IMS



	nieder		hoch	
Strom	■	■	■	■
Wärme	■	■	■	■

Iceberg®



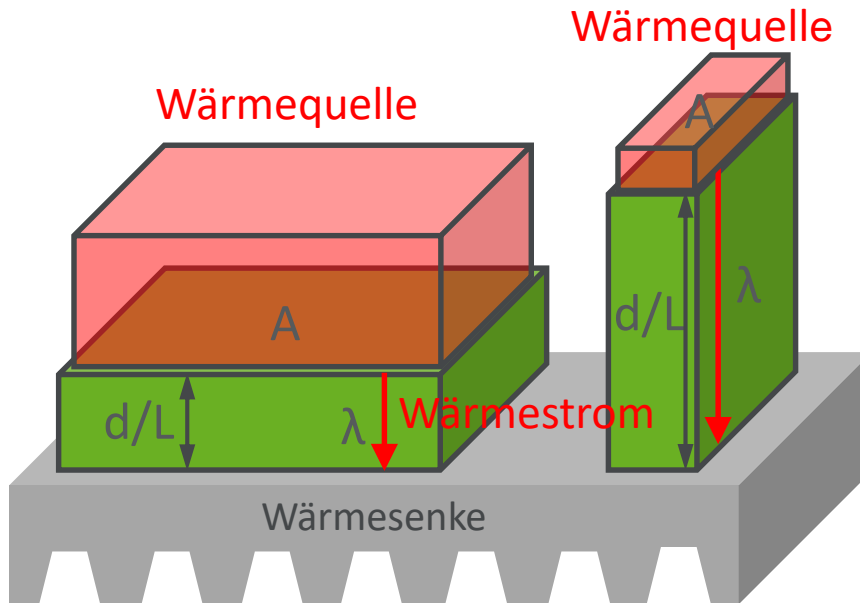
	nieder		hoch	
Strom	■	■	■	■
Wärme	■	■	■	■

3D-Erweiterungen



	nieder		hoch	
Strom	■	■	■	■
Wärme	■	■	■	■

Thermischer Widerstand R_{th} [K/W]



A Gesamtquerschnitt zur Wärmeleitung [mm²]

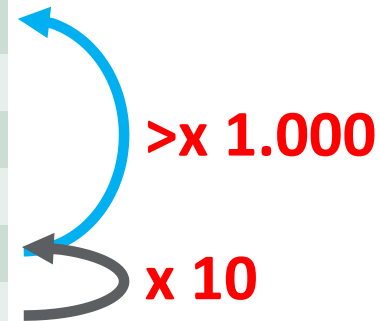
d/L Dicke/Länge des therm. Pfades [μm]

λ Therm. Leitfähigkeit vom Material [W/(m·K)]

$$R_{th} \text{ [K/W]} = \frac{d \text{ or } L \text{ [}\mu\text{m]}}{\lambda \cdot A \text{ [mm}^2\text{]}}$$

Thermische Materialeigenschaften

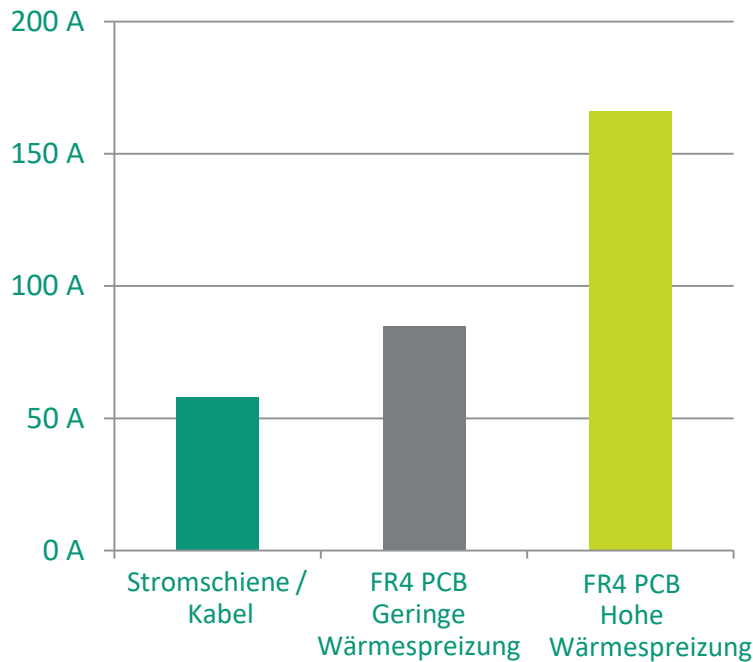
Material	Thermische Leitfähigkeit λ [W/mK]
Kupfer	350
Aluminium	150
Keramik LEDs	24
Advanced FR4	1,4
FR4	0,25
Luft (unbewegt)	0,026



Material	Thermische Ausdehnung X/Y [ppm / K]
Aluminium	24
Lötzinn	≈ 22
Kupfer	16
FR4	13 – 17
Keramik LEDs	4 – 7

Wärmespreizung in der Leiterplatte

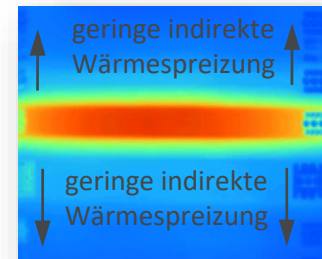
Leiterplatten ermöglichen höhere Ströme gegenüber Kabeln / Schienen bei gleichem Querschnitt



Leiterquerschnitt: 6 mm²

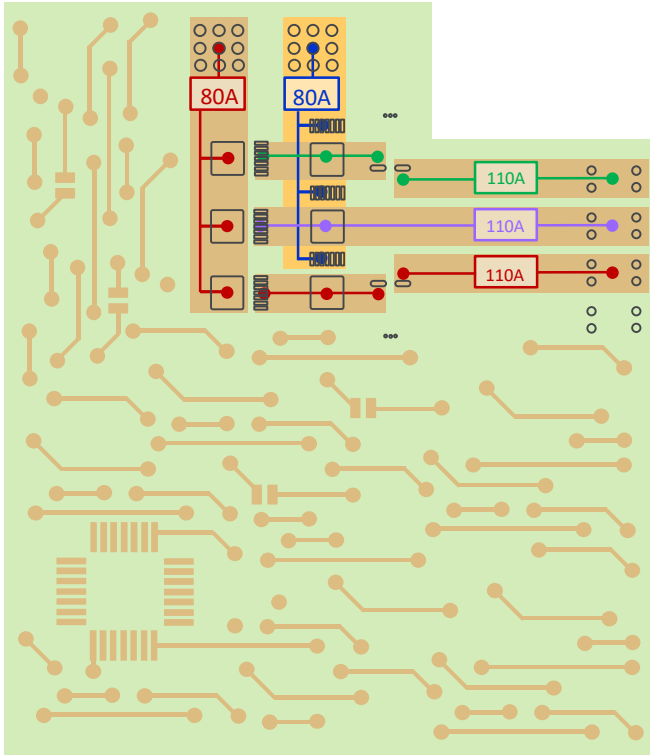
Zulässige Temperaturdifferenz: 50 K

Aufbau	Geringe indirekte Wärmespreizung				Hohe indirekte Wärmespreizung			
	FR4 160 mm x 100 mm x 1,6 mm							
	Cu-Profil 2 x 0,5mm	Cu-Profil 4 x 0,5mm	Cu-Profil 8 x 0,5mm	Cu-Profil 12 x 0,5mm	Cu-Profil 2 x 0,5mm	Cu-Profil 4 x 0,5mm	Cu-Profil 8 x 0,5mm	Cu-Profil 12 x 0,5mm
Delta T [°C]	Ampere	Ampere	Ampere	Ampere	Ampere	Ampere	Ampere	Ampere
10	11,1	18,4	30,4	40,8	20,1	33,2	54,9	73,7
20	15,7	26,0	43,0	57,6	28,4	47,0	77,7	104,3
30	19,3	31,8	52,6	70,6	34,8	57,6	95,2	127,7
40	22,2	36,8	60,7	81,5	40,2	66,5	109,9	147,4
50	24,9	41,1	67,9	91,1	45,0	74,3	122,9	164,9
60	27,2	45,0	74,4	99,8	49,3	81,4	134,6	180,6
70	29,4	48,6	80,4	107,8	53,2	88,0	145,4	195,1
80	31,4	52,0	85,9	115,3	56,9	94,0	155,4	208,5
90	33,4	55,1	91,1	122,3	60,3	99,7	164,8	221,2
100	35,2	58,1	96,0	128,9	63,6	105,1	173,8	233,1



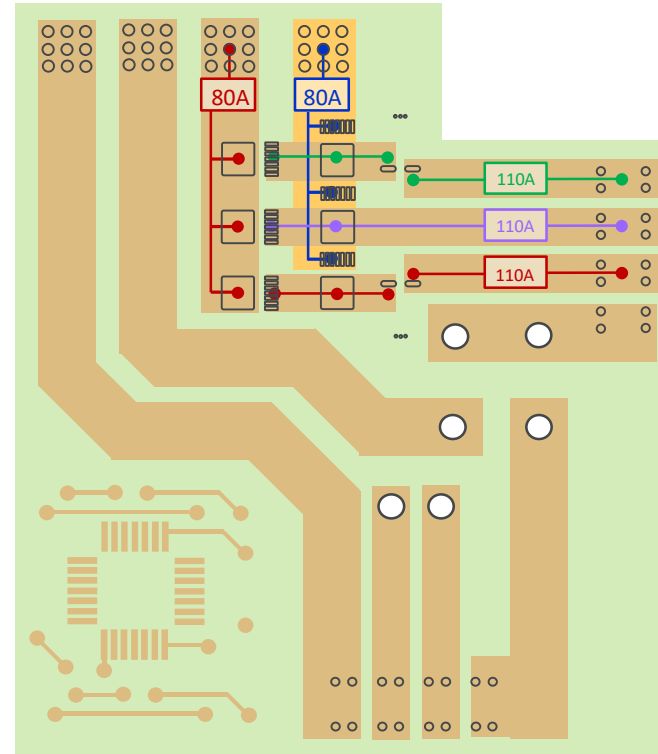
Die Tabelle ermöglicht eine ungefähre Schätzung der erwarteten Strombelastbarkeit. Die tatsächliche Strombelastbarkeit hängt von zusätzlichen variablen Faktoren wie Layout, Materialien usw. ab.

Flächenanteil Hochstrom / Steuerelekt.



Hoher Steueranteil
Geringer Leistungsanteil

	nieder		hoch	
Dickkupfer				
Iceberg				
HSMtec / emb.copper				



Geringer Steueranteil
Hoher Leistungsanteil

	nieder		hoch	
Dickkupfer				
Iceberg				
HSMtec / emb.copper				

Kalkulator für Hochstromleiterbahnen

Das Tool bietet Ihnen eine einfache und schnelle Möglichkeit die notwendige Leiterbreite für Hochstrom-Leiterzüge auf einer FR4 Leiterplatte zu berechnen.

Bitte geben sie folgende Werte an:

Maximale Umgebungstemperatur: °C

Maximale Leiterplattentemperatur: °C

Maximaler Dauerstrom: A



Das Ergebnis liefert die empfohlene Designbreite für eine einzelne Hochstrom-Leiterbahn einer „HSMtec“ – Leiterplatte und den Vergleich mit herkömmlicher Leiterplattentechnologie.*)

Empfohlene Leiterbahnbreite

Technologie	Wärmespreizung innerhalb der Leiterplatte			
	Keine	Geringe	Gute	Sehr gute
	FR4 160 mm x 100 mm x 1,6 mm	FR4 160 mm x 100 mm x 1,6 mm	FR4 160 mm x 100 mm x 1,6 mm	FR4 160 mm x 100 mm x 1,6 mm
HSMtec	28.2 mm	14.0 mm	14.0 mm	10.0 mm
70µm Endkupfer	77.1 mm	45.9 mm	36.1 mm	30.8 mm
105µm Endkupfer	58.3 mm	34.7 mm	27.3 mm	23.3 mm

Hochstrom-Leiterplatten

Hohe Ströme und Steuerelektronik auf einer Leiterplatte

Hochstrom und Feinelektronik auf einer Leiterplatte sind kein Widerspruch. Die Leiterplattentechnologie HSMtec ermöglicht die Einbringung großer Kupfererschritte in Standard-FR4 Leiterplatten.

Somit lassen sich Ströme bis zu 400 Ampere mit feinsten Leiterstrukturen auf einem Board kombinieren.



Leistungssteigerung und Systemkostenreduzierung durch Integration

HSMtec erlaubt es, große Kupfererschritte in Form von Profilen und Drähten partiell in jede Lage eines Multilayers in das Design zu integrieren. Durch die vielfältigen Designmöglichkeiten kann auch die Leistungsfähigkeit vorhandener Leiterplattenansätze massiv gesteigert werden.

- Minimierung des Platzbedarfes für Hochstromleiterzüge
- Steigerung der Stromtragfähigkeit von Leiterplatten
- Reduzierung der Gesamtleisten-Logistik, Beschaffung, Montage, Qualitätssicherung
- Standardisierte Herstellung und Weiterverarbeitung
- Hochstrom in Kombination mit 3D-Leiterplatten

Es stehen vier Standarddrähtypen mit einer Breite von 2, 4, 8 und 12 mm zur Verfügung. Die Längen der Kupferprofile lassen sich individuell an jedes Layout anpassen. Die Verbindung dieser Kupferprofile zum Kupfer des Leiterboards erfolgt mittels Ultraschalltechnik. Somit entsteht eine 100% stiftschlüssige Verbindung zu Innen- und/oder Außenlagern. Die Anschlussmöglichkeiten an die Umwelt lassen durch LED, Eingänge, Schraub- und Dückkontakt keine Wünsche offen.

HSMtec

Competence Center für Hochstrom und Wärmemanagement

mailto:hsm@ksg-pcb.com
+43 2985 2141-9020

Downloads

HSMtec - Die Technologie
HSMtec - Hochstrom Fächer
Whitepaper_Multilayer_Design_Tip

regierungsgefördert
Hochstrom und Wärmemanagement
Technologieassessments

WIRTSCHAFTS-UNIVERSITÄT WIEN
WIRTSCHAFTS-UNIVERSITÄT WIEN
HSMtec_Design_Process_Rules_v01_9

Dimensionieren Sie Ihre Hochstrom-Leiterplatte

Realisieren Sie Ihr individuelles Layout und vergleichen Sie unterschiedliche Leiterplatten-Technologien.

Calc
H
Leiterbahnen

www.ksg-pcb.com

**Tipps zur Bestimmung der Leiterbreite von Bündelleitern
(Stromstärken des Bündels addieren und die Leiterbreite durch die Leiteranzahl dividieren!)**

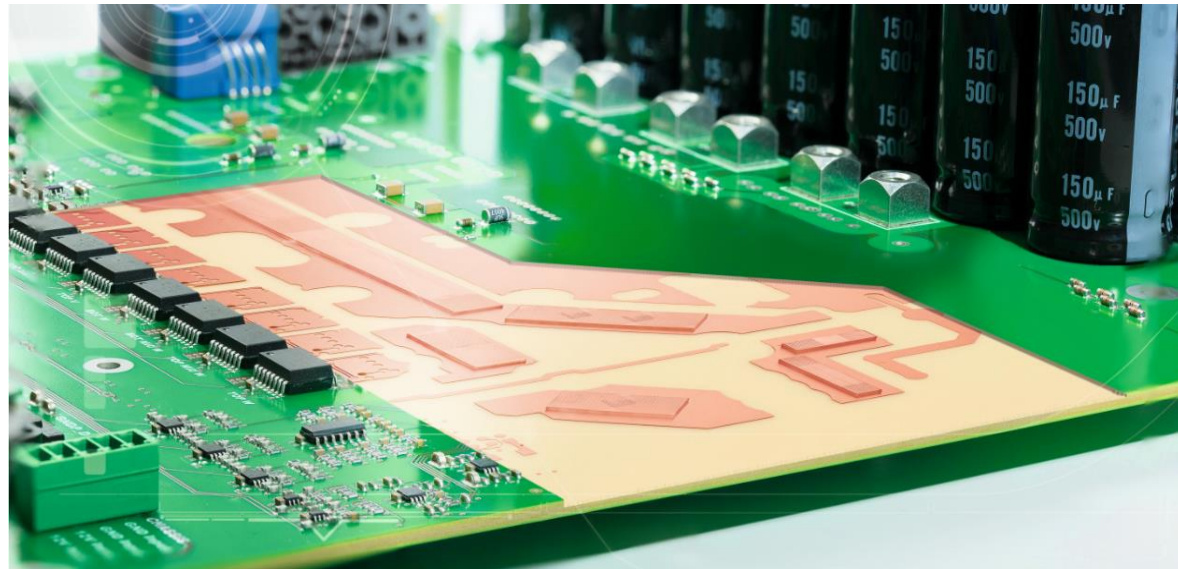


AC/DC Turbo-Umlader - Rennsport

**Energierückgewinnung
durch Abgasrückführung**

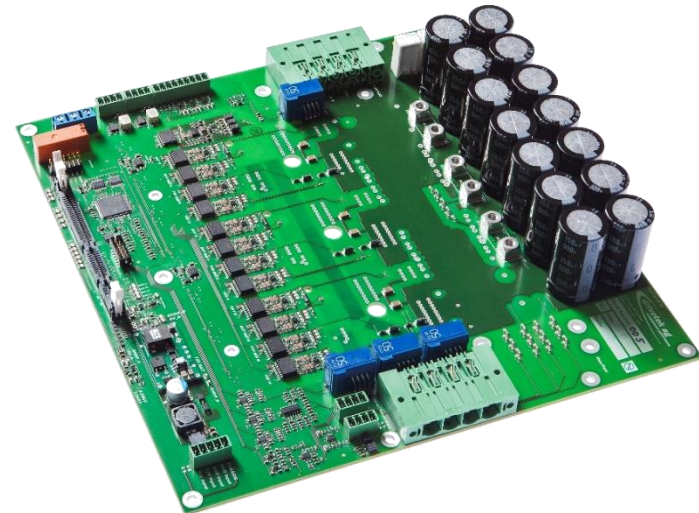
Anforderungen Leiterplatte:

- Stromstärke 60A / Phase
- IGBT basiertes Design
- Integration mit BGA-Layouts
- Umgebungstemperatur 80°C
- max. Erwärmung 40 K



Lösung – „HSMtec“ PCB

- Hochstrom & Steuerelektronik in 1 PCB
- 6-Lagen Multilayer 70µm mit „HSMtec“
- Verstärkung der Hochstrompfade durch 4mm und 8mm breite Kupferprofile auf zwei Innenlagen
- 2,4 mm PCB Dicke, 224 x 198mm PCB Größe



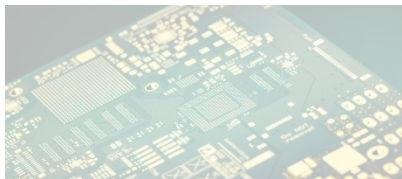
Agenda

- 1 KSG - Kurzvorstellung
- 2 Anforderungen typischer Branchen / Anwendungen
- 3 Technologien im Überblick
- 4 **Spezifische Lösungsbetrachtung**
 - Hochstromanwendungen
 - **Wärmemanagement**
 - LED Anwendungen
- 5 Design Rules
- 6 Einflussfaktoren Stromtragfähigkeit
- 7 Rund um die PCB
 - Anschluss Technologievarianten
 - Kontaktierung von Kühlkörpern

Technologieportfolio

Hochstrom & Wärmemanagement bei KSG

Multilayer



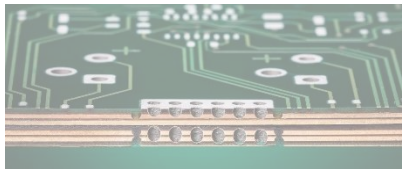
	nieder		hoch	
Strom	■	■	■	■
Wärme	■	■	■	■

HSMtec® & embedded copper



	nieder		hoch	
Strom	■	■	■	■
Wärme	■	■	■	■

Dickkupfer



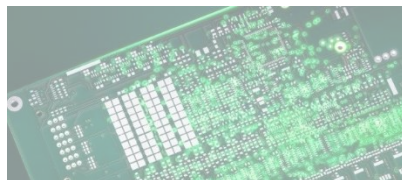
	nieder		hoch	
Strom	■	■	■	■
Wärme	■	■	■	■

Kupfer-IMS



	nieder		hoch	
Strom	■	■	■	■
Wärme	■	■	■	■

Iceberg®



	nieder		hoch	
Strom	■	■	■	■
Wärme	■	■	■	■

3D-Erweiterungen

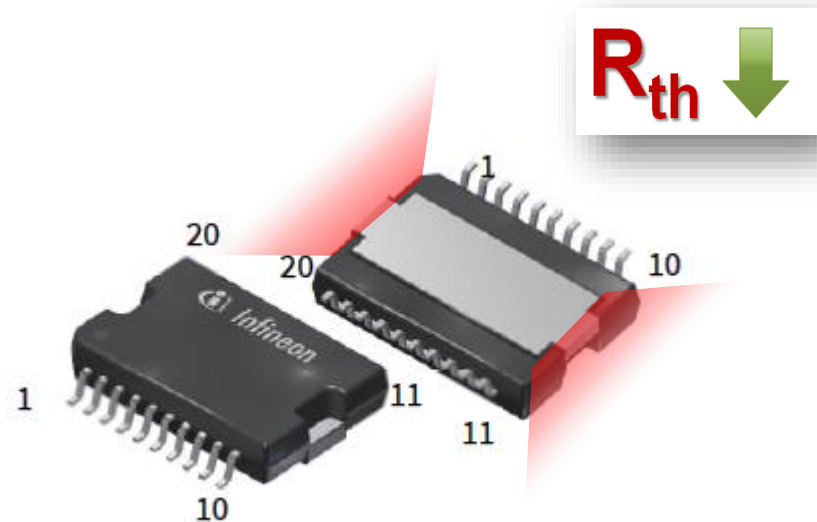


	nieder		hoch	
Strom	■	■	■	■
Wärme	■	■	■	■

Thermischer Widerstand - Grundlagen

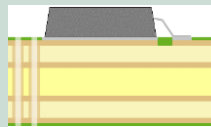



$$R_{th} = \frac{L}{\lambda \cdot A}$$

- L Länge des thermischen Pfades [m]
 λ Thermische Leitfähigkeit [W/(m·K)]
 A Gesamtquerschnitt zur
 Wärmeleitung [m²]



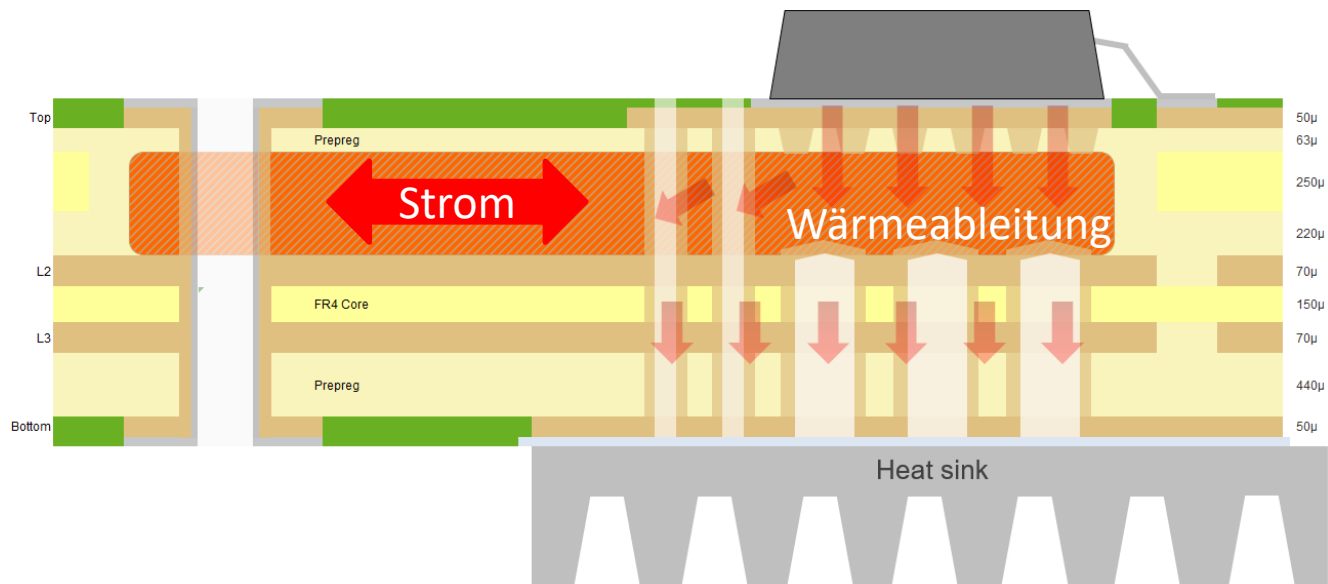
Übergeordnetes Ziel:
 Rasche Wärmespreizung direkt
 nach dem Leistungsbauteil

Wärmemanagement Technologien im Kosten / Nutzen Vergleich

Technologie		Ansatz	Performance	Kosten
Multilayer Dickkupfer Iceberg		Thermovias & Kupferlagen	--	++
		Plugged Vias & Kupferlagen	0	-
HSMtec Emb. copper		Kupferprofil + Microvias / Thermovias / Blindvias + elektrische Isolationslage	++	+
Kupfer-IMS		Isolationslage	+	0

Hohe Ströme und Wärme zugleich

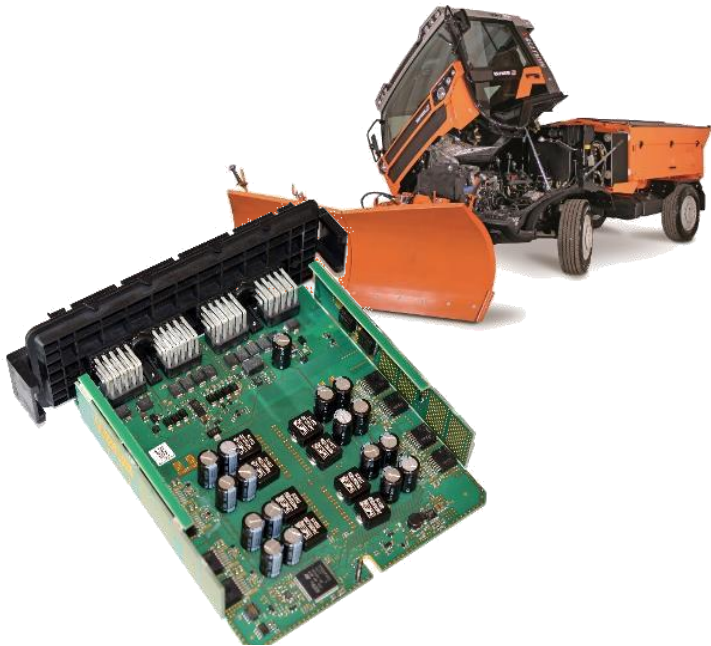
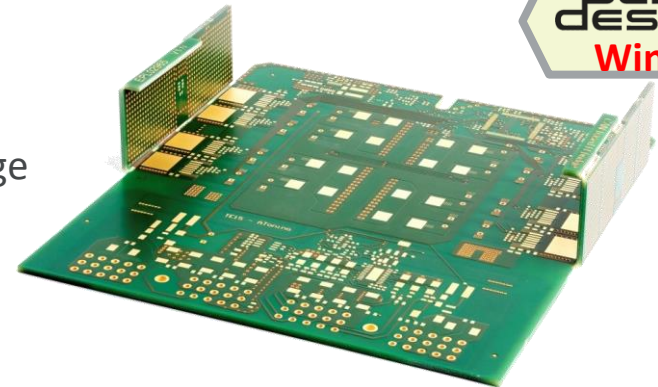
	Forderung
Hochstrom	<ul style="list-style-type: none"> Hoher Kupferquerschnitt lateral Direkter Bauteilanschluss ohne Verjüngungen
Wärmeableitung	<ul style="list-style-type: none"> Hoher Kupferquerschnitt Top zu Bottom Rasche Wärmespreizung unter dem Hotspot



Motorsteuerung für Gebläsekühlung

Hauptanforderungen

- 120A Dauerstrom auf 2 Halbbrücken
- Intelligente sensorbasierte Steuerung aller Ausgänge
- Standard-Gehäuse aus Kunststoff / Metall
- Entwärmung über Seitenwände des Gehäuses
- Praxistaugliche / einfache Montage der Baugruppe



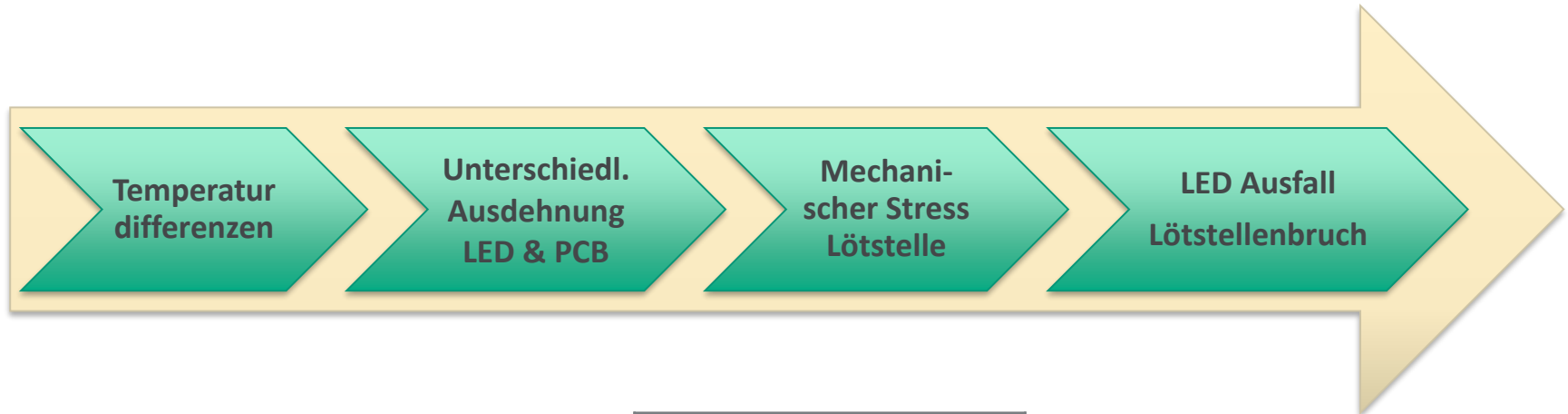
Lösung – 3D HSMtec Multilayer PCB

- **3D Leiterplatte selbsttragend** - Integrierte Hochstrom, Wärme, Signal, Mechanik-Verbindungen)
- **Integrierte 12mm x 500µm Dickkupferprofile** für 120A / Wärmeleitung / 3D-Biegung
- **Seitliche Laschen für Entwärmung**
- **Schraubenlose Befestigung** durch automatisches Anpressen beim Schließen
- 4-Lagen 70µm Multilayer mit **Steuer und Hochstrom-elektronik** vollintegriert.

Agenda

- 1 KSG - Kurzvorstellung
- 2 Anforderungen typischer Branchen / Anwendungen
- 3 Technologien im Überblick
- 4 **Spezifische Lösungsbetrachtung**
 - Hochstromanwendungen
 - Wärmemanagement
 - LED Anwendungen
- 5 Design Rules
- 6 Einflussfaktoren Stromtragfähigkeit
- 7 Rund um die PCB
 - Anschluss Technologievarianten
 - Kontaktierung von Kühlkörpern

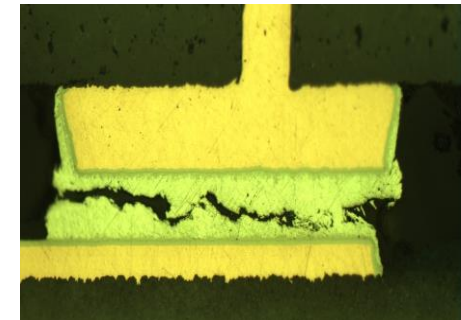
Thermischer Stress vs. Lebensdauer



Temperaturzyklen auf Grund:

- Betrieb der LEDs
- Umgebungsbedingungen
- Schalten / Dimmen

Material	Expansion [ppm / K]
Aluminium	23
Kupfer	16
FR4	15 – 17
Keramik LED	4 – 8

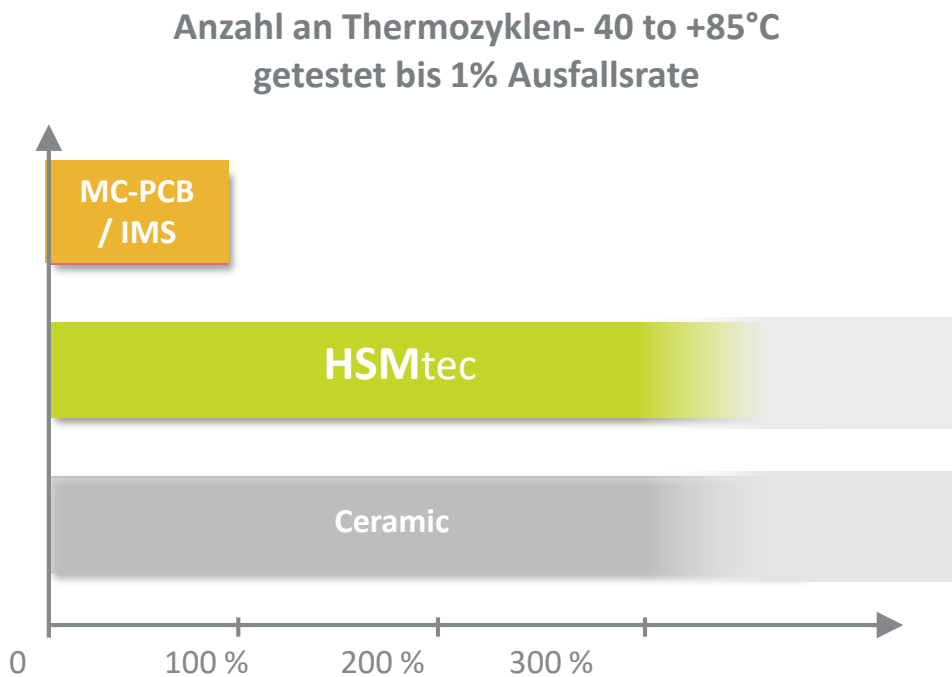


Bildquelle: Osram OS

Temperaturzyklen sind eine Hauptursache für Ausfälle von IMS Alu-MC-PCBs

Lebensdauer im Materialvergleich

Thermische Zyklen Test Ergebnisse:



Temperatur	FR4 Kupfer PCB	Alu MC-PCB
0 – 60°C	> 2 x IMS	450 %
- 40 to +85°C	> 3.5 x IMS	100 %

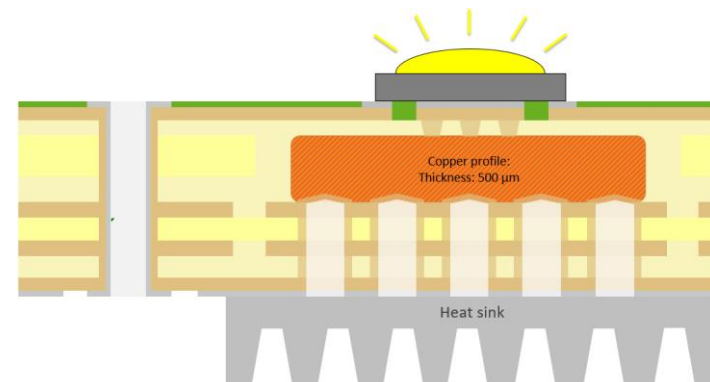
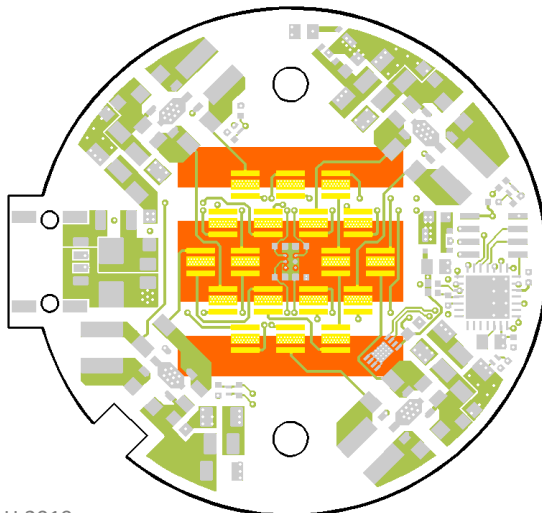
* Ergebnisse nach 6 Monaten Testzeit

Daten zur Verfügung gestellt von
Osram Opto Semiconductor

RGBW – Spot light LED Modul

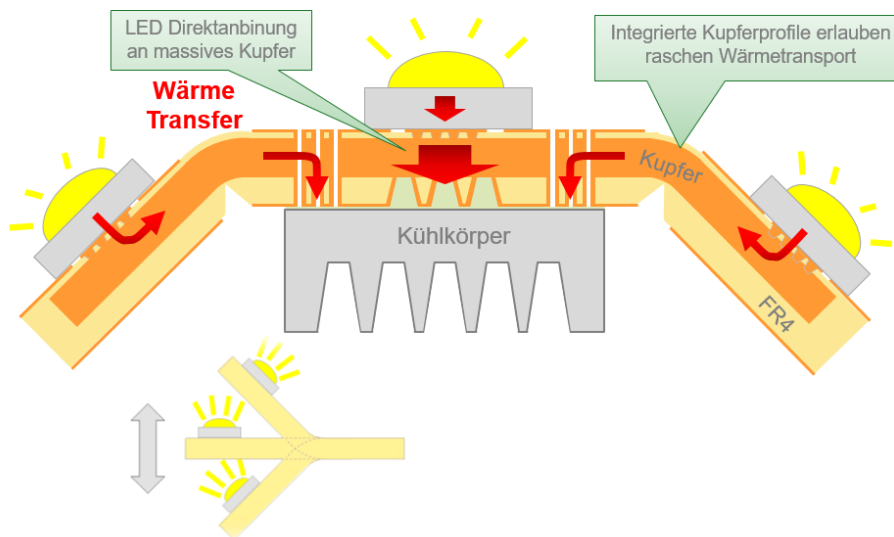


- 4-Layer PCB erlaubt flexibles Layout für RGBW Farbsteuerung und Treiber
- Partiiell integriertes Dickkupfer für direkte Wärmeableitung und Spreizung
- Zhaga book 3 kompatibles Design
- Farbsensor und Mikro-Controller direkt am gleichen LED Board.
- 18 gleichverteilte rot, grün, blau und weiß LEDs (Osram Oslon) für optimale Farbwiedergabe und gleichmäßige Ausleuchtung im gesamten Spektrum



HSMtec ermöglicht innovative 3D PCBs

- Individuelle optische Ausrichtung einzelner LEDs oder cluster
- Selbsttragende stabile mechanische 3D Strukturen
- Innovative Design Möglichkeiten
- Einsatz einfacher und kostengünstiger Kühlkörper für viele LEDs / cluster
- Vollintegrierte elektrische und thermischer Verbindungen

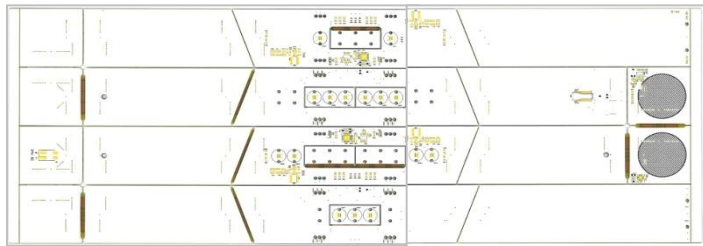


Integrierte Kupferprofile ermöglichen

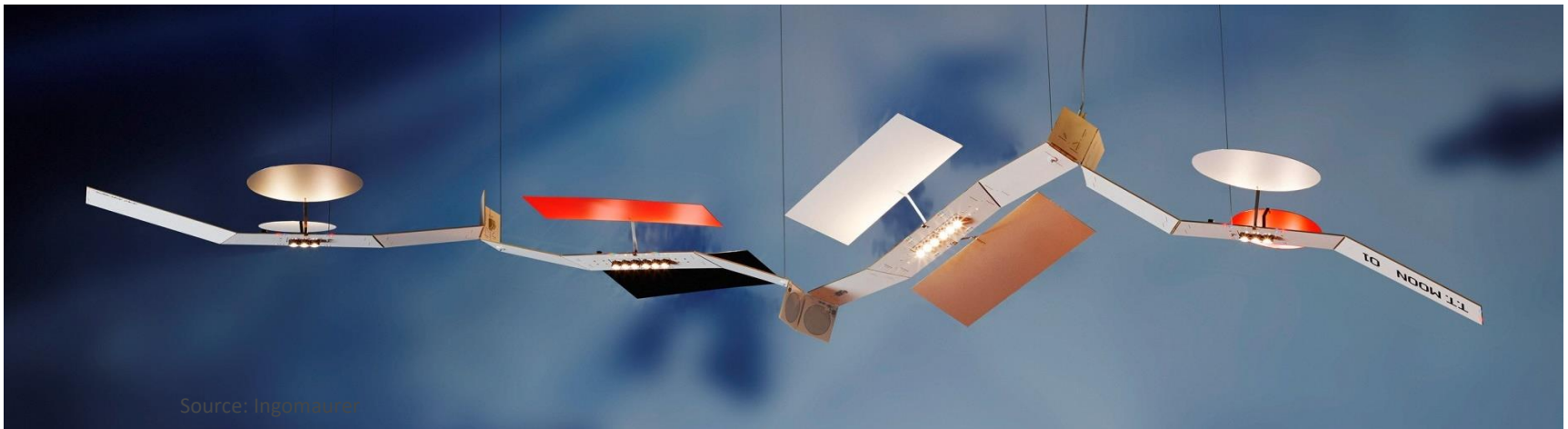
- Elektrische Verbindungen
- Wärmetransfer
- Mechanische Stabilität

Innovative 3D - PCB Konzepte

Designer Arbeitsplatzleuchte

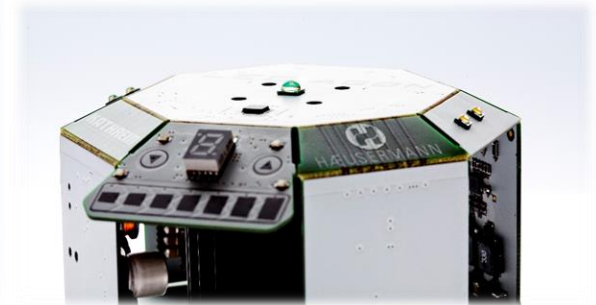
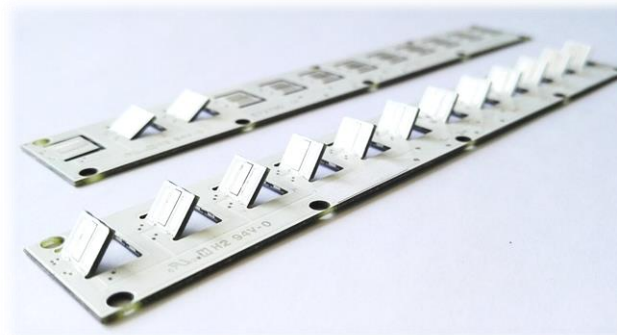
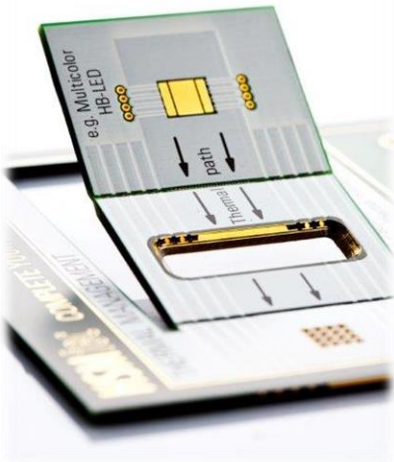
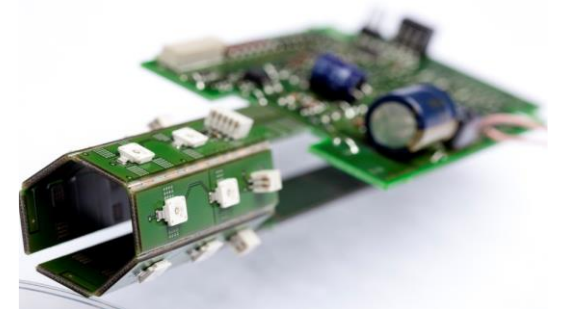
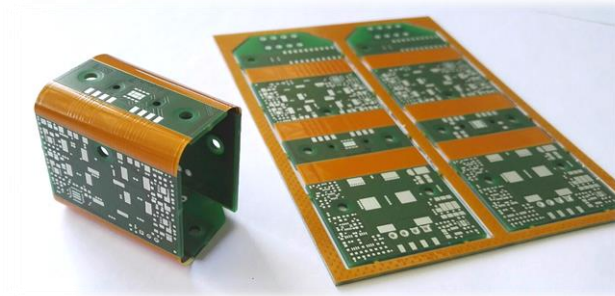


- 4 x aufgefaltetes Design
- Beidseitig bestückt mit SMD
- Leiterplatte integriert und ermöglicht vielfältige Zusatzfunktionen (Touch-panel, selbsttragende 3D Mechanik, vollintegrierte elektrische Verbindungen ohne Kabel, PCB Technik als optische Designelement, Ausrichtung der LEDs)



Source: Ingomaurer

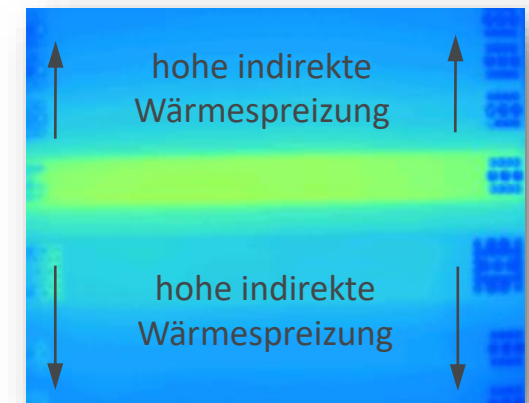
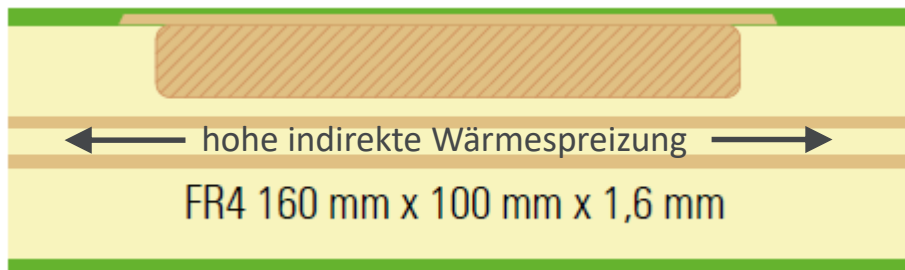
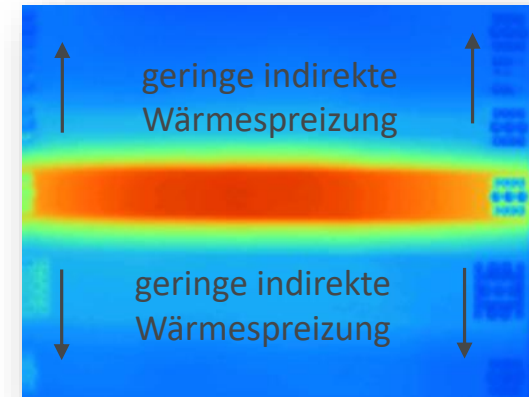
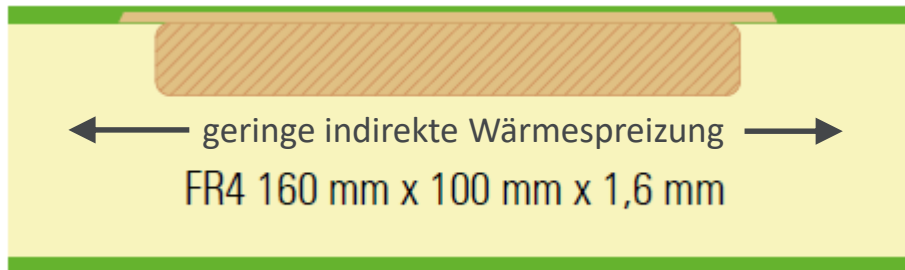
HSMtec ermöglicht innovative 3D Konzepte



Agenda

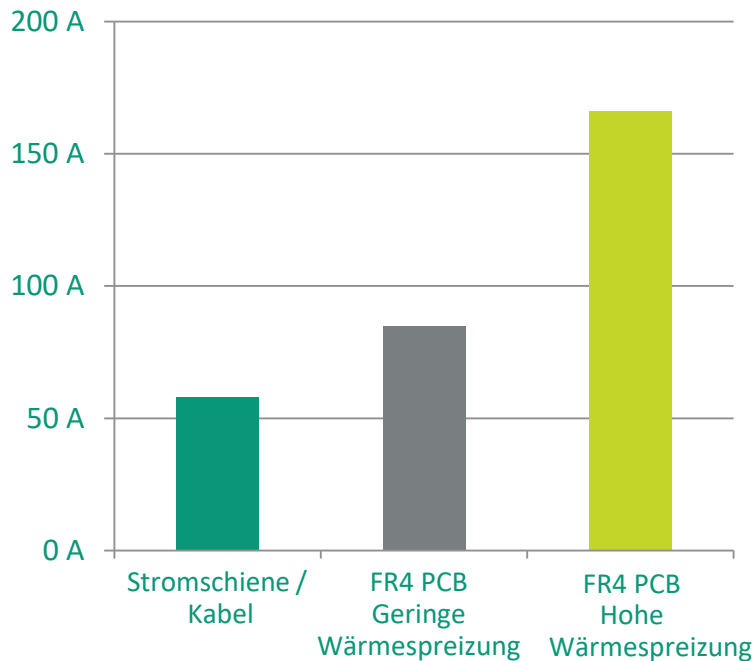
- 1 KSG - Kurzvorstellung
- 2 Anforderungen typischer Branchen / Anwendungen
- 3 Technologien im Überblick
- 4 Spezifische Lösungsbetrachtung
 - Hochstromanwendungen
 - Wärmemanagement
 - LED Anwendungen
- 5 Design Rules
- 6 Einflussfaktoren Stromtragfähigkeit
- 7 Rund um die PCB
 - Anschluss Technologievarianten
 - Kontaktierung von Kühlkörpern

Einflussfaktor Lagenaufbau



Einflussfaktor Lagenaufbau

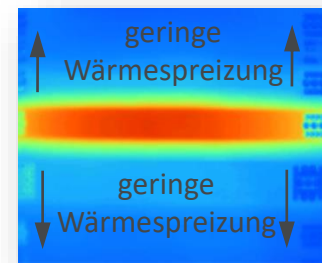
Leiterplatten ermöglichen höhere Ströme gegenüber Kabeln / Schienen bei gleichem Querschnitt



Leiterquerschnitt: 6 mm²

Zulässige Temperaturdifferenz: 50 K

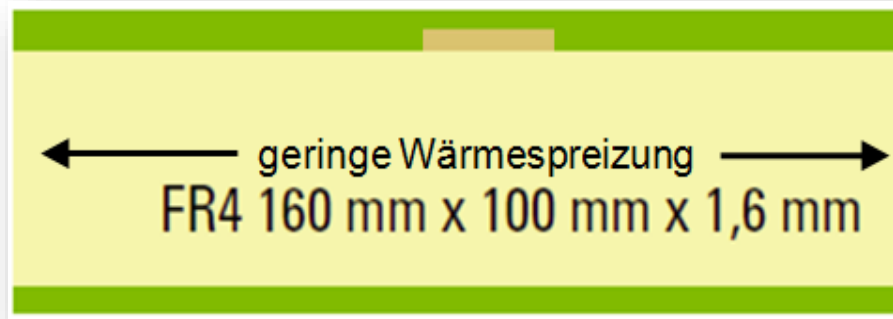
Aufbau	Geringe indirekte Wärmespreizung				Hohe indirekte Wärmespreizung			
	Cu-Profil 2 x 0,5mm	Cu-Profil 4 x 0,5mm	Cu-Profil 8 x 0,5mm	Cu-Profil 12 x 0,5mm	Cu-Profil 2 x 0,5mm	Cu-Profil 4 x 0,5mm	Cu-Profil 8 x 0,5mm	Cu-Profil 12 x 0,5mm
Delta T [°C]	Ampere	Ampere	Ampere	Ampere	Ampere	Ampere	Ampere	Ampere
10	11,1	18,4	30,4	40,8	20,1	33,2	54,9	73,7
20	15,7	26,0	43,0	57,6	28,4	47,0	77,7	104,3
30	19,3	31,8	52,6	70,6	34,8	57,6	95,2	127,7
40	22,2	36,8	60,7	81,5	40,2	66,5	109,9	147,4
50	24,9	41,1	67,9	91,1	45,0	74,3	122,9	164,9
60	27,2	45,0	74,4	99,8	49,3	81,4	134,6	180,6
70	29,4	48,6	80,4	107,8	53,2	88,0	145,4	195,1
80	31,4	52,0	85,9	115,3	56,9	94,0	155,4	208,5
90	33,4	55,1	91,1	122,3	60,3	99,7	164,8	221,2
100	35,2	58,1	96,0	128,9	63,6	105,1	173,8	233,1



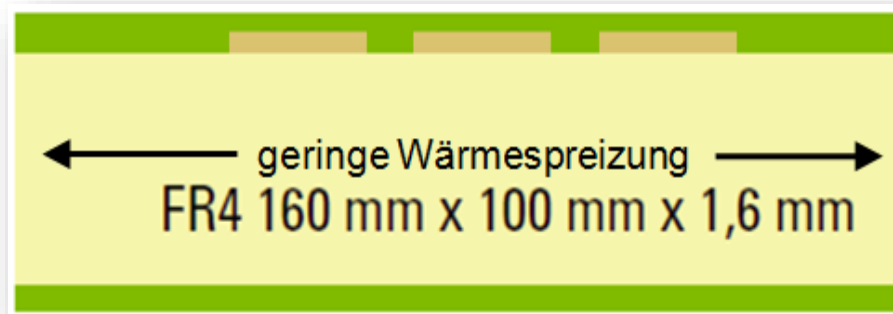
Die Tabelle ermöglicht eine ungefähre Schätzung der erwarteten Strombelastbarkeit. Die tatsächliche Strombelastbarkeit hängt von zusätzlichen variablen Faktoren wie Layout, Materialien usw. ab.

Einflussfaktor Einzelleiter/Bündelleiter

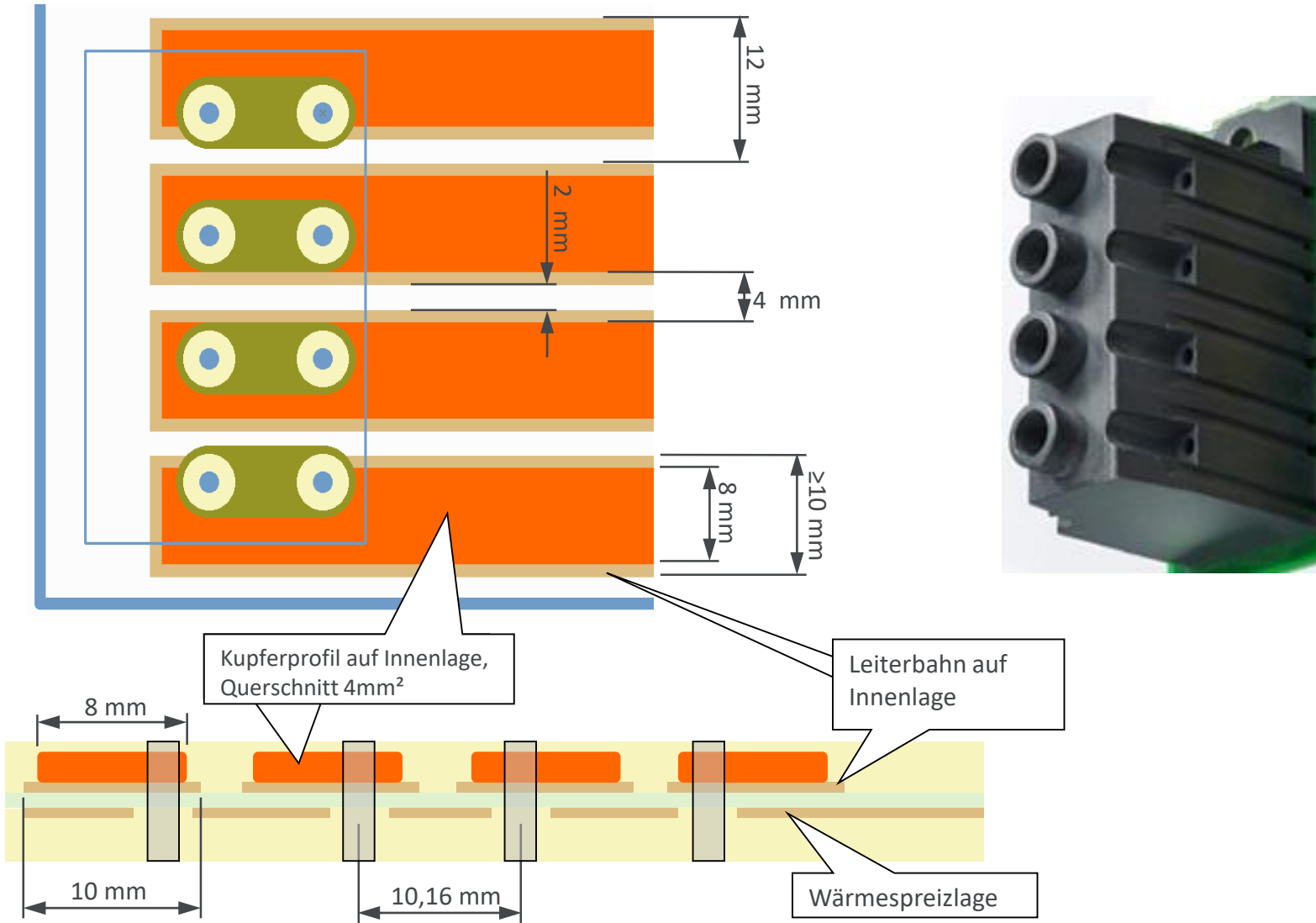
Einzelleiter



Bündelleiter



Einflussfaktor Einzelleiter/Bündelleiter



IPC-2152 Diagramme Leiterquerschnitt

August 2009

IPC-2152

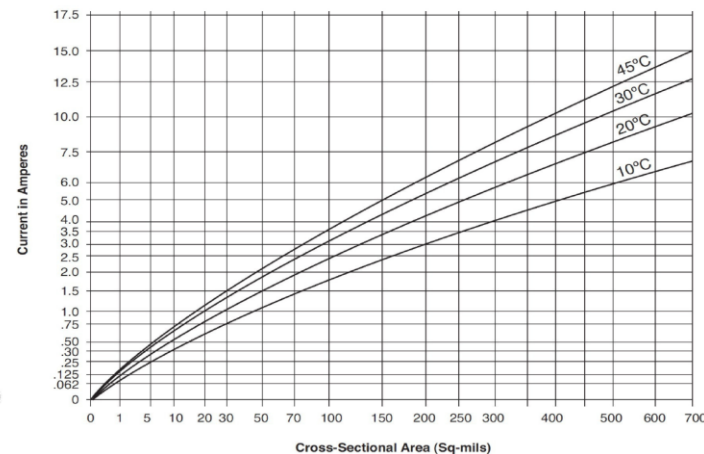
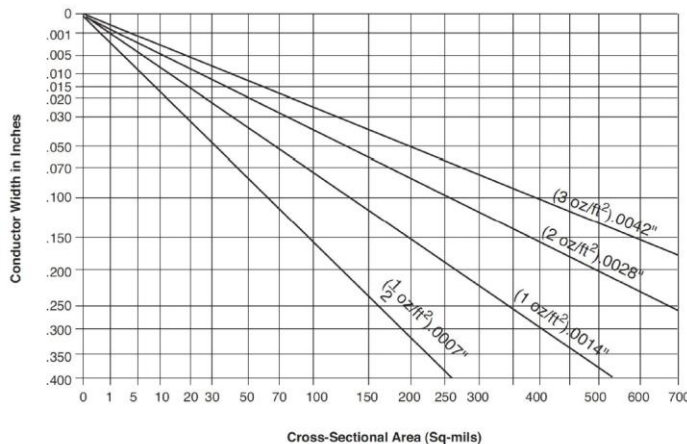
Designrichtlinie für die Bestimmung der Stromtragfähigkeit von Leiterplatten

1 ANWENDUNGSBEREICH

Als allgemeine Richtlinie dient dieses Dokument dem Verständnis der Zusammenhänge zwischen Strom, Leiterdimension und Temperatur und kann insbesondere zur Festlegung und Evaluierung von Kupferleitern bei Leiterplatten benutzt werden.

1.1 Zweck Der Zweck dieses Dokuments ist es, eine Anleitung zur Bestimmung der geeigneten Leitergrößen einer fertigen Leiterplatte in Abhängigkeit von der erforderlichen Stromtragfähigkeit und der zulässigen Temperaturerhöhung des Leiters bereitzustellen.

Conductor width to cross-section relationship



Achtung: Einflussfaktoren, wie die Wärmespreizung/Lagenaufbau oder Bündelleiter sind in solchen Kurven und sonstigen Quellen typischerweise nicht berücksichtigt!

Kalkulator für Hochstromleiterbahnen

Das Tool bietet Ihnen eine einfache und schnelle Möglichkeit die notwendige Leiterbreite für Hochstrom-Leiterzüge auf einer FR4 Leiterplatte zu berechnen.

Bitte geben sie folgende Werte an:

Maximale Umgebungstemperatur: °C

Maximale Leiterplattentemperatur: °C

Maximaler Dauerstrom: A



Das Ergebnis liefert die empfohlene Designbreite für eine einzelne Hochstrom-Leiterbahn einer „HSMtec“ – Leiterplatte und den Vergleich mit herkömmlicher Leiterplattentechnologie.*)

Empfohlene Leiterbahnbreite

Technologie	Wärmespreizung innerhalb der Leiterplatte			
	Keine	Geringe	Gute	Sehr gute
HSMtec	28.2 mm	14.0 mm	14.0 mm	10.0 mm
70µm Endkupfer	77.1 mm	45.9 mm	36.1 mm	30.8 mm
105µm Endkupfer	58.3 mm	34.7 mm	27.3 mm	23.3 mm

Hochstrom-Leiterplatten

Hohe Ströme und Steuerelektronik auf einer Leiterplatte

Hochstrom und Feileiterstrukturen auf einer Leiterplatte sind kein Widerspruch. Die Leiterplattentechnologie HSMtec ermöglicht die Einbringung großer Kupfererschritte in Standard-FR4 Leiterplatten.

Somit lassen sich Ströme bis zu 400 Ampere mit feinsten Leiterstrukturen auf einem Board kombinieren.



Leistungssteigerung und Systemkostenreduzierung durch Integration

HSMtec erlaubt es, große Kupfererschritte in Form von Profilen und Drähten partial in jede Lage eines Multilayers in das Design zu integrieren. Durch die vielfältigen Designmöglichkeiten kann auch die Leistungsfähigkeit vorhandener Leiterplatten Designs massiv gesteigert werden.

- Minimierung des Platzbedarfes für Hochstromleiterzüge
- Steigerung der Stromtragfähigkeit von Leiterplatten
- Reduzierung der Gesamtleisten Logistik, Beschaffung, Montage, Qualitätssicherung
- Standardisierte Herstellung und Weiterverarbeitung
- Hochstrom in Kombination mit 3D-Leiterplatten

Es stehen vier Standarddrähterprofile mit einer Breite von 2, 4, 8 und 12 mm zur Verfügung. Die Längen der Kupferprofile lassen sich individuell an jedes Layout anpassen. Die Verbindung dieser Kupferprofile zum Kitzlayout geschieht mittels Ultraschalltechnik. Somit entsteht eine 100% stiftschlüssige Verbindung zu Innen- und/oder Außenlagen. Die Anschlussmöglichkeiten an die Umwelt lassen durch Löt-, Engpass-, Schraub- und Dückkontakt keine Wünsche offen.



Competence Center für Hochstrom und Wärmemanagement

mailto:info@ksg-pcb.com
+43 2985 2141-9020

Downloads

HSMtec - Die Technologie
HSMtec - Hochstrom Fächer
Whitepaper_Multilayer_Design_Tip

regierungsgefördert
Hochstrom und Wärmemanagement
Technologieassessment

WETIMMATE - Hochstrommanagement Teil 1
WETIMMATE - Hochstrommanagement Teil 2
HSMtec_Design_Process_Rules_v01_9

Dimensionieren Sie Ihre Hochstrom-Leiterplatte

Realisieren Sie Ihr individuelles Layout und vergleichen Sie unterschiedliche Leiterplatten-Technologien.

www.ksg-pcb.com

Tipp zur Bestimmung der Leiterbreite von Bündelleitern (Stromstärken des Bündels addieren und die Leiterbreite durch die Leiteranzahl dividieren!)



Agenda

- 1 KSG - Kurzvorstellung
- 2 Anforderungen typischer Branchen / Anwendungen
- 3 Technologien im Überblick
- 4 Spezifische Lösungsbetrachtung
 - Hochstromanwendungen
 - Wärmemanagement
 - LED Anwendungen
- 5 Design Rules
- 6 Einflussfaktoren Stromtragfähigkeit
- 7 Rund um die PCB
 - Anschluss Technologievarianten
 - Kontaktierung von Kühlkörpern

Anschlusstechnologien

Technologie	Beispiele	Verbindung zum PCB-Hochstromleiter	
Einpress- technik	Würth		Direkt
	Broxing		Direkt
Lötkontakte	THT Stecker Weidmüller / Phoenix		Über Hülse
	SMD – Schrauben, Druckkontakt Shunts, MOSFETs, etc		Über Microvias / Durchgangsvias
Schraub- kontakt	Ggf. mit Tiefenfräsung oder Viaunterstützung		Direkt / über Hülse
Schweißen	Laserschweißen Widerstandsschweißen		Direkt über Tiefenfräsung

Kühlkörper-, Gehäuse-, Bauteilinterfaces

TIM (Thermal Interface Materials)

Ziel: definierter verlustarmer Übergang PCB zum Kühlkörper / Gehäuse

- Luftverdrängung
- Definierter Übergang
- Rauigkeit ausgleichen
- Wärmespreizung

Beispiele:

- Nichts – nur Luft
- Folien aller Arten (Silikon, Graphit, etc.)
- Wärmeleitpasten (Bsp: Silber-Epoxy)
- Heatsinkpasten
- Vergußmassen auf Polyurethanbasis
- Wärmeleitkleber (aushärtend)

Vergussmassen thermisch optimiert

Ziel: Zusätzliche Wärmeverteilung & Spreizung über Hotspots oder bei großen Bauteilen

- Oberflächenvergrößerung
- Wärmeverteilung / Spreizung
- Feuchtigkeitsschutz
- Vibrationsschutz



Beispiele:

- Dauer-viskose oder aushärtende Systeme auf Polyurethan-, Epoxid-, Silikonbasis
- <https://www.waermeleiten.com/>
- <https://www.wevo-chemie.de/produkte/>

Thermoplast PCB direkt Umspritzung

Bornitrid gefüllte Thermoplaste ermöglichen:

- Kühlkörper / Gehäuse aus wärmeleitfähigen / elektrisch isolierenden Kunststoff
- **Direkte Umspritzung der Leiterplatte mit Thermoplast ohne Zwischenschichten**



- Fertigung in einem Spritzgussprozess
2 Komponenten / 1 Prozess
- Integration zusätzlicher Funktionen (Kunststoff als Wärmeleiter, Gehäuse / Designelement, elektr. Isolator, TIM Material, optischer Reflektor)
- Direkte Materialverbindung (zuverlässiges Interface PCB zu Kunststoff / Lebensdauer)
- Gewichtsreduktion
- Innovative Produktdesigns / Haptik
- Vereinfachte Baugruppe / Entwicklungsprozess
- Reduzierte Time-to-market

Anwendungsbeispiel LED Handleuchte

Kühlkörper
bis 10 W/mK

HSMtec Leiterplatte
LED, Elektronik, Wärme, 3D



Reflektor
>90 % Reflexion

Gehäuse
(Haptik, Gewicht)

Einsatzbereiche:

Automotive, LED Beleuchtung,
Industrieelektronik, Medizintechnik

Kontakt

KSG GmbH

Auerbacher Straße 3 - 5
09390 Gornsdorf - Germany
www.ksg-pcb.com

info@ksg-pcb.com



KSG Austria GmbH

Zitternberg 100
3571 Gars am Kamp - Austria
www.ksg-pcb.com

info@ksg-pcb.com



Stefan Hörth

Product Manager

Phone +43 2985 2141-241
stefan.hoerth@ksg-pcb.com

KSG Austria GmbH
Zitternberg 100
3571 Gars am Kamp



Johann Hackl

Product Manager

Phone +43 2985 2141-601
johann.hackl@ksg-pcb.com

KSG Austria GmbH
Zitternberg 100
3571 Gars am Kamp