

Thermoanalyse mit eCADSTAR 2024 - Ein neuer Weg

Um thermisch bedingte Auffälligkeiten rechtzeitig erkennen zu können, sollte man vor dem Prototyp herausfinden mit welcher Temperatur man rechnen muss.

Dr. Johannes Adam
ADAM Research

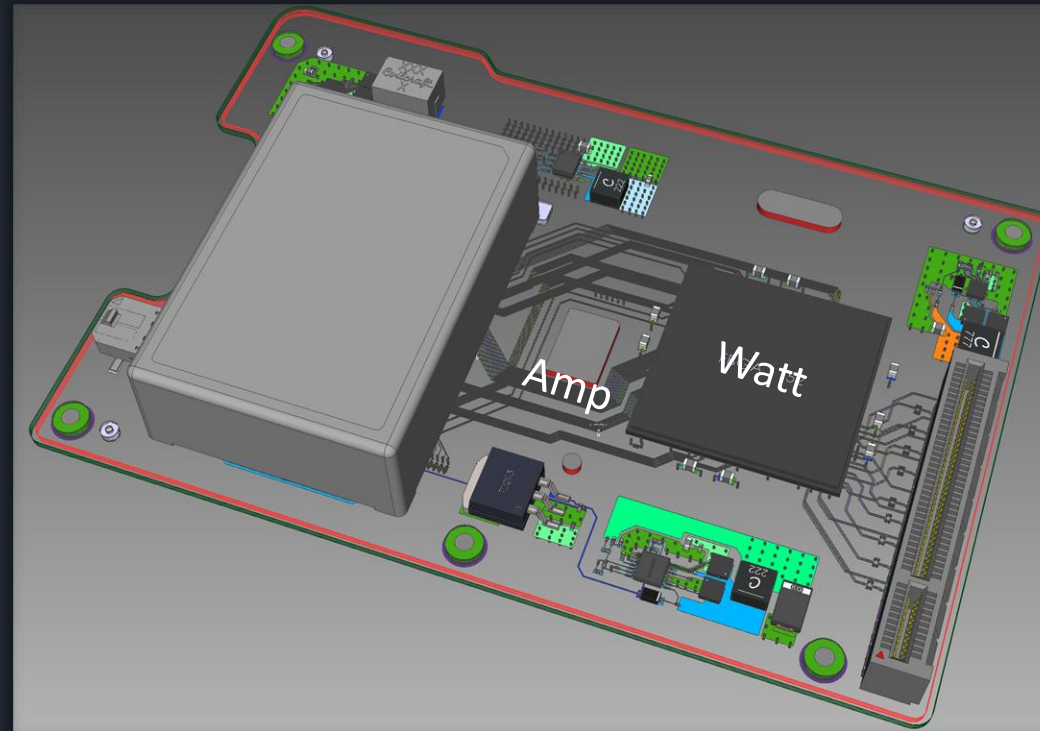
CSK

Karl-Heinz Kluwetasch
CSK - CAD Systeme Kluwetasch GmbH

eCADSTAR™

Worum geht es?

- Wieviel °C ergeben wie viel Watt und/oder wie viel °C ergeben wie viele Amperes?



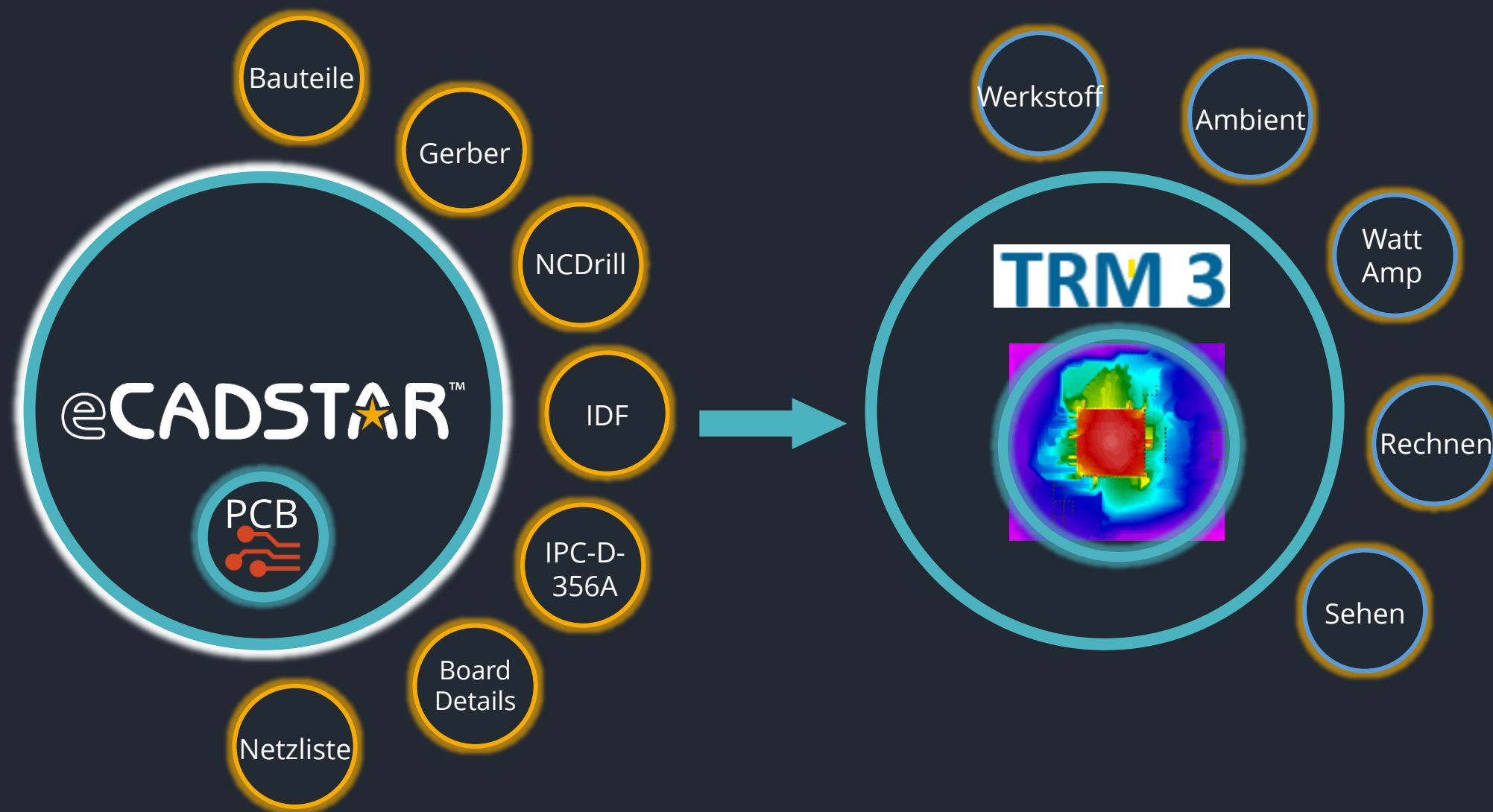
Wovon hängt die Temperatur sonst noch ab?

- Layerstack
- Layout der Lagen
- Bohrbild
- Position und Größe der Bauteile
- Breite und Dicke der Leiterbahnen
- Materialwerte (Wärmeleitfähigkeit etc.)
- Umgebungsbedingungen
- ... etc.

Hinweis: Selten ist irgendein Ergebnis zu einer Inputgröße proportional

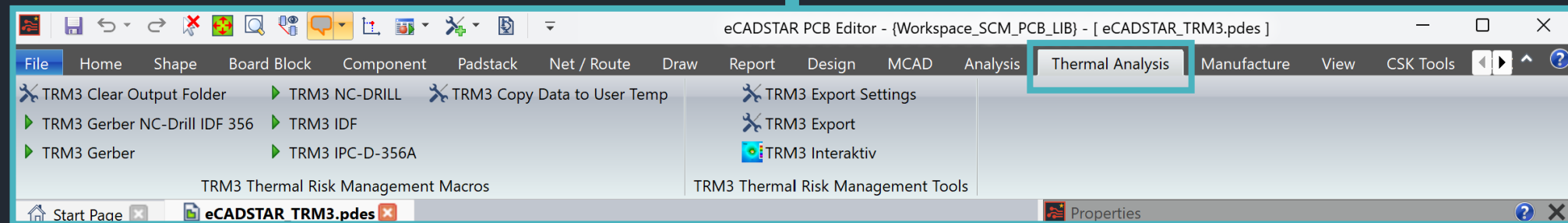
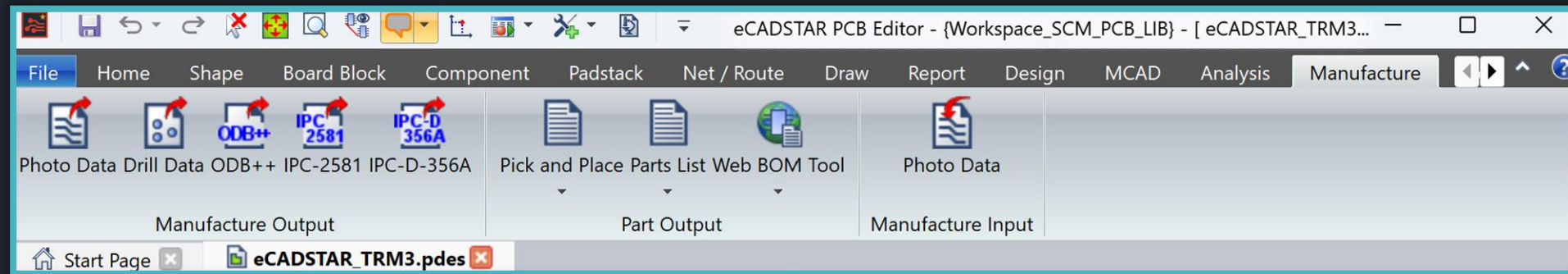
-

Vom eCADSTAR Design hin zum Wärmebild



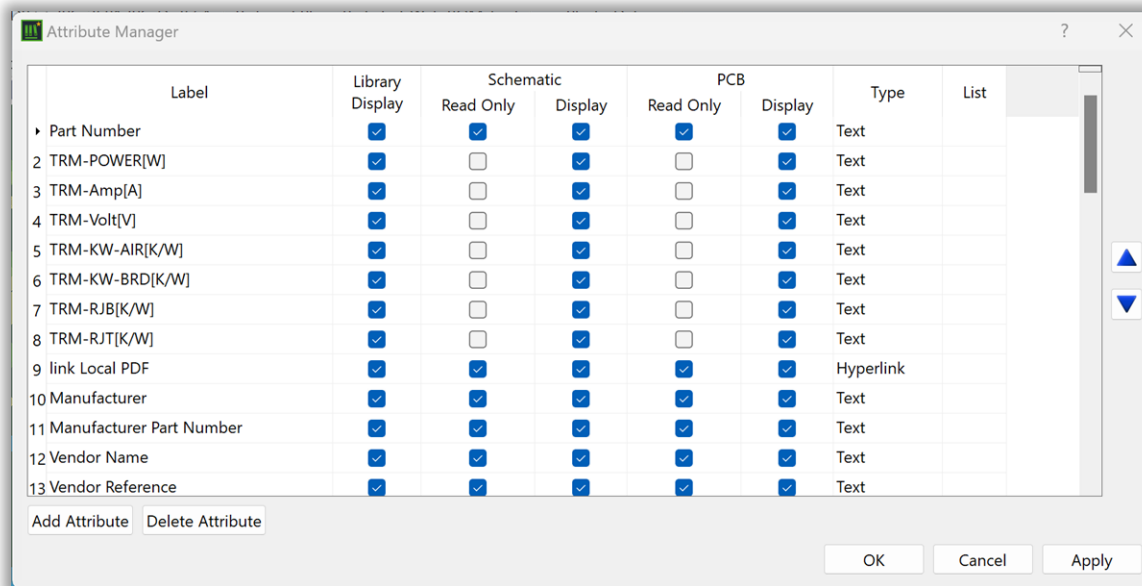
Integriertes Ribbon Menü für TRM3

- Automatisierter Export aus eCADSTAR für TRM3
 - Mit Hilfe von Makros und/oder mit Hilfe eines Programmes (eCADSTAR_TRM.exe)

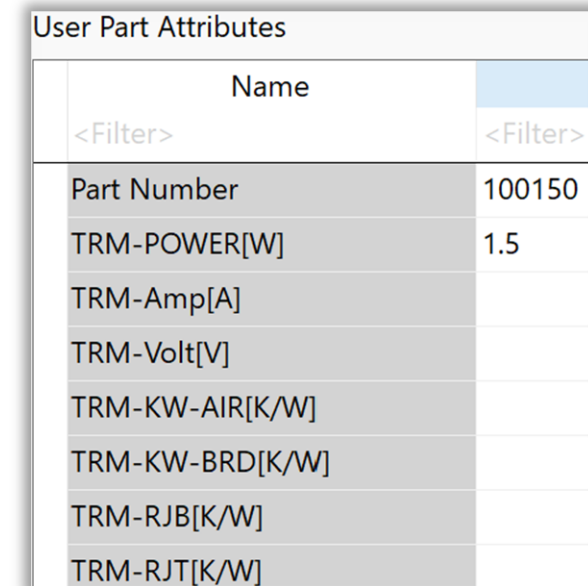


Bezeichnung und Verwendungszeck der optionalen TRM Attribute:

TRM-POWER[W]	= Leistung in Watt
TRM-Amp[A]	= Amp an diesem Pin/Pad
TRM-Volt[V]	= Volt an diesem Pin/Pad
TRM-KW-AIR[K/W]	= spezieller Wärmewiderstand Deckel zur Luft (K/W). z.B. Kühlkörper
TRM-KW-BRD[K/W]	= spez. Wärmewiderstand zw Footprint und Lage (K/W). z.B. Underfill oder Kleber
TRM-RJB[K/W]	= innerer Wärmewiderstand Junction Board (K/W)
TRM-RJT[K/W]	= innerer Wärmewiderstand Junction top (K/W)



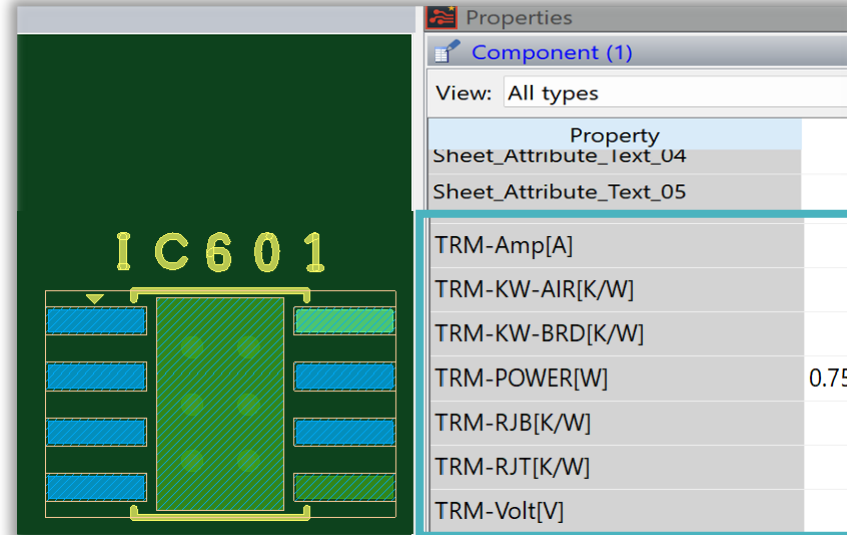
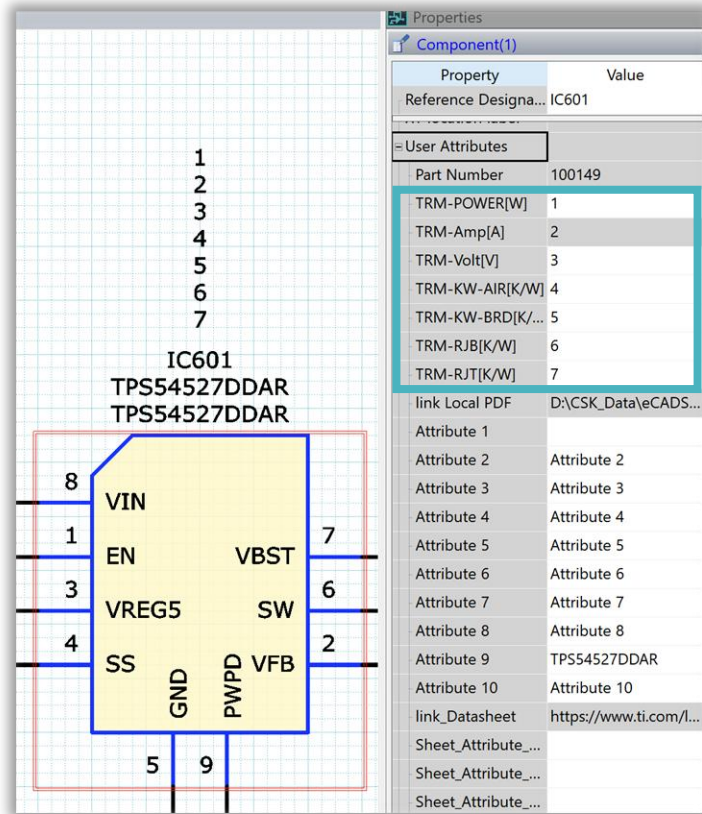
Im eCADSTAR Library Editor: Attribute Manager



Im eCADSTAR Library Editor: Part Attributes

Verwendung der TRM Attribute in eCADSTAR

- Default Werte können in der Bibliothek auf der Parts-Ebene vordefiniert bzw. hinterlegt werden.
- Im SCM und PCB können die Attribute der Bauteile individuell in dem Properties-Fenster angepasst werden.
 - Die verwendeten Werte lassen sich bei Bedarf auch direkt im Zeichnungsbereich anzeigen.



K/W-board	K/W-air	Watt	Type
5	4	1	Type 2R,true;7.000>true;6.000;

SCM

< -- >

PCB

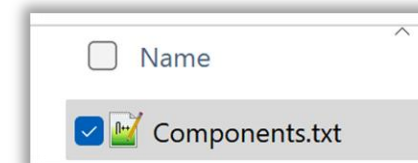
-- >

TRM3

Components.txt enthält Informationen zur Verlustleistung und Wärmewiderstände aus den TRM Attributen.

Der Speicherort der Datei: ..\SCM_PCB_TRM3\Project\PCB\eCADSTAR_TRM3\TRM\ZukenData\BOM\Components.txt

```
# Zuken2TRM
# Version 1.0
# Exported by CSK / eCADSTAR_TRM 2024.0
```



RefDes	TRM-POWER	TRM-KW-BRD	TRM-KW-AIR	TRM-RJB	TRM-RJT
"E1"	"2.0"	"3.0"	"1.0"	"4.0"	"5.0"
"C874"	""	""	""	""	""
"IC601"	"2"	"3"	"1"	"4"	""
"IC1"	"0.5"	"0.2"	"0.1"	"0.3"	"0.4"
"C111"	""	""	""	""	""
"IC2"	"11"	"22"	""	"33"	"44"
"IC3"	"11"	"22"	""	"33"	"44"
"IC4"	"11"	"22"	""	"33"	"44"

- Minimal ein Leerzeichen als Trennung.

Hinweis: Ausschließlich das Programm eCADSTAR_TRM.exe kann die o.g. Datei erstellen.

Verwendung von TRM-Amp[A] und TRM-Volt[V]

In diesem Beispiel geht es um den Amperewert der reinkommt im Vergleich zu dem Amperewert der rauskommt:

TRM-Amp[A] = 8:2.5 A an Pin/Pad 1 (**8 = Pin 8 und 2.5 = 2,5 Ampere**)

Hinweis:

- Werden mehrere Pin-Amperewerte aufgezählt, werden diese durch ein Semikolon getrennt.
- Je nach Land wird entweder ein „," (Kommata) oder ein „.“ (Punkt) als Dezimaltrennzeichen verwendet.
- Es sind numerische oder alphanumerische Bezeichnungen möglich.
- Stromsumme im Netz = 0 A (Ausnahmen möglich)

Die erforderlichen Attribute für weitere Berechnungen sind:

TRM-Amp[A] = **8:2.5;7:1.8** (numerisch)

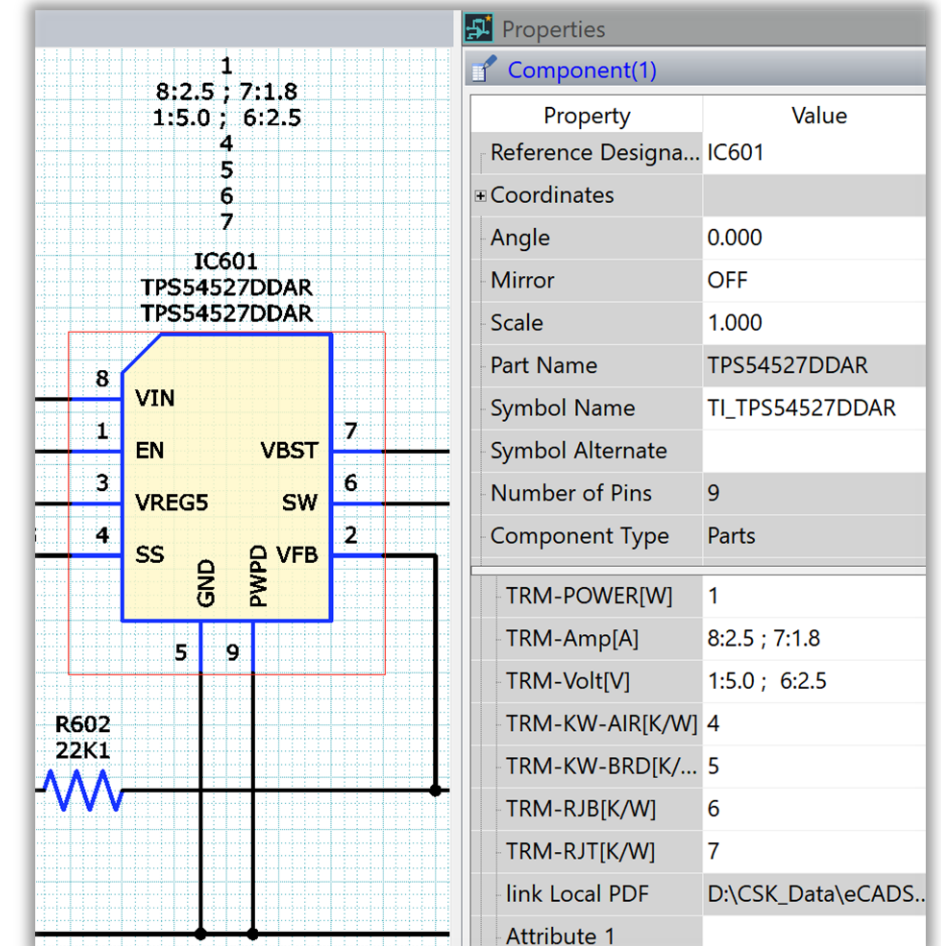
TRM-Amp[A] = **P8:2.5;P7:1.8** (alphanumerisch)

ODER

TRM-Volt[V] = **8:12;7:1.8** (numerisch)

TRM-Volt[V] = **P8:12.5;P7:1.8** (alphanumerisch)

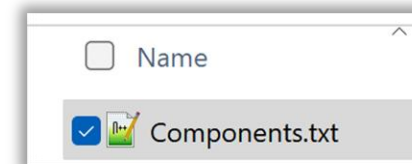
Achtung: Ampere und Volt auf dem selben Pin/Pad sind nicht möglich.



Die Netz.txt enthält die Informationen zur Strom- der Voltzuweisungen auf Bauteil Ebene.

Der Speicherort der Datei: ..\SCM_PCB_TRM3\Project\PCB\eCADSTAR_TRM3\TRM\ZukenData\BOM\Nets.txt

Net	RefDes	pad	Amp	Volt
"ACT_N"	"IC4"	"L3"	"2"	""
"5V0"	"IC1"	"1"	""	"5.0"
"VDD"	"IC3"	"Out"	"3"	""
"PS6_SW_REG"	"IC601"	"6"	""	"2.5"
"PS6_SS_REG"	"IC601"	"4"	""	""
"PS6_EN_REG"	"IC601"	"1"	""	"5.0"
"PS6_VFB_REG"	"IC601"	"2"	""	""
"VIN_12V"	"IC601"	"8"	"2.5"	""
"PS6_VREG5_REG"	"IC601"	"3"	""	""
"PS6_VBST_REG"	"IC601"	"7"	"1.8"	""
"GND0V"	"IC601"	"5"	""	""
"GND0V"	"IC601"	"9"	""	""

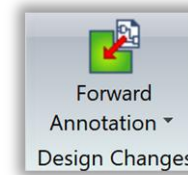
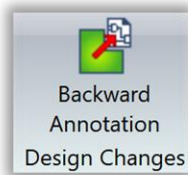


Hinweis: Ausschließlich das Programm eCADSTAR_TRM.exe kann die o.g. Datei erstellen.
Minimal ein Leerzeichen als Trennung.

Editieren der TRM Attribute

Im Constraint Browser lassen sich alle TRM Attribute übersichtlich darstellen.

Mit Hilfe der Forward- und Backward Annotation können der Schaltplan und das PCB immer Synchron gehalten werden. Änderungen und Variationen werden im allgemeinen vom PCB aus durchgeführt.



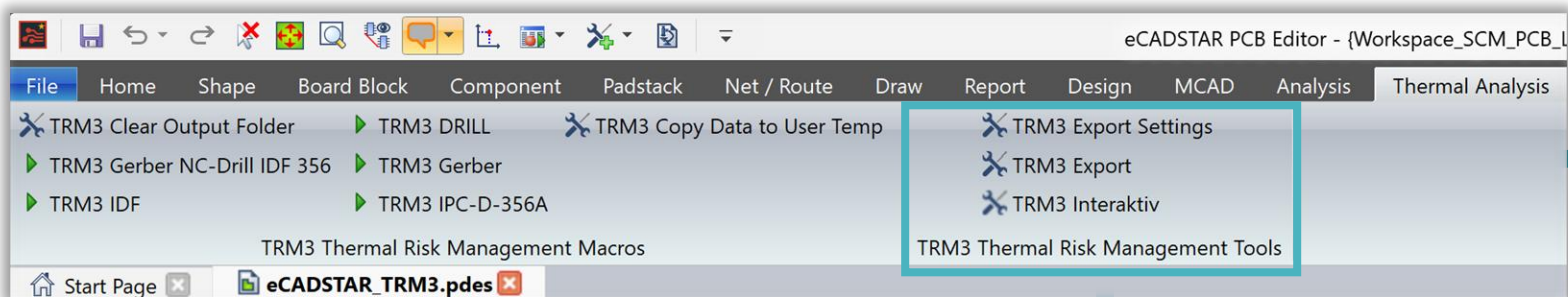
Schaltplan Constraint Browser

Component	Selected	TRM-POWER[W]	TRM-KW-AIR[K/W]	TRM-KW-BRD[K/W]	TRM-RJB[K/W]	TRM-RJT[K/W]
IC1	IC1	0.5	0.1	0.2	0.3	0.4
IC2	IC2	11		22	33	44
IC3	IC3	11		22	33	44
IC4	IC4	11		22	33	44
IC6	IC6	2	12	56	78	1
IC101	IC101	3				
IC102	IC102	4	4	5	6	7
IC103	IC103	1				
IC104	IC104	2				
IC201	IC201	3.4				
IC203	IC203	2.3				
IC204	IC204	6				
IC401	IC401	3				
IC403	IC403	1				
IC404	IC404	2				
IC601	IC601	1	4	5	6	7

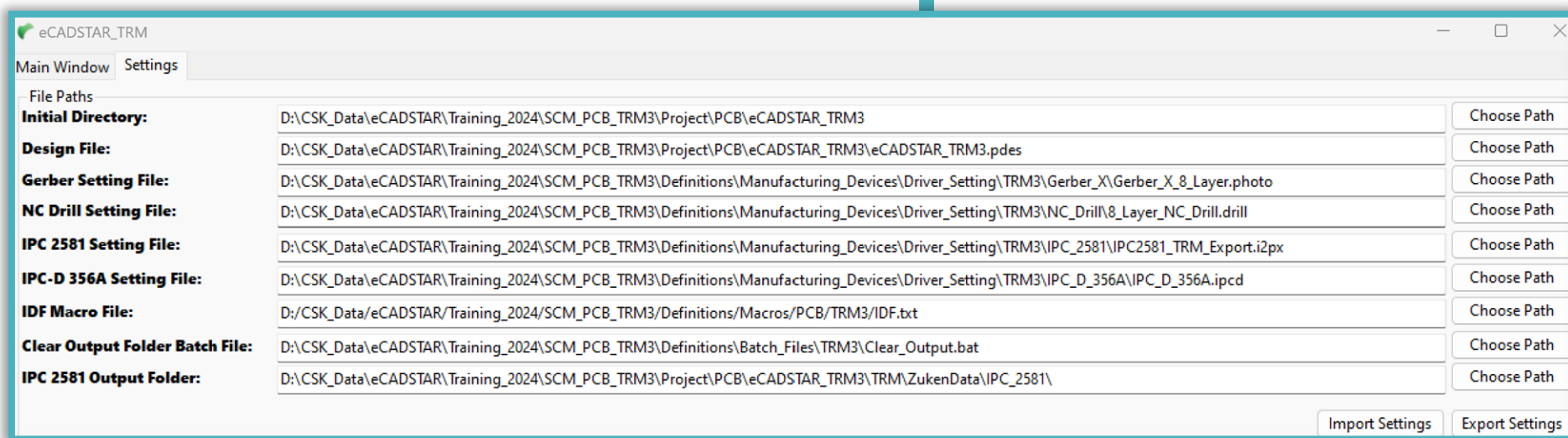
PCB Layout Constraint Browser

Component	Selected	TRM-KW-AIR[K/W]	TRM-KW-BRD[K/W]	TRM-POWER[W]	TRM-RJB[K/W]	TRM-RJT[K/W]
IC1	IC1	0.1	0.2	0.5	0.3	0.4
IC2	IC2	22	22	11	33	44
IC3	IC3		22	11	33	44
IC4	IC4		22	11	33	44
IC6	IC6	12	56	34	78	910
IC101	IC101					
IC102	IC102	5.5	2.2	1.1	3.3	4.4
IC103	IC103					
IC104	IC104					
IC201	IC201					
IC203	IC203					
IC204	IC204					
IC401	IC401					
IC403	IC403					
IC404	IC404					
IC601	IC601	4	5	1	6	7
IC602	IC602	4	5	1	6	7

Programm Aufrufe und deren Verwendung

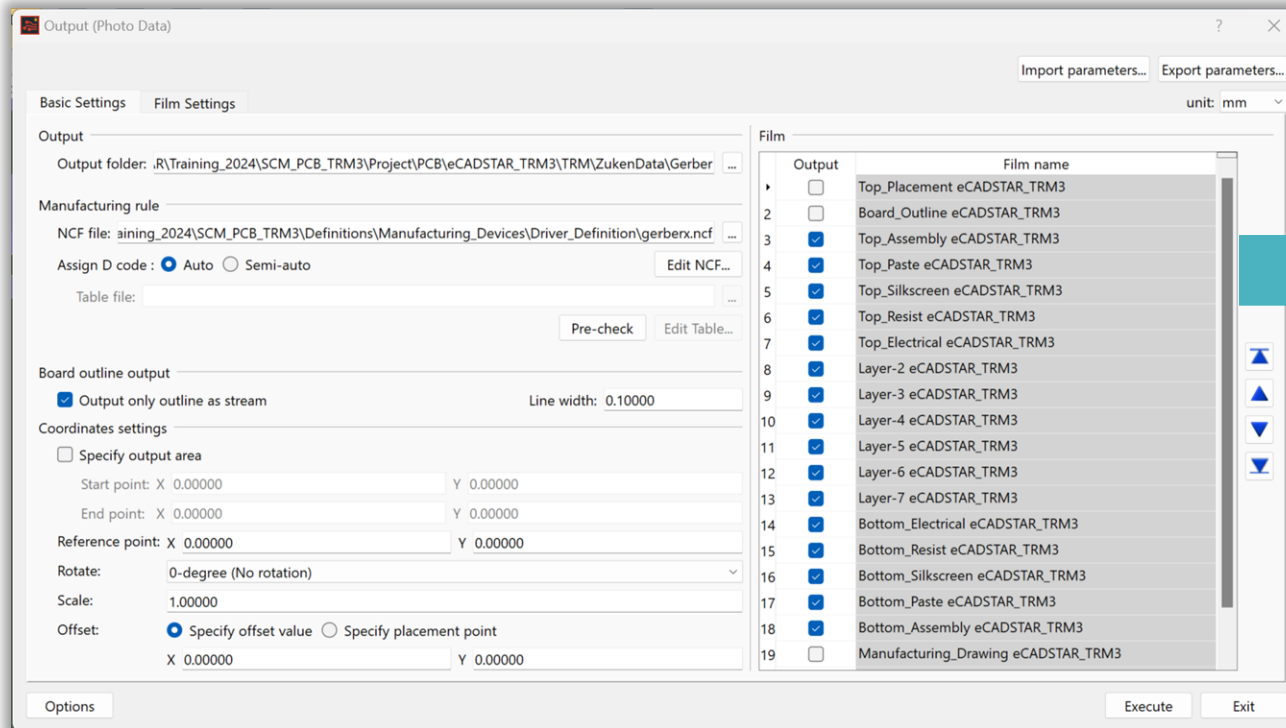


Die **TRM3 Export Settings** enthalten die Verweise auf alle erforderlichen Konfigurationsdateien.

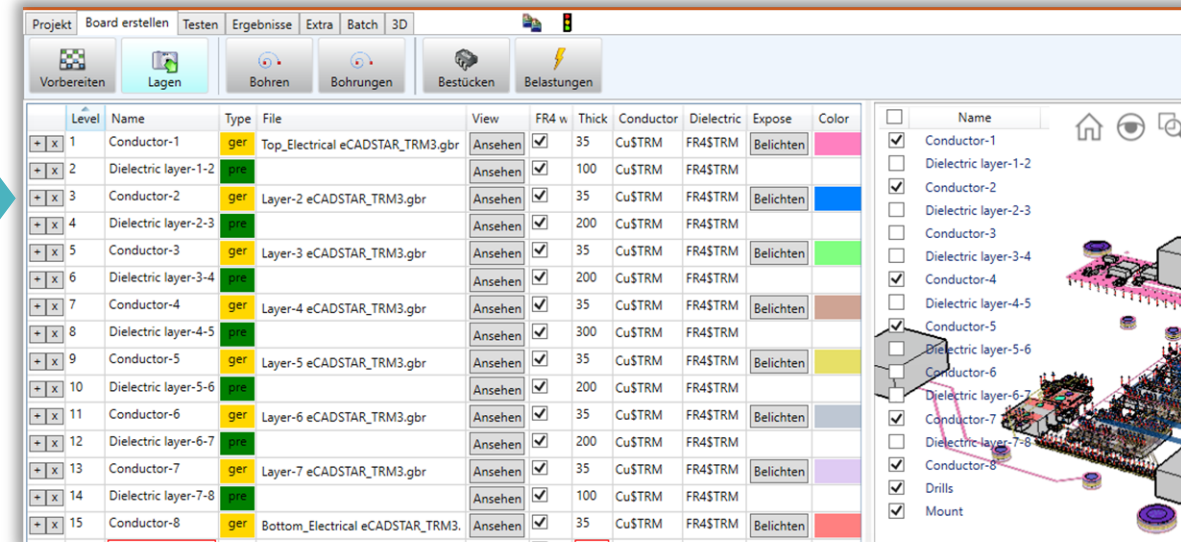


Der **TRM3 Export** erstellt eCADSTAR alle erforderlichen Ausgaben für TRM3.

Erstellen der Gerber Daten



Verarbeiten der Gerber Daten



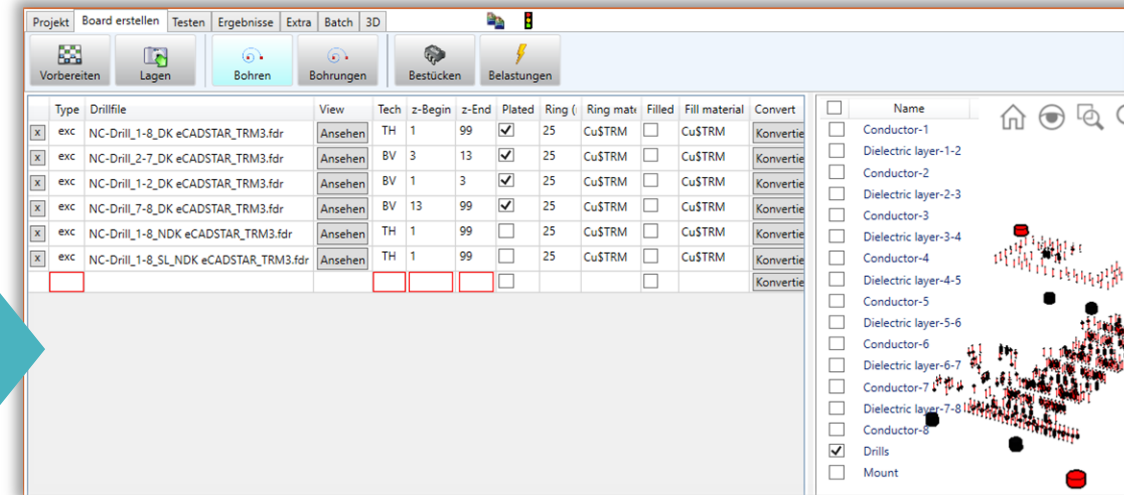
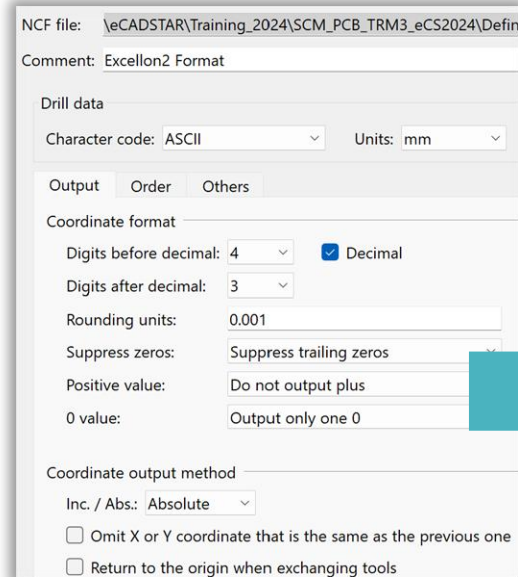
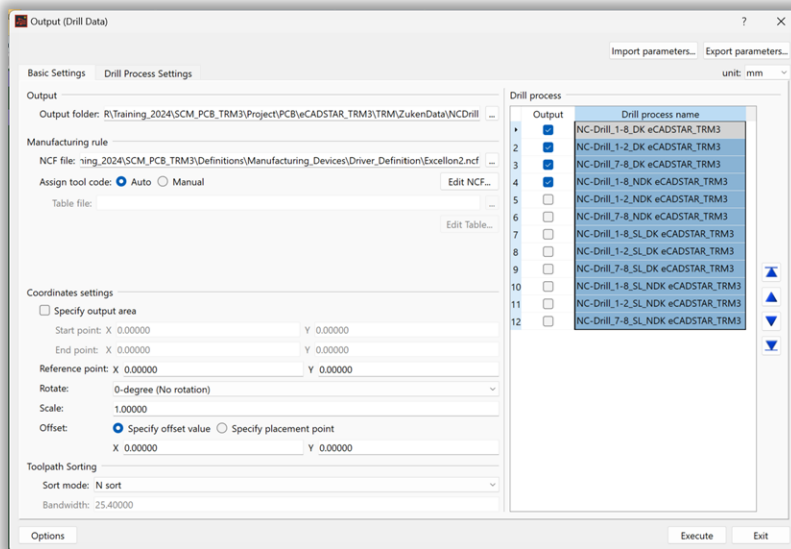
..\SCM_PCB_TRM3\Definitions\Manufacturing_Devices\Driver_Setting\TRM3\Gerber_X\Gerber_X_8_Layer.photo

Ausgabe der Gerberx Daten
Ausgabe des Reports

```
: Top_Electrical eCADSTAR_TRM3.fph
: Top_Electrical eCADSTAR_TRM3.fpl
```

Erstellen der NC-Drill Daten

Verarbeiten der NC-Drill Daten

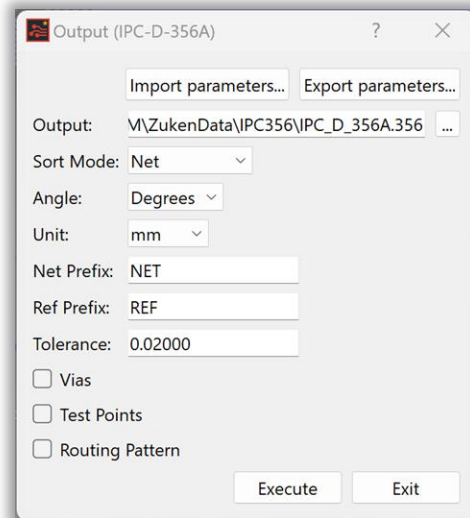


..\SCM_PCB_TRM3\Definitions\Manufacturing_Devices\Driver_Setting\TRM3\NC_Drill\8_Layer_NC_Drill.drill

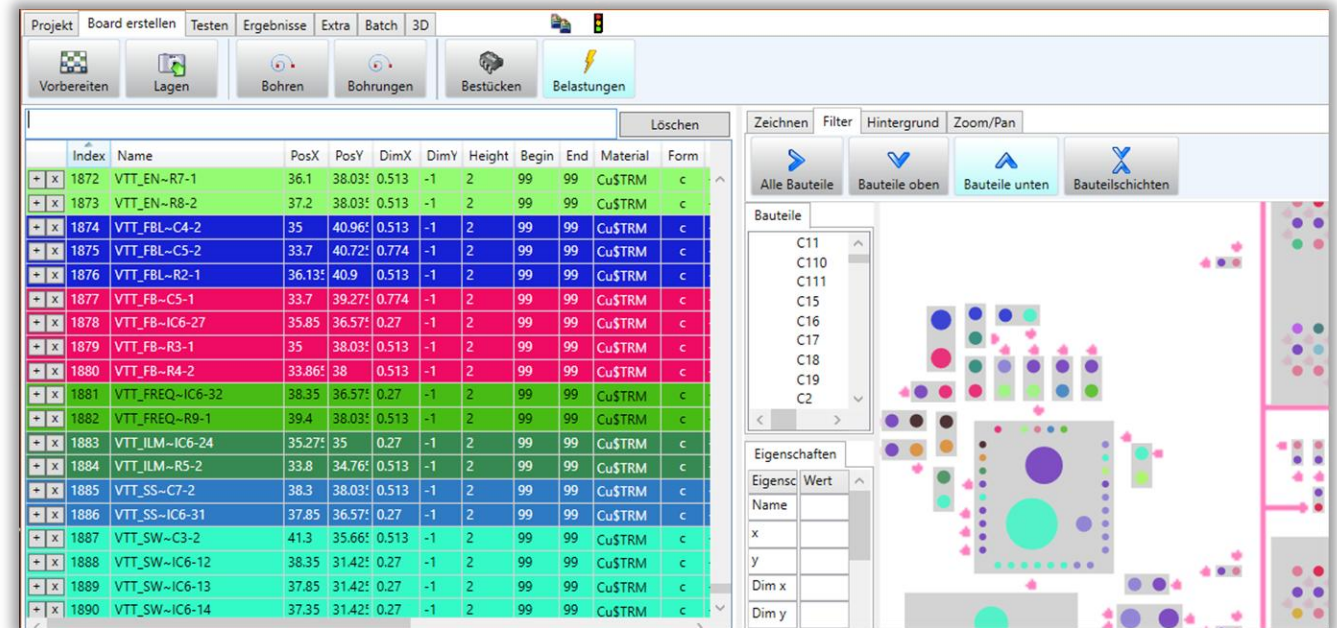
Ausgabe der NC-Drill Daten
Ausgabe des Reports

: NC-Drill_1-2_DK eCADSTAR_TRM3.fdr
: fdrNC-Drill_1-2_DK eCADSTAR_TRM3.fdl

Erstellen der IPC-D-356A Daten

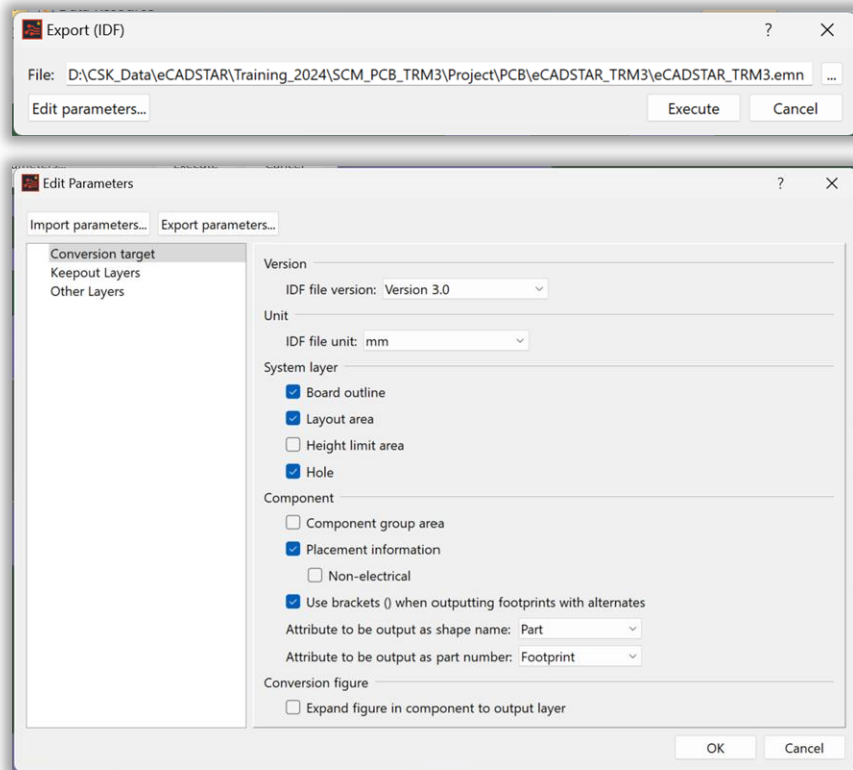


Verarbeiten der IPC_D-356A Daten

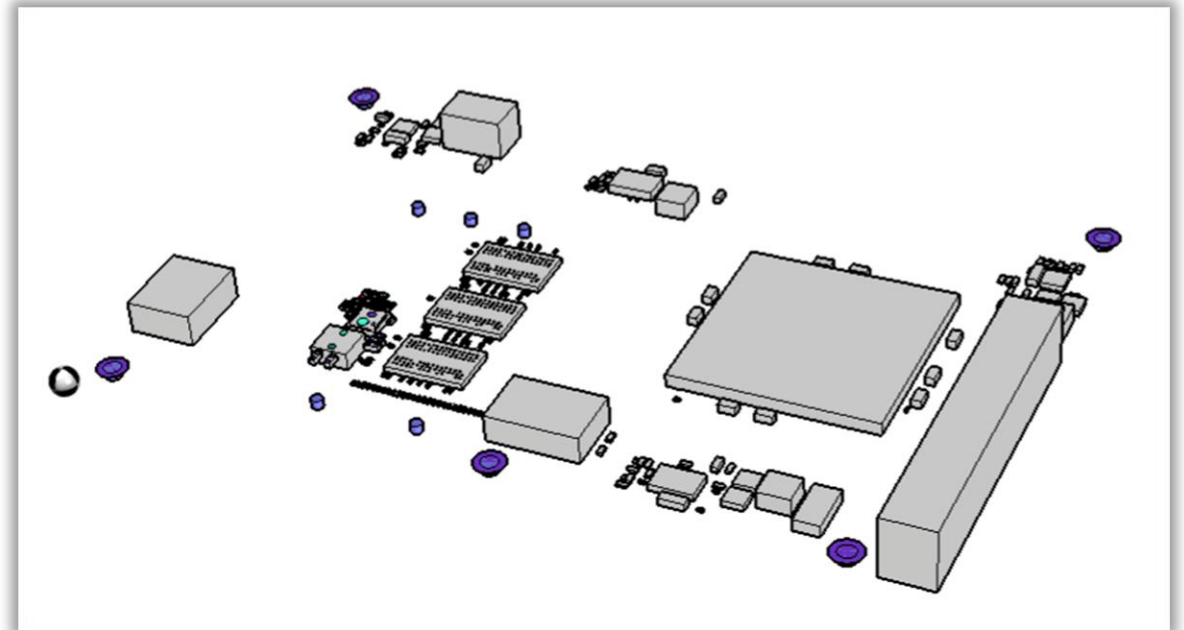


..\SCM_PCB_TRM3\Definitions\Manufacturing_Devices\Driver_Setting\TRM3\IPC_D_356A\IPC_D_356A.ipcd"

Erstellen der IDF Daten



Verarbeiten der IDF Daten

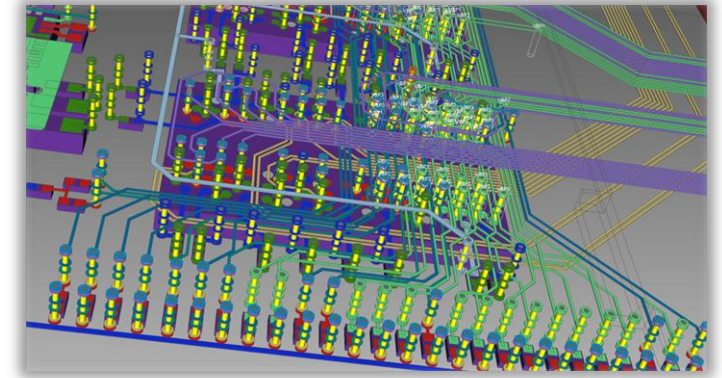
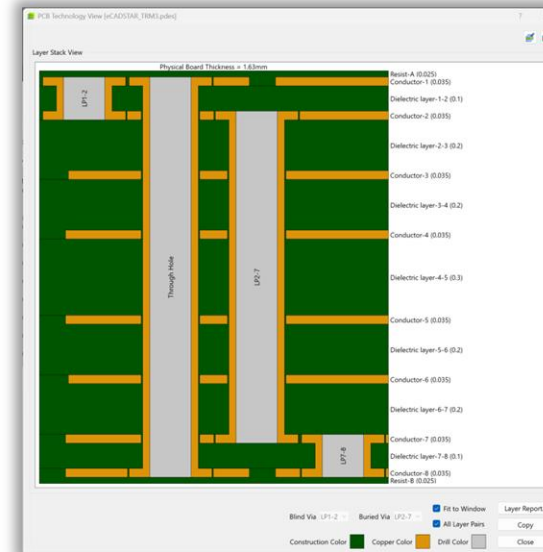
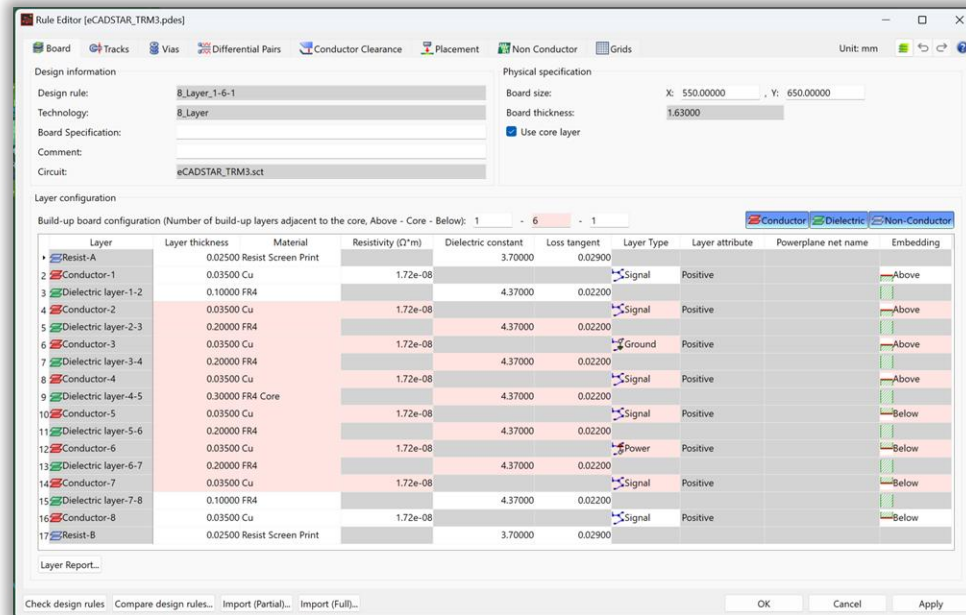


..\SCM_PCB_TRM3\Definitions\Manufacturing_Devices\Driver_Setting\TRM3\IDF\IDF_Export.xml

..\SCM_PCB_TRM3\Project\PCB\eCADSTAR_TRM3\TRM\ZukenData\IDF\eCADSTAR_TRM3.emn

..\SCM_PCB_TRM3\Project\PCB\eCADSTAR_TRM3\TRM\ZukenData\IDF\eCADSTAR_TRM3.emp

Erstellen der zusätzlichen Information für TRM3



..\SCM_PCB_TRM3\Project\PCB\eCADSTAR_TRM3\TRM\ZukenData\BoardDetails.txt

Hinweis: Ausschließlich das Programm eCADSTAR_TRM.exe kann die o.g. Datei erstellen.

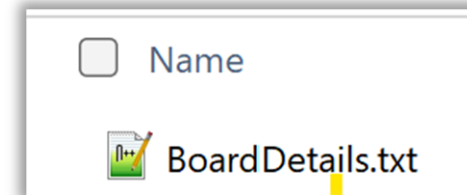
..\SCM_PCB_TRM3\Project\PCB\eCADSTAR_TRM3\TRM\ZukenData\BoardDetails.txt

```
# Zuken2TRM
# Version 1.0
# Exported by CSK / eCADSTAR_TRM 2024.0

Layer      FileName      Type      Thickness
"BOARD"    "Board_Outline eCADSTAR_TRM3.gbr"    "ger"     ""
"Symbol-A-1"    "Top_Assembly eCADSTAR_TRM3.gbr"    "ger"     ""
"MetalMask-A"    "Top_Paste eCADSTAR_TRM3.gbr"    "ger"     ""
"Symbol-A"    "Top_Silkscreen eCADSTAR_TRM3.gbr"    "ger"     ""
"Resist-A"    "Top_Resist eCADSTAR_TRM3.gbr"    "ger"     "0.02500"
"Conductor-1"    "Top_Electrical eCADSTAR_TRM3.gbr"    "ger"     "0.03500"
"Dielectric layer-1-2"    ""    "pre"     "0.10000"
"Conductor-2"    "Layer-2 eCADSTAR_TRM3.gbr"    "ger"     "0.03500"
"Dielectric layer-2-3"    ""    "pre"     "0.20000"
"Conductor-3"    "Layer-3 eCADSTAR_TRM3.gbr"    "ger"     "0.03500"
"Dielectric layer-3-4"    ""    "pre"     "0.20000"
"Conductor-4"    "Layer-4 eCADSTAR_TRM3.gbr"    "ger"     "0.03500"
"Dielectric layer-4-5"    ""    "pre"     "0.30000"
"Conductor-5"    "Layer-5 eCADSTAR_TRM3.gbr"    "ger"     "0.03500"
"Dielectric layer-5-6"    ""    "pre"     "0.20000"
"Conductor-6"    "Layer-6 eCADSTAR_TRM3.gbr"    "ger"     "0.03500"
"Dielectric layer-6-7"    ""    "pre"     "0.20000"
"Conductor-7"    "Layer-7 eCADSTAR_TRM3.gbr"    "ger"     "0.03500"
"Dielectric layer-7-8"    ""    "pre"     "0.10000"
"Conductor-8"    "Bottom_Electrical eCADSTAR_TRM3.gbr"    "ger"     "0.03500"
"Resist-B"    "Bottom_Resist eCADSTAR_TRM3.gbr"    "ger"     "0.02500"
"Symbol-B"    "Bottom_Silkscreen eCADSTAR_TRM3.gbr"    "ger"     ""
"MetalMask-B"    "Bottom_Paste eCADSTAR_TRM3.gbr"    "ger"     ""
"Symbol-B-1"    "Bottom_Assembly eCADSTAR_TRM3.gbr"    "ger"     ""

Boardname
D:\CSK_Data\eCADSTAR\Training_2024\SCM_PCB_TRM3\Project\PCB\eCADSTAR_TRM3\eCADSTAR_TRM3.pdes

Board.xSize    Board.ySize
148            103
```

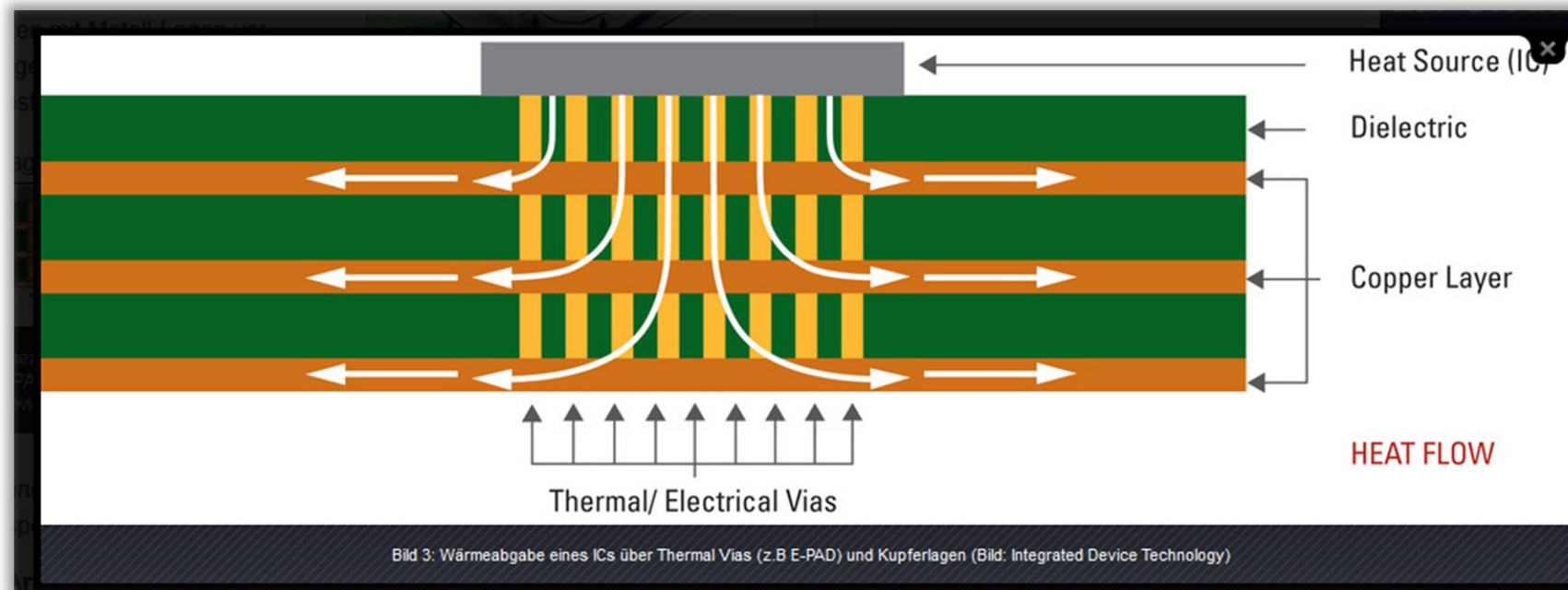


- Es werden alle verfügbaren Gerber Dateien ausgegeben, inkl. der Kupferstärke, dem Board Namen und der Board Größe.

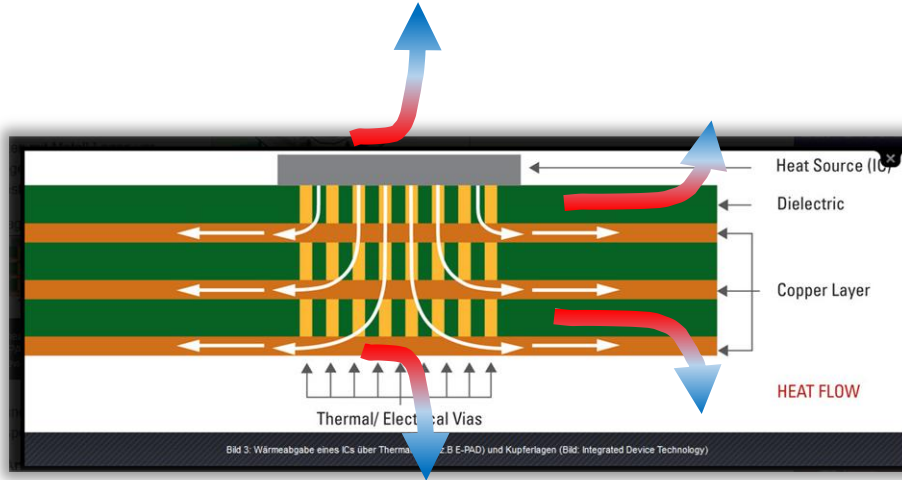
Hinweis: Ausschließlich das Programm eCADSTAR_TRM.exe kann die o.g. Datei erstellen.

Physik: Die Leiterplatte ist ein Wärmetauscher

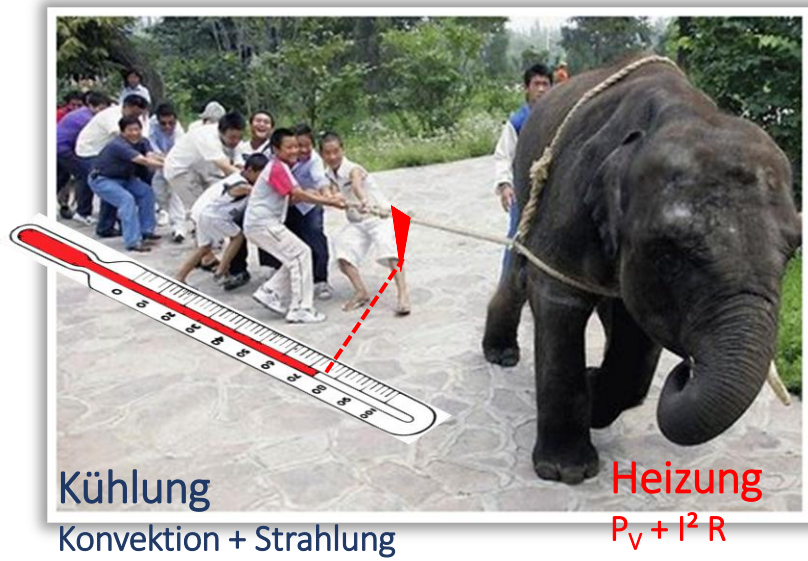
Ist schon irgendwie richtig, aber nicht ganz!



Physik: Die Leiterplatte ist ein komplexer Wärmetauscher



- Wärme fließt nicht wie Ladung nur in Kupferdrähten
- Ohne FR4 würde alles schmelzen
- (mit Thermovias geht's oft auch nicht besser)



- **Heizung** und **Kühlung** ringen ums Gleichgewicht
- Wer dominiert, das bestimmen die „Umstände“ = **Design** und **Randbedingungen**

Was ist Temperatur, was ist Wärme?

EEng: „Sowas wie Volt und Ampere, oder?“

Der Vergleich hinkt ...

- Strom fließt in oder entlang von Drähten (gelenkt)
- 0 V sind definierte geometrische Positionen
- Volt ist die Vorgabe, Ampere stellen sich ein
 - Volt ist ein „Energiezustand“
 - Ampere ist ein **Fluss** (Coulomb/sec = A)
- Wo die Energie herkommt, regeln ein Netzteil und ein Kraftwerk

MEng: „Knapp daneben. „Fast.“

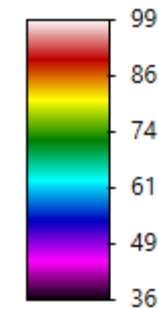
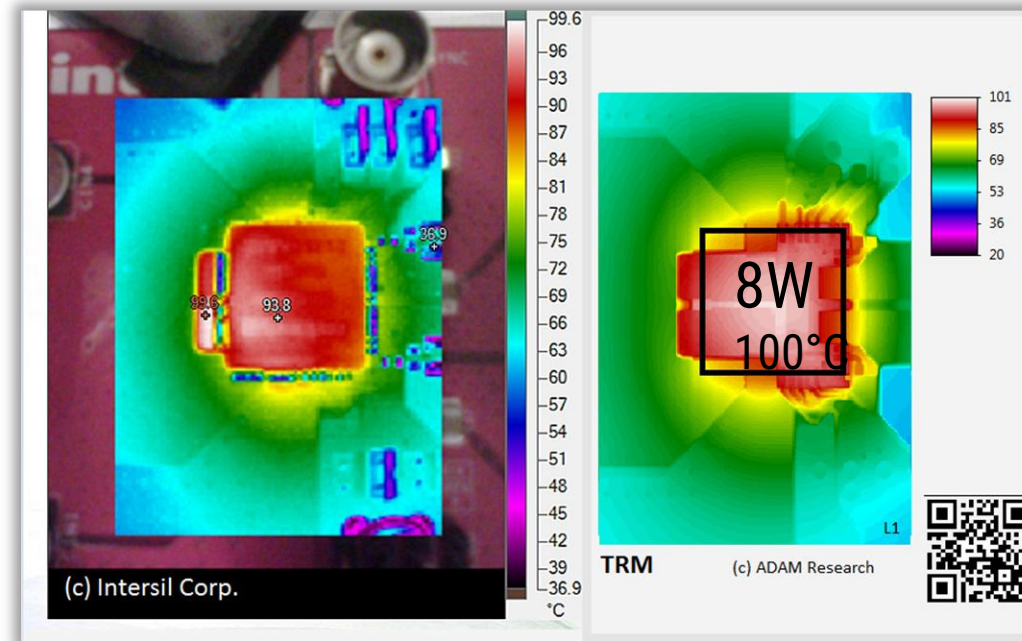
... weil:

- Wärme strömt 3-D von Warm nach Kalt - immer und vor allem überall und „verpufft“ in die Luft
- 25 °C Lufttemperatursenke ist rundherum
- Watt ist die Vorgabe. Celsius stellen sich ein
 - Watt ist ein Energie**fluss**: Joule/sec = Watt
 - Celsius (oder K) ist der Energiezustand
- Celsius sind das Ergebnis des Energiesatzes
 - HeizWatt = KühlWatt aus der Oberfläche
 - KühlWatt sind eine Funktion der Temperatur
 - Die „Temperatur“ ist die, bei der HeizWatt=KühlWatt

Wie genau ist TRM?

- **Guter Input → Guter Output**

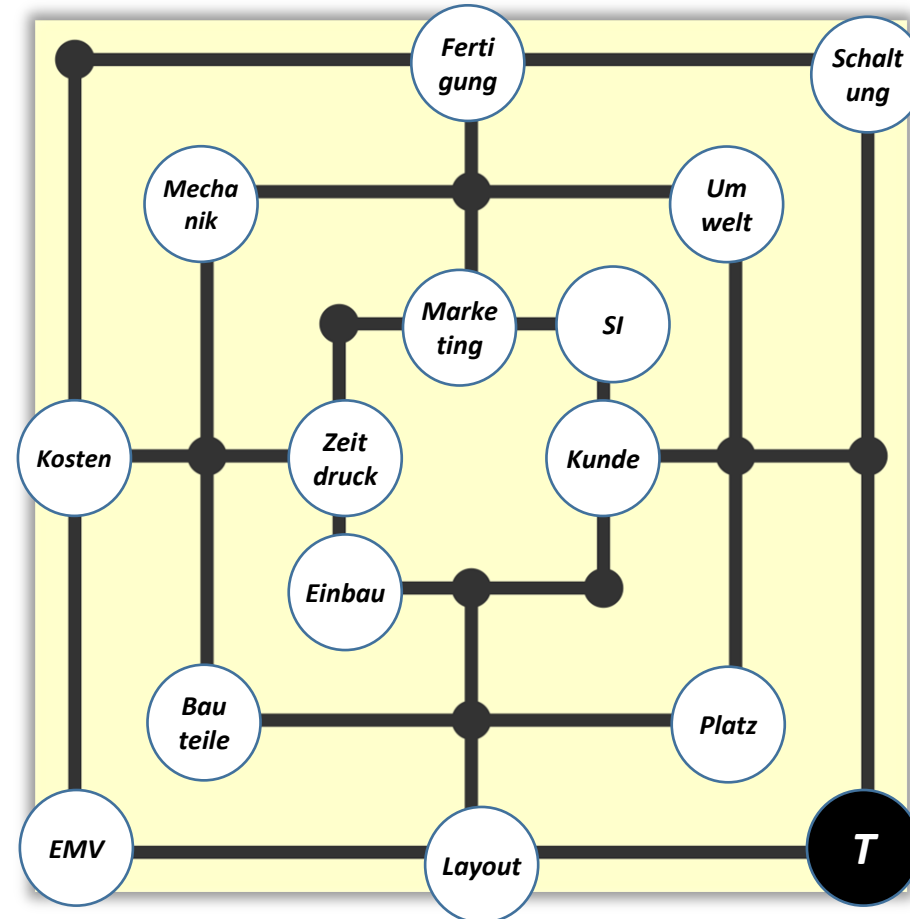
- Prio1: Watts müssen stimmen (oder Amps, RMS?)
- Prio2: Lagenaufbau (Endkupferdicke, prepregdicke, Wärmeleitf prepregs)
- Prio2: Umweltbedingungen (T_{Luft} , Wärmeübertragung)
- Prio3: Bauteile (footprints, interne physikal. Größen)
- ...



Gibt es ein optimales Thermodesign?

Die Temperatur in der Zwickmühle

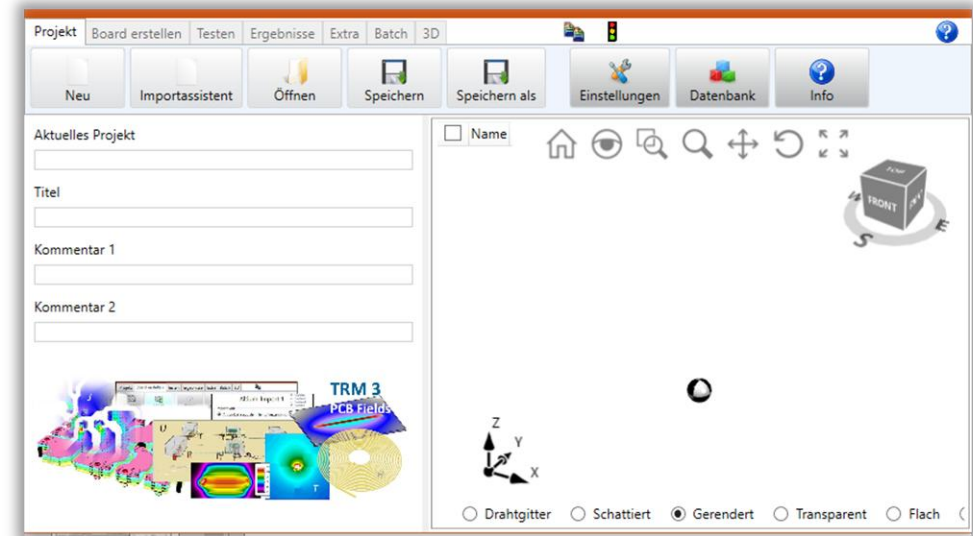
Weiß ist am Zug.



und weitere „Schurken“

Was ist die „**TRM**“ Software?

- „**Thermal Risk Management**“ oder „**Thermik Richtig(er) Machen**“
- Für einen EE entworfen = keine FEM Quälerei, keine Mechanik Features benötigt
- Berechnet 3D Temperatur- und DC-Stromverteilung in der Baugruppe
 - Heizung:
 - Bauteile (Watt oder Celsius)
 - Netze (Amp oder Volt)
 - Kühlung
 - Freie Konvektion, erzwungene Konvektion, Vakuum
- Eingeschwungener Zustand
- Transient
 - Permanente Wärmelast (bzw. elektr.)
 - Wechselnde Wärmelasten (bzw. elektr.)
- ... siehe Webseite



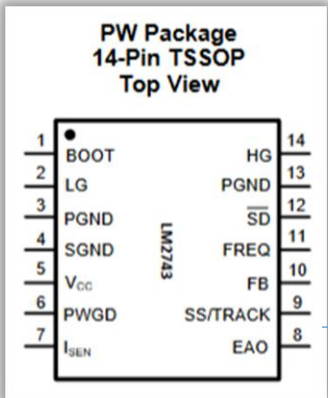
Wie kommt man zu Input-Werten von Amp und Watt?

(Ausserhalb meines Kompetenzradius)

- Spezifizierter Lastfall für Bauteile und Netze
- Worst case scenario
 - P_v und/oder I sehr hoch angenommen
 - Vorgabe der max. Temperatur -> Ablesen der Watts
- Spice Simulation
- Man guckt erstmal in die Datenblätter
- ...

$$P_V \approx I^2 * R_{DS(on)}$$

MOSFET				
R _{DS(on)h}	High side switch resistance (DDA)	25°C, V _{BST} - SW = 5.5 V	70	mΩ
	High side switch resistance (DRC)		74	
R _{DS(on)l}	Low side switch resistance	25°C	53	mΩ



$R_{\theta JA}$	Junction-to-ambient thermal resistance	107.9	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	Junction-to-case (top) thermal resistance	33.7	°C/W
$R_{\theta JB}$	Junction-to-board thermal resistance	50.7	°C/W
Ψ_{JT}	Junction-to-top characterization parameter	1.8	°C/W
Ψ_{JB}	Junction-to-board characterization parameter	50	°C/W

(1) For more information about traditional and new thermal metrics, see the *Semiconductor and IC Package Thermal Metrics* application report, [SPRA953](#).

Never!

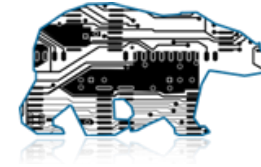
Evtl.



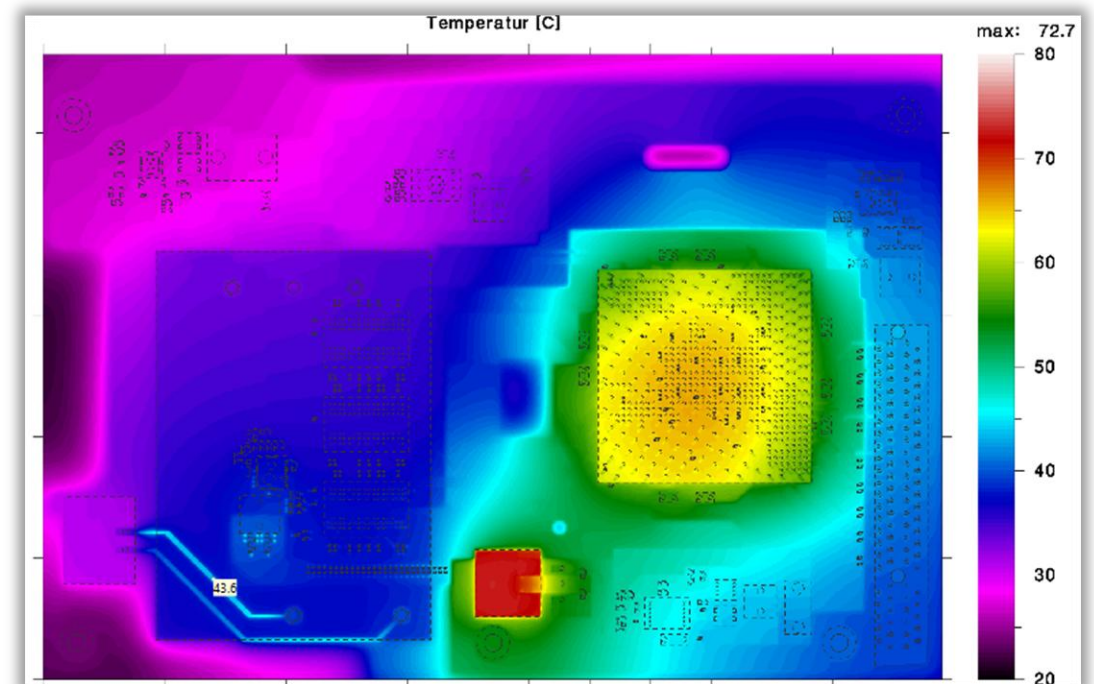
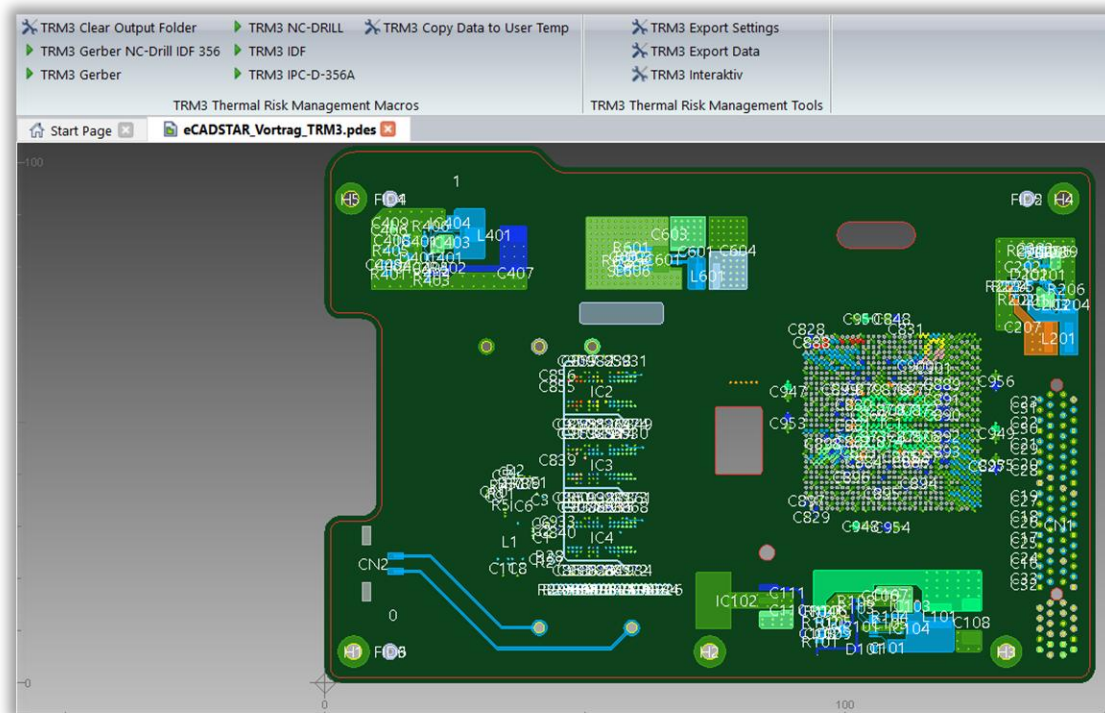


www.cskl.de

ADAM
Research

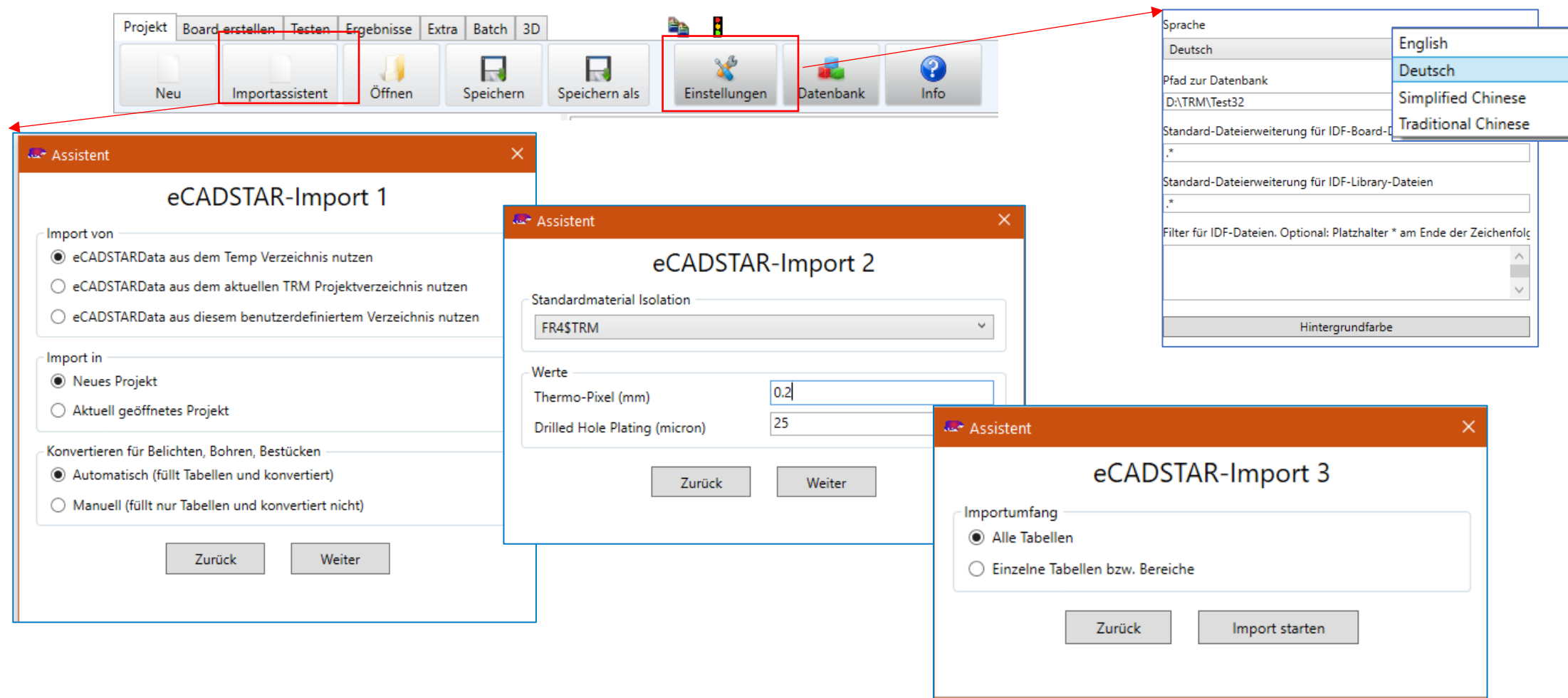


www.adam-research.de



TRM ← eCADSTAR Import

- „Wizard“ holt sich \ZukenData, konvertiert und speichert als .trm3



- Ergebnis des Wizard-Imports: 3D Layer Stack (editierbar) und Lagenfiles

Boardgröße

Projekt Board erstellen Testen Ergebnisse Extra Batch 3D

Vorbereiten Lagen Bohren Bohrungen

Rahmenstart xmin (linke untere Ecke) (default 0) (mm)
 0

Rahmenstart ymin (linke untere Ecke) (default 0) (mm)
 0

Rahmenende xmax (rechte obere Ecke) (mm)
 148

Rahmenende ymax (rechte obere Ecke) (mm)
 103

Auflösung Thermo-Pixel (mm)
 0.1

Standardmaterial Leiter
 Cu\$TRM

Standardmaterial Isolation
 FR4\$TRM

Projekt Board erstellen Testen Ergebnisse Extra Batch 3D

Vorbereiten Lagen Bohren Bohrungen Bestücken Belastungen

Level	Name	Type	File	View	FR4 w	Thick	Conductor	Dielectric	Expose	Color
1	Conductor-1	ger	Top_Electrical eCADSTAR_TRM3.gbr	Ansehen	✓	35	Cu\$TRM	FR4\$TRM	Belichten	Pink
2	Dielectric layer-1-2	pre		Ansehen	✓	100	Cu\$TRM	FR4\$TRM		
3	Conductor-2	ger	Layer-2 eCADSTAR_TRM3.gbr	Ansehen	✓	35	Cu\$TRM	FR4\$TRM	Belichten	Blue
4	Dielectric layer-2-3	pre		Ansehen	✓	200	Cu\$TRM	FR4\$TRM		
5	Conductor-3	ger	Layer-3 eCADSTAR_TRM3.gbr	Ansehen	✓	35	Cu\$TRM	FR4\$TRM	Belichten	Green
6	Dielectric layer-3-4	pre		Ansehen	✓	200	Cu\$TRM	FR4\$TRM		
7	Conductor-4	ger	Layer-4 eCADSTAR_TRM3.gbr	Ansehen	✓	35	Cu\$TRM	FR4\$TRM	Belichten	Brown
8	Dielectric layer-4-5	pre		Ansehen	✓	300	Cu\$TRM	FR4\$TRM		
9	Conductor-5	ger	Layer-5 eCADSTAR_TRM3.gbr	Ansehen	✓	35	Cu\$TRM	FR4\$TRM	Belichten	Yellow
10	Dielectric layer-5-6	pre		Ansehen	✓	200	Cu\$TRM	FR4\$TRM		
11	Conductor-6	ger	Layer-6 eCADSTAR_TRM3.gbr	Ansehen	✓	35	Cu\$TRM	FR4\$TRM	Belichten	Grey
12	Dielectric layer-6-7	pre		Ansehen	✓	200	Cu\$TRM	FR4\$TRM		
13	Conductor-7	ger	Layer-7 eCADSTAR_TRM3.gbr	Ansehen	✓	35	Cu\$TRM	FR4\$TRM	Belichten	Purple
14	Dielectric layer-7-8	pre		Ansehen	✓	100	Cu\$TRM	FR4\$TRM		
15	Conductor-8	ger	Bottom	Ansehen	✓	35	Cu\$TRM	FR4\$TRM	Belichten	Red

Drop-down

- Erzeuge leeres Template für N-Lagen
- Importiere Template
- Neu nummerieren
- Belichte alle Lagen
- Zellwert ändern
- Parameter zu Batch hinzufügen

Conductor-1

Dielectric layer-1-2

Conductor-2

Dielectric layer-2-3

Conductor-3

Dielectric layer-3-4

Conductor-4

Dielectric layer-4-5

Conductor-5

Dielectric layer-5-6

Conductor-6

Dielectric layer-6-7

Conductor-7

Dielectric layer-7-8

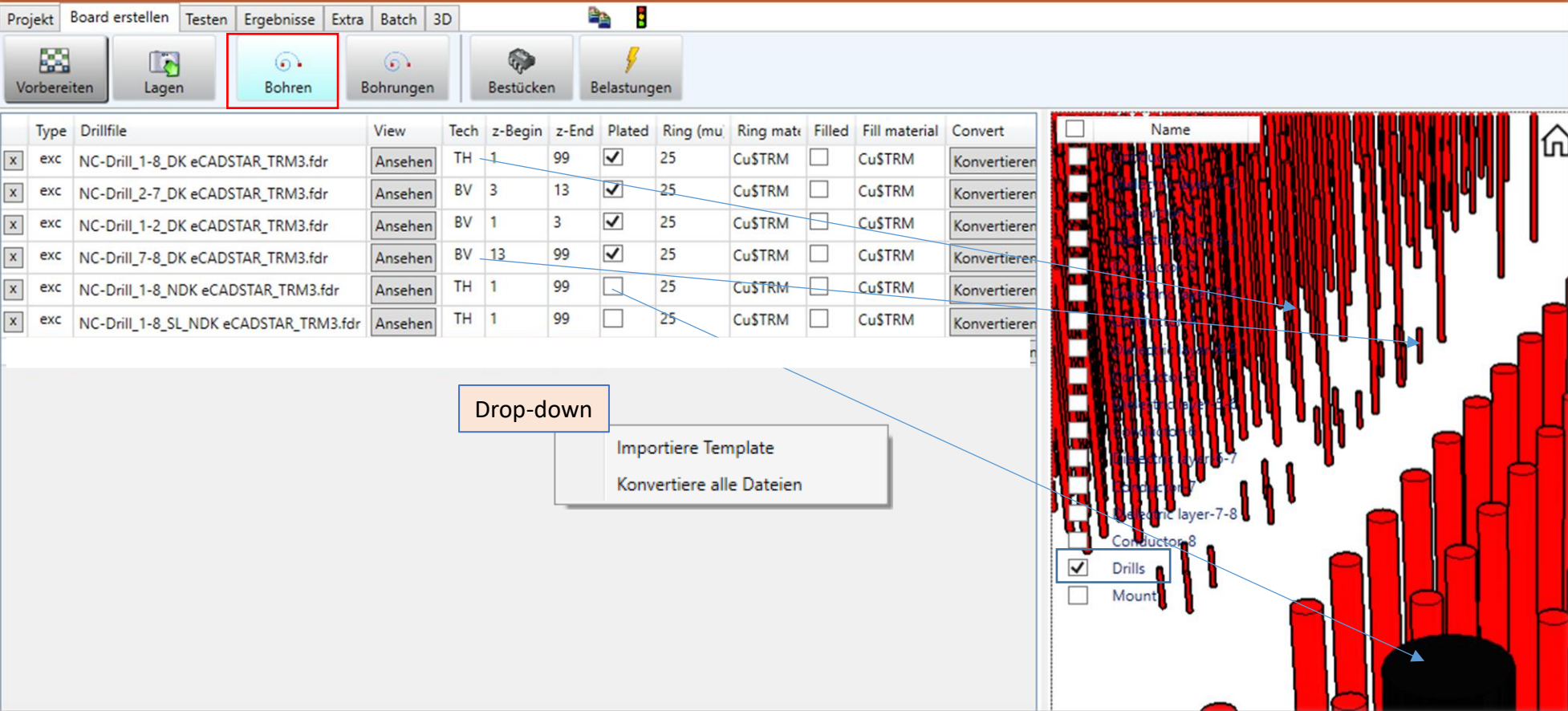
Conductor-8

Drills

Mount

7

- Ergebnis des Wizard-Imports: Bohrfile-Tabelle (editierbar)



Type	Drillfile	View	Tech	z-Begin	z-End	Plated	Ring (mu)	Ring mat	Filled	Fill material	Convert
☒	exc NC-Drill_1-8_DK eCADSTAR_TRM3.fdr	Ansehen	TH	1	99	☒	25	Cu\$TRM	☐	Cu\$TRM	Konvertieren
☒	exc NC-Drill_2-7_DK eCADSTAR_TRM3.fdr	Ansehen	BV	3	13	☒	25	Cu\$TRM	☐	Cu\$TRM	Konvertieren
☒	exc NC-Drill_1-2_DK eCADSTAR_TRM3.fdr	Ansehen	BV	1	3	☒	25	Cu\$TRM	☐	Cu\$TRM	Konvertieren
☒	exc NC-Drill_7-8_DK eCADSTAR_TRM3.fdr	Ansehen	BV	13	99	☒	25	Cu\$TRM	☐	Cu\$TRM	Konvertieren
☒	exc NC-Drill_1-8_NDK eCADSTAR_TRM3.fdr	Ansehen	TH	1	99	☐	25	Cu\$TRM	☐	Cu\$TRM	Konvertieren
☒	exc NC-Drill_1-8_SL_NDK eCADSTAR_TRM3.fdr	Ansehen	TH	1	99	☐	25	Cu\$TRM	☐	Cu\$TRM	Konvertieren

Drop-down

- Importiere Template
- Konvertiere alle Dateien

Legend:

- ☒ Drills
- ☐ Mount

- Ergebnis des Wizard-Imports: Bohrlochtafel (editierbar)

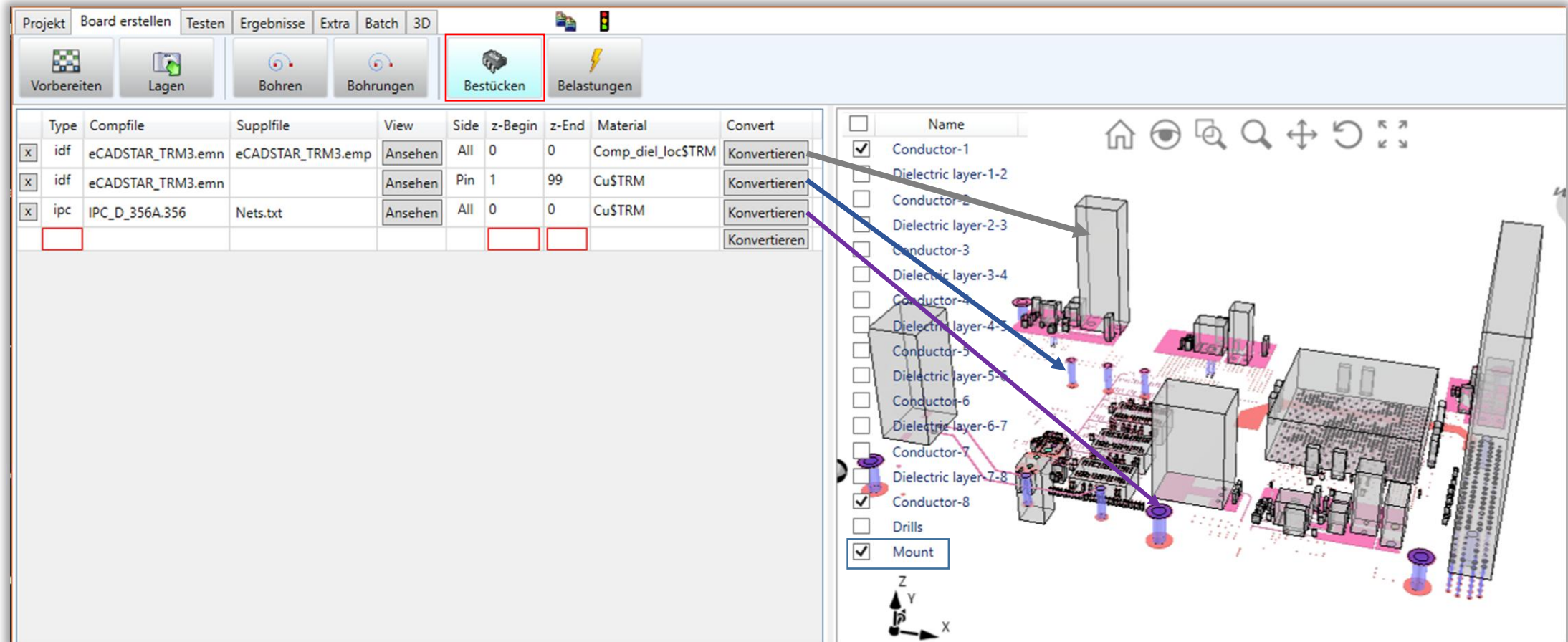
Name	Posx	Posy	Diameter	Tech	z-Begin	z-End	Plated	Ring (um)	Ring material	Filled	Fill material	Drillfile
x PTH1476exc	131	6	3	TH	1	99	✓	25	Cu\$TRM		Cu\$TRM	NC-Drill_1-8_DK eCADSTAR_T
x PTH1477exc	142	93	3	TH	1	99	✓	25	Cu\$TRM		Cu\$TRM	NC-Drill_1-8_DK eCADSTAR_T
x PTH1478exc	5	93	3	TH	1	99	✓	25	Cu\$TRM		Cu\$TRM	NC-Drill_1-8_DK eCADSTAR_T
x PBV1exc	92.8	5.3	0.2	BV	3	13	✓	25	Cu\$TRM		Cu\$TRM	NC-Drill_2-7_DK eCADSTAR_T
x PBV2exc	94.6	5.3	0.1	BV	1	3	✓	25	Cu\$TRM		Cu\$TRM	NC-Drill_1-2_DK eCADSTAR_T
x PBV3exc	113.798	15.779	0.1	BV	1	3	✓	25	Cu\$TRM		Cu\$TRM	NC-Drill_1-2_DK eCADSTAR_T
x PBV4exc	134.22	19	0.1	BV	1	3	✓	25	Cu\$TRM		Cu\$TRM	NC-Drill_1-2_DK eCADSTAR_T
x PBV5exc	134.78	19	0.1	BV	1	3	✓	25	Cu\$TRM		Cu\$TRM	NC-Drill_1-2_DK eCADSTAR_T
x PBV6exc	134.78	20.1	0.1	BV	1	3	✓	25	Cu\$TRM		Cu\$TRM	NC-Drill_1-2_DK eCADSTAR_T
x PBV7exc	134.22	20.1	0.1	BV	1	3	✓	25	Cu\$TRM		Cu\$TRM	NC-Drill_1-2_DK eCADSTAR_T
x PBV8exc	134.22	23	0.1	BV	1	3	✓	25	Cu\$TRM		Cu\$TRM	NC-Drill_1-2_DK eCADSTAR_T
x PBV9exc	134.78	23	0.1	BV	1	3	✓	25	Cu\$TRM		Cu\$TRM	NC-Drill_1-2_DK eCADSTAR_T
x PBV10exc	134.78	24.1	0.1	BV	1	3	✓	25	Cu\$TRM		Cu\$TRM	NC-Drill_1-2_DK eCADSTAR_T
x PBV11exc	134.22	24.1	0.1	BV	1	3	✓	25	Cu\$TRM		Cu\$TRM	NC-Drill_1-2_DK eCADSTAR_T
x PBV12exc	134.22	27	0.1	BV	1	3	✓	25	Cu\$TRM		Cu\$TRM	NC-Drill_1-2_DK eCADSTAR_T
x PBV13exc	134.78	27	0.1	BV	1	3	✓	25	Cu\$TRM		Cu\$TRM	NC-Drill_1-2_DK eCADSTAR_T
x PBV14exc	134.78	28.1	0.1	BV	1	3	✓	25	Cu\$TRM		Cu\$TRM	NC-Drill_1-2_DK eCADSTAR_T
x PBV15exc	134.22	28.1	0.1	BV	1	3	✓	25	Cu\$TRM		Cu\$TRM	NC-Drill_1-2_DK eCADSTAR_T

Drop-down

- Importiere Template
- Zeile duplizieren
- Pattern
- Zellwert ändern
- Ausgewählte Zeilen löschen
- Alle Zeilen löschen

Drillfile: NC-Drill_1-8_NDK e
 Name: NTH6exc
 Posx: 140.7
 Posy: 17.05
 Diameter: 2.35
 Tech: TH
 Begin: 1
 End: 99
 Plated: False
 Ring: 25
 Ring material: Cu\$TRM
 Filled?: False
 Fill material: Cu\$TRM
 Hier klicken, um Objekt zu wählen

- Ergebnis des Wizard-Imports: Bestückfiles-Tabelle (editierbar)



Type	Comfile	Supplfile	View	Side	z-Begin	z-End	Material	Convert
☒ idf	eCADSTAR_TRM3.emn	eCADSTAR_TRM3.emp	Ansehen	All	0	0	Comp_diel_locSTRM	Konvertieren
☒ idf	eCADSTAR_TRM3.emn		Ansehen	Pin	1	99	Cu\$TRM	Konvertieren
☒ ipc	IPC_D_356A.356	Nets.txt	Ansehen	All	0	0	Cu\$TRM	Konvertieren
☐								Konvertieren

Legend:

- ☐ Name
- ☒ Conductor-1
- ☐ Dielectric layer-1-2
- ☐ Conductor-2
- ☐ Dielectric layer-2-3
- ☐ Conductor-3
- ☐ Dielectric layer-3-4
- ☐ Conductor-4
- ☐ Dielectric layer-4-5
- ☐ Conductor-5
- ☐ Dielectric layer-5-6
- ☐ Conductor-6
- ☐ Dielectric layer-6-7
- ☐ Conductor-7
- ☐ Dielectric layer-7-8
- ☒ Conductor-8
- ☐ Drills
- ☒ Mount

(Z-Achse hier 5-fach überhöht)

- Ergebnis des Wizard-Imports: Belastungstabelle (editierbar)

Projekt Board erstellen Testen Ergebnisse Extra Batch 3D

Vorbereiten Lagen Bohren Bohrungen Bestücken **Belastungen**

ampere<>0 or watt>0

	Index	Name	PosX	PosY	DimX	DimY	Height	Begin	End	Material	Form	K/W-board	K/W-air	Watt	Celsius	Ampere	Volt	Type
+ x	164	E1	18.6	6.6	45.2	64	19.2	0	0	Ignore\$TR	r	-1	-1	0.2				Type 2R;true;5.000;true;4.000;
+ x	170	IC1	91.45	32.45	35.1	35.1	2.3	0	0	Comp_diel	r	-1	-1	1.05				Type 2R;true;0.400;true;0.300;
+ x	172	IC102	71.1	10.4	16	10.8	4.83	0	0	Comp_diel	r	-1	-1	1.1				Type 2R;true;7.000;true;6.000;
+ x	175	IC2	46.2	51.5	14	9	1.1	100	100	Comp_diel	r	-1	-1	1.1				Type 2R;true;44.000;true;33.000;
+ x	179	IC3	46.2	37.5	14	9	1.1	100	100	Comp_diel	r	-1	-1	1.1				Type 2R;true;44.000;true;33.000;
+ x	180	IC4	46.2	23.5	14	9	1.1	100	100	Comp_diel	r	-1	-1	1.1				Type 2R;true;44.000;true;33.000;
+ x	184	IC6	34.95	31.1	5.3	5.8	1.15	100	100	Comp_diel	r	-1	-1	0.4				Type 2R;true;910.000;true;78.000;
+ x	185	IC601	60.62	78.84	8	5.2	1.7	0	0	Comp_diel	r	-1	-1	1.1				Type 2R;true;7.000;true;6.000;
+ x	1080	GND0V~IC104-3	110.8	10.27	0.45	-1	2	1	1	Cu\$TRM	c	-1	-1			1.9		Type
+ x	1099	GND0V~IC201-11	140.1	78.23	0.234	-1	2	1	1	Cu\$TRM	c	-1	-1			-0.25		Type
+ x	1100	GND0V~IC201-12	140.1	78.73	0.234	-1	2	1	1	Cu\$TRM	c	-1	-1			-0.25		Type
+ x	1101	GND0V~IC201-13	136.8	78.73	0.234	-1	2	1	1	Cu\$TRM	c	-1	-1			-0.25		Type
+ x	1102	GND0V~IC201-14	136.8	78.23	0.234	-1	2	1	1	Cu\$TRM	c	-1	-1			-0.25		Type
+ x	1105	GND0V~IC204-3	142.67	74.23	0.45	-1	2	1	1	Cu\$TRM	c	-1	-1			1.9		Type
+ x	1142	GND0V~IC401-11	17.85	86.58	0.234	-1	2	1	1	Cu\$TRM	c	-1	-1			-0.25		Type
+ x	1143	GND0V~IC401-12	17.35	86.58	0.234	-1	2	1	1	Cu\$TRM	c	-1	-1			-0.25		Type
+ x	1144	GND0V~IC401-13	17.35	83.32	0.234	-1	2	1	1	Cu\$TRM	c	-1	-1			-0.25		Type
+ x	1145	GND0V~IC401-14	17.85	83.32	0.234	-1	2	1	1	Cu\$TRM	c	-1	-1			-0.25		Type
+ x	1322	PS1_RL~IC103-3	113.7	15.12	0.45	-1	2	1	1	Cu\$TRM	c	-1	-1			1.9		Type
+ x	1322	PS1_RL~IC104-5	113.7	0.625	0.45	-1	2	1	1	Cu\$TRM	c	-1	-1			2		Type

Drop-down

- Farbe
- Zellwert ändern
- Kopieren
- Einfügen
- Zeile(n) kopieren
- Zeile(n) einfügen
- Zeile duplizieren
- Zeilen tauschen
- Neu nummerieren
- Ausgewählte Zeilen löschen
- *.mnt Datei hinzufügen
- Kombiniere Load Werte von .csv
- Exportiere Load Werte nach .csv
- Importieren von *.txt
- Exportieren zu *.txt
- Parameter zu Batch hinzufügen

Zeichnen Filter Hintergrund Zoom/Pan

Alle Bauteile Bauteile oben Bauteile unten Bauteilschichten

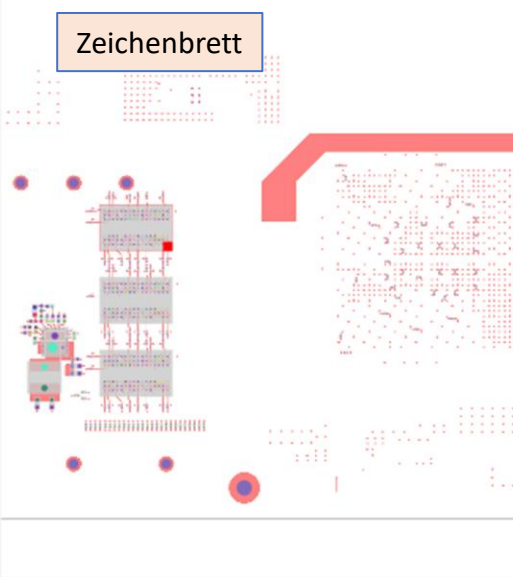
Bauteile

IC2
 IC201
 IC203
 IC204
 IC3
 IC4
 IC401

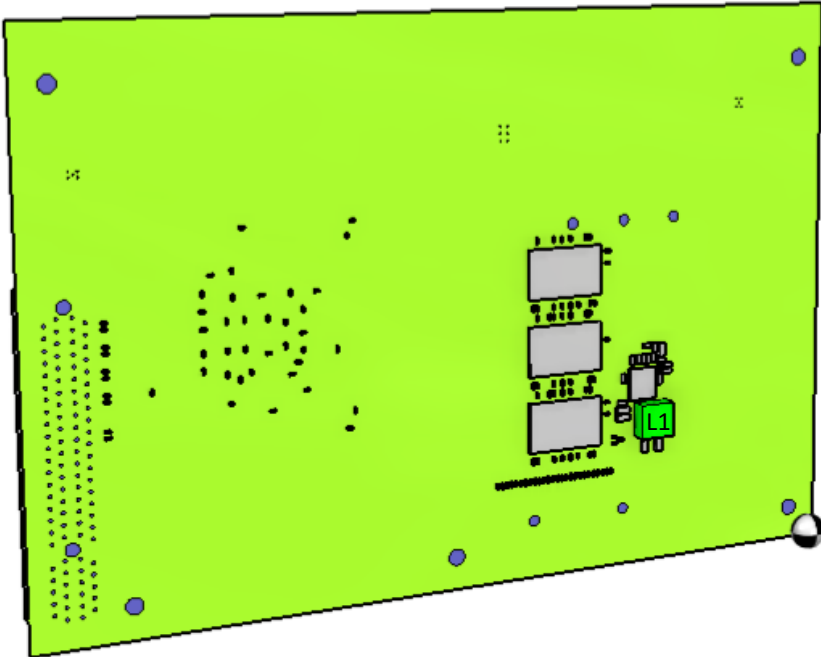
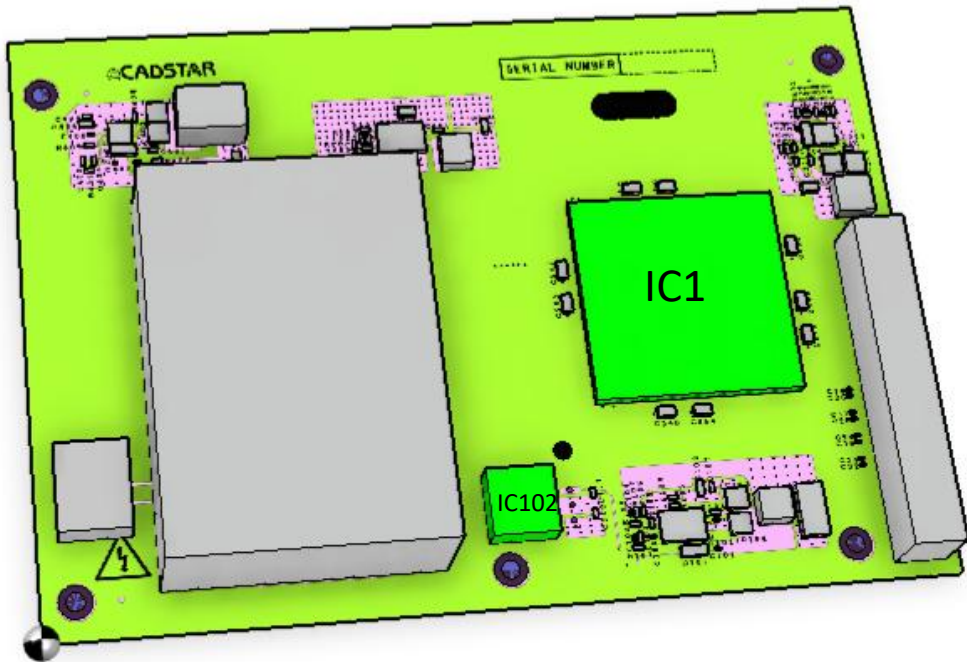
Eigenschaften

Eigenschaft	Wert
Name	IC2
x	46.200
y	51.500
Dim x	14.000
Dim y	9.000
Höhe	1.100
Winkel	0.000

Zeichenbrett



Was nehmen wir für die Watts?



Vorbereiten

Lagen

Bohren

Bohrungen

Bestücken

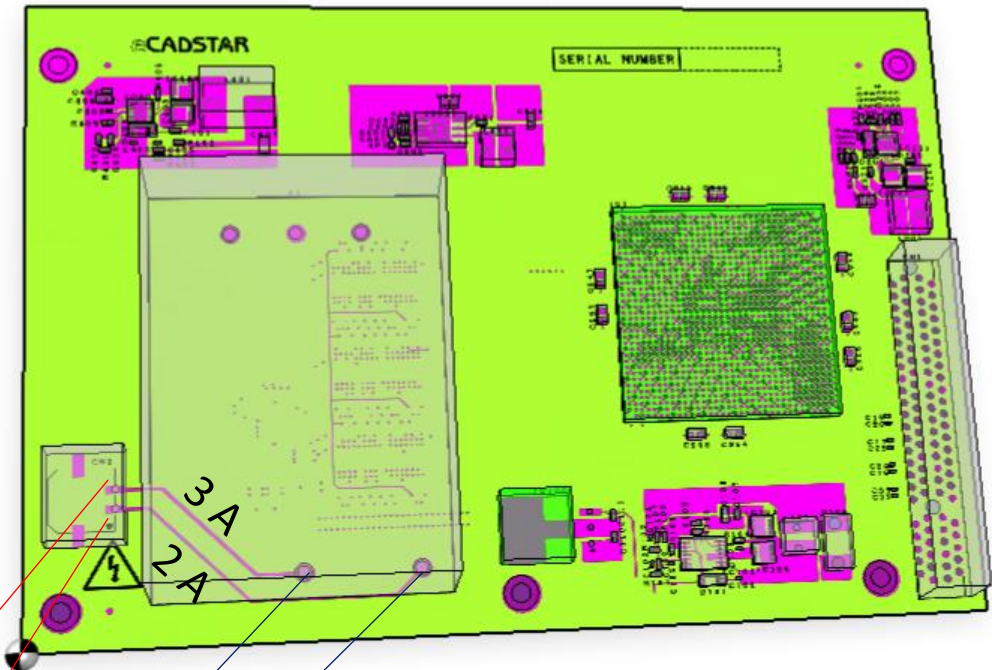
Belastungen

watt>0

Löschen

	Index	Name	PosX (mm)	PosY (mm)	DimX (mm)	DimY (mm)	Height (mm)	Begin	End	Material	Form	K/W-board	K/W-air	Watt	Celsius	Ampere	Volt	Type
+ x	170	IC1	91.45	32.45	35.1	35.1	2.3	0	0	Comp_diel_loc\$TRM	r	-1	-1	5				Type
+ x	172	IC102	71.1	10.4	16	10.8	4.83	0	0	Comp_diel_loc\$TRM	r	-1	-1	1.5				Type
+ x	186	L1	32.32	24.02	6.56	6.36	3.1	100	100	Comp_diel_loc\$TRM	r	-1	-1	1				Type
																		Type

Was nehmen wir für die Amperes?



L1

	Index	Name	PosX (mm)	PosY (mm)	DimX (mm)	DimY (mm)	Height (mm)	Begin	End	Material	Form	K/W-board	K/W-air	Watt	Celsius	Ampere	Volt
+ x	381	ACT_N~R23-2	46.3	18.28	0.306	-1	2	99	99	Cu\$TRM	c	-1	-1			0	
+ x	382	AC_LIVE_IN~CN2-2	13.47	24.4	1.143	-1	2	1	1	Cu\$TRM	c	-1	-1			3	
+ x	383	AC_LIVE_IN~E1-1	41.2	10.6	2.7	-1	2	1	1	Cu\$TRM	c	-1	-1			-3	
+ x	384	AC_NEUTRAL_IN~CN2-1	13.47	21.4	1.143	-1	2	1	1	Cu\$TRM	c	-1	-1			2	
+ x	385	AC_NEUTRAL_IN~E1-2	58.98	10.6	2.7	-1	2	1	1	Cu\$TRM	c	-1	-1			-2	
+ x	401	ADDR[12]~IC1-AC9	100.5	44.5	0.54	-1	2	1	1	Cu\$TRM	c	-1	-1			0	

Umweltbedingungen

Projekt Board erstellen Testen Ergebnisse Extra Batch 3D

Umgebung Rechen Logdateien

☒ **Standard (Assistent siehe unten)**

	Oberseite	Unterseite
Umgebungstemperatur °C:	20	20
Wärmeübertragung W/m²K:	12	12

☐ **Besondere Wärmeübertragung**

	Oberseite	Unterseite
Lufttemperatur °C:	20	20
Konv. Wärmeübertragung W/m²K:	6	6
Wand existiert (andernfalls Fernfeld):	☒	☒
Wand- oder Fernfeldtemperatur °C:	20	20
Wandemissivität:	0.95	0.95

☐ **PCB im Vakuum**

	Oberseite	Unterseite
Strahlungstemperatur °C:	20	20

☐ **Adaptiv**

Umgebungstemperatur °C: 20

Wärmeübergangsassistent ?

Berechnungsflags

Projekt Board erstellen Testen Ergebnisse Extra Batch 3D

Umgebung **Rechen** Logdateien

Genauigkeit

Berechnung bei diesem Fehler beenden (in %): 1

Max. Anzahl an Iterationen: 20000

Was ist zu berechnen?

☐ Strom ☐ H-Feld ☒ Temperatur

Wie soll die Berechnung starten?

☒ Strom neu ☐ Strom fortführen

☒ Temperatur neu ☐ Temperatur fortführen

Logbuchnotiz:

mein erster Lauf

Optionen

☒ Keine

☐ Temperaturabhängig

☐ Transient

Bericht

☐ Erzeuge keine Reportbilder

☐ Erzeuge Reportbilder ohne Beschriftung

☒ Erzeuge Reportbilder mit Beschriftung nur auf Bauteilebene

☐ Erzeuge Reportbilder mit Beschriftung aller Ebenen

☒ Temperaturpalette Pfau anstatt Regenbogen

Einstellungen

Volt: ☐ (langsam) ☐ schnell ☐ (turbo) ☒ nicht-iterativ

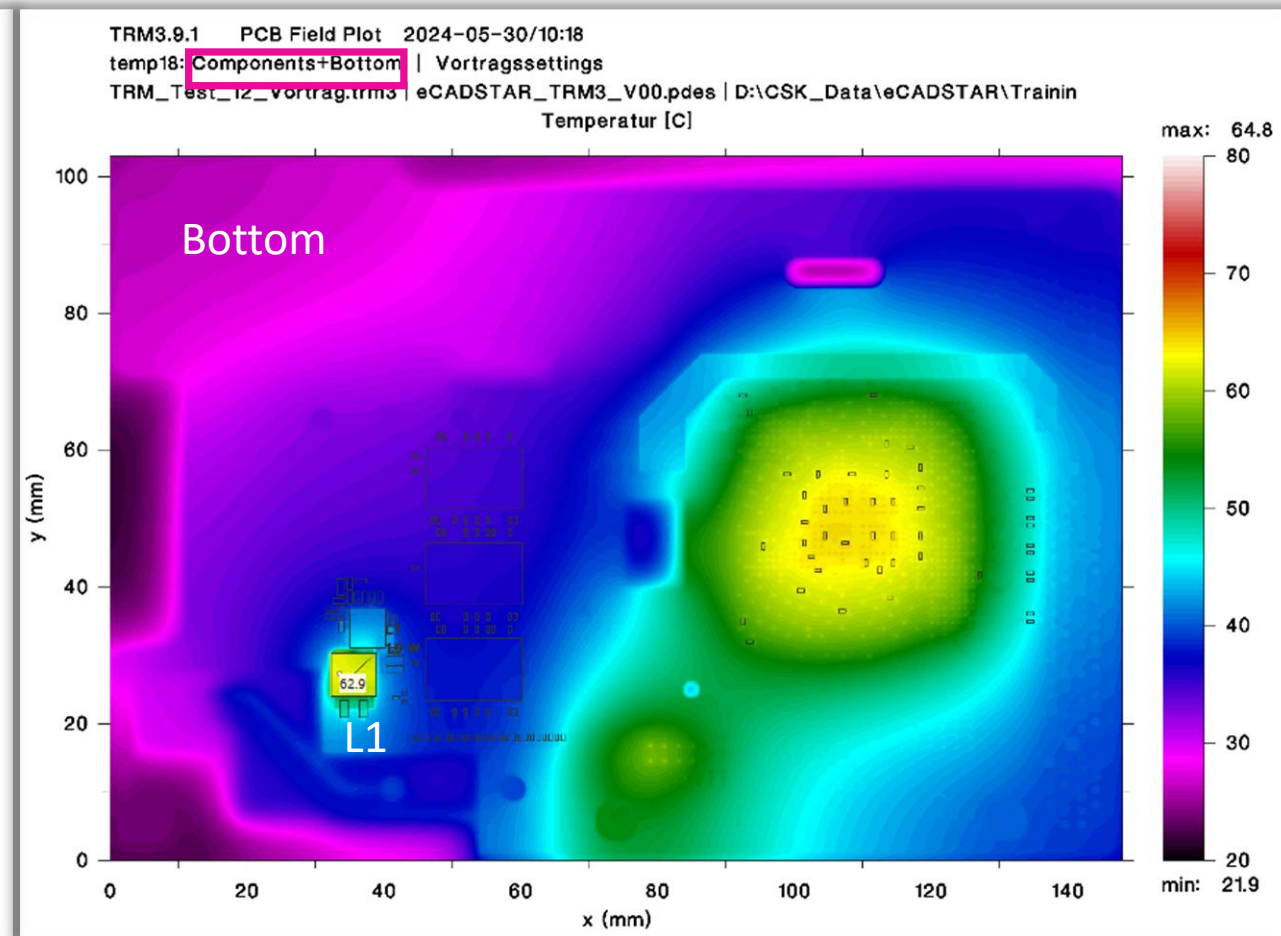
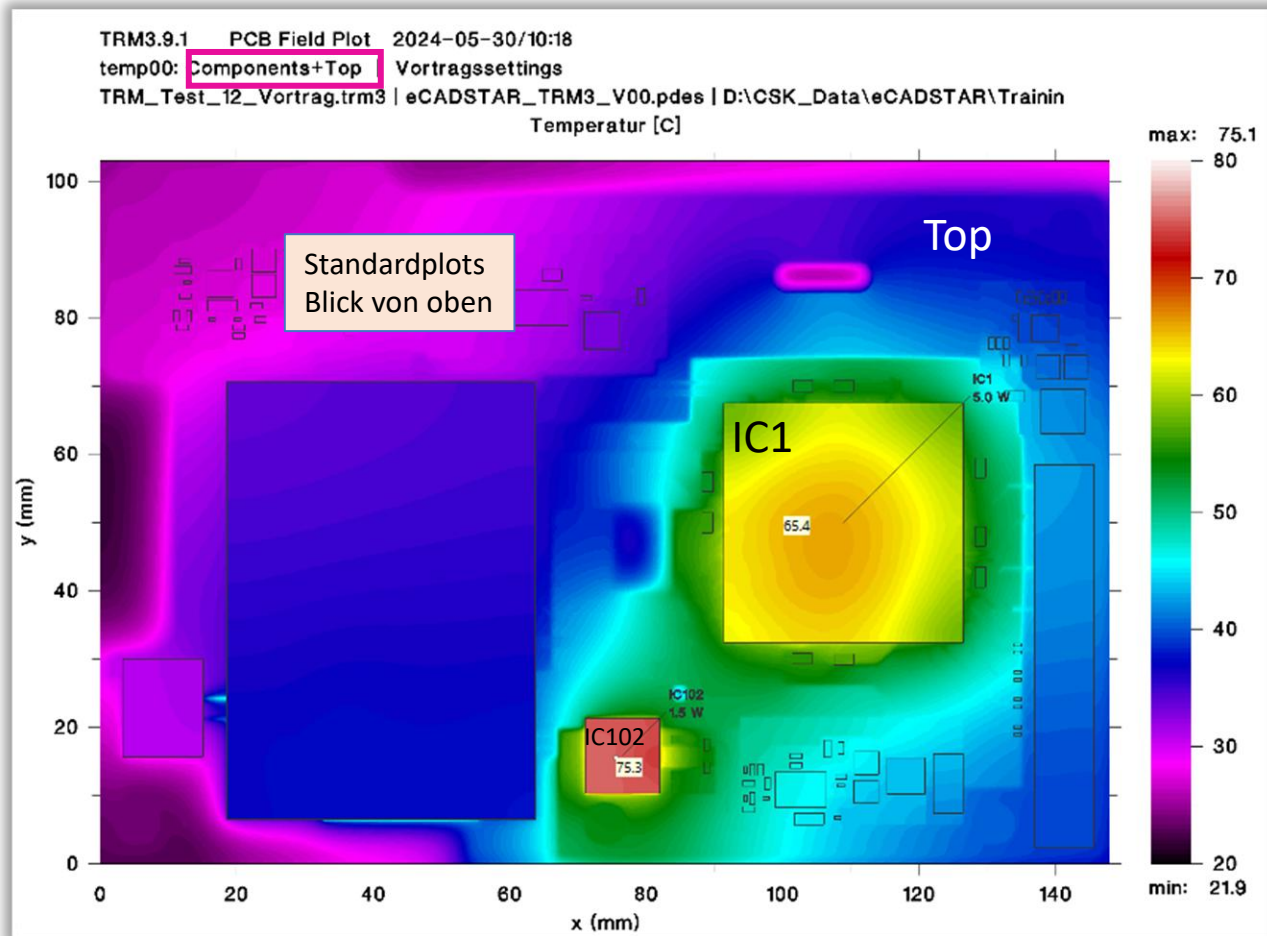
Temp: ☐ (langsam) ☐ schnell ☒ turbo ☐ (nicht-iterativ)

Berechnung starten Berechnung stoppen

Erweiterte Berechnungsoptionen

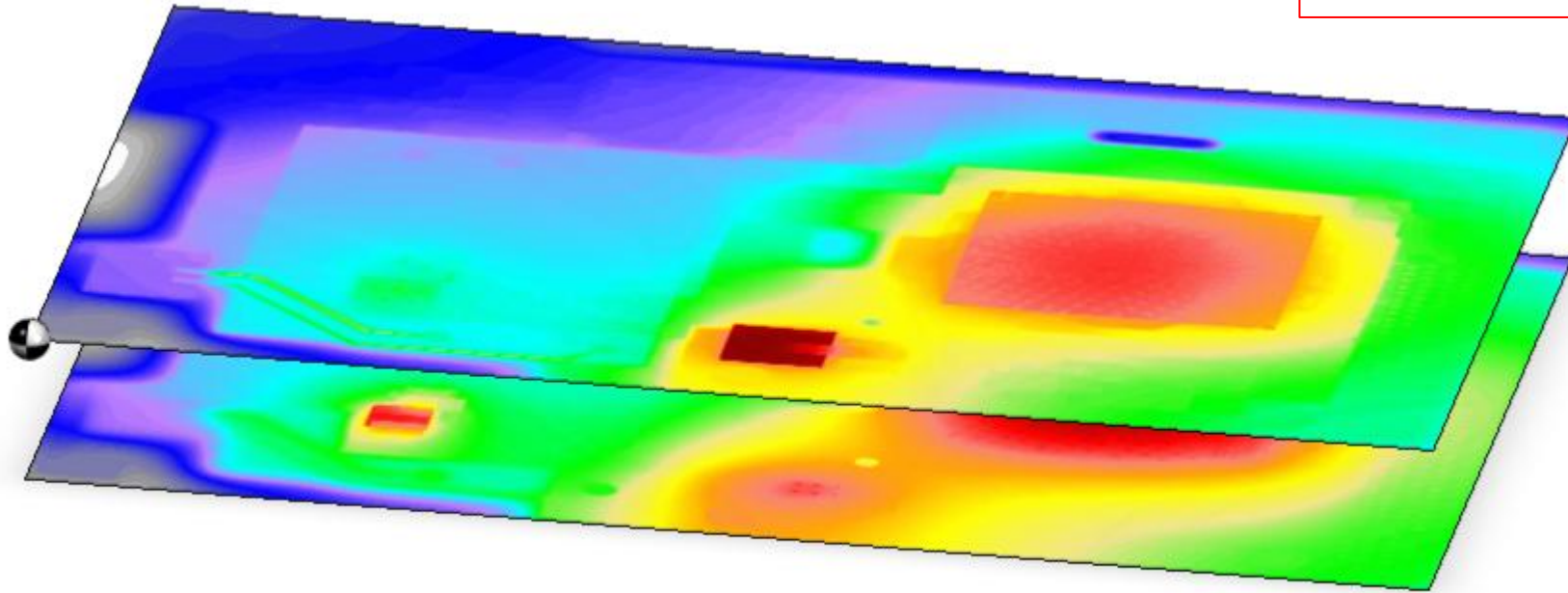
TRM Ergebnisse

- Temperatur. 2D automatische Bilder
- Oberflächen

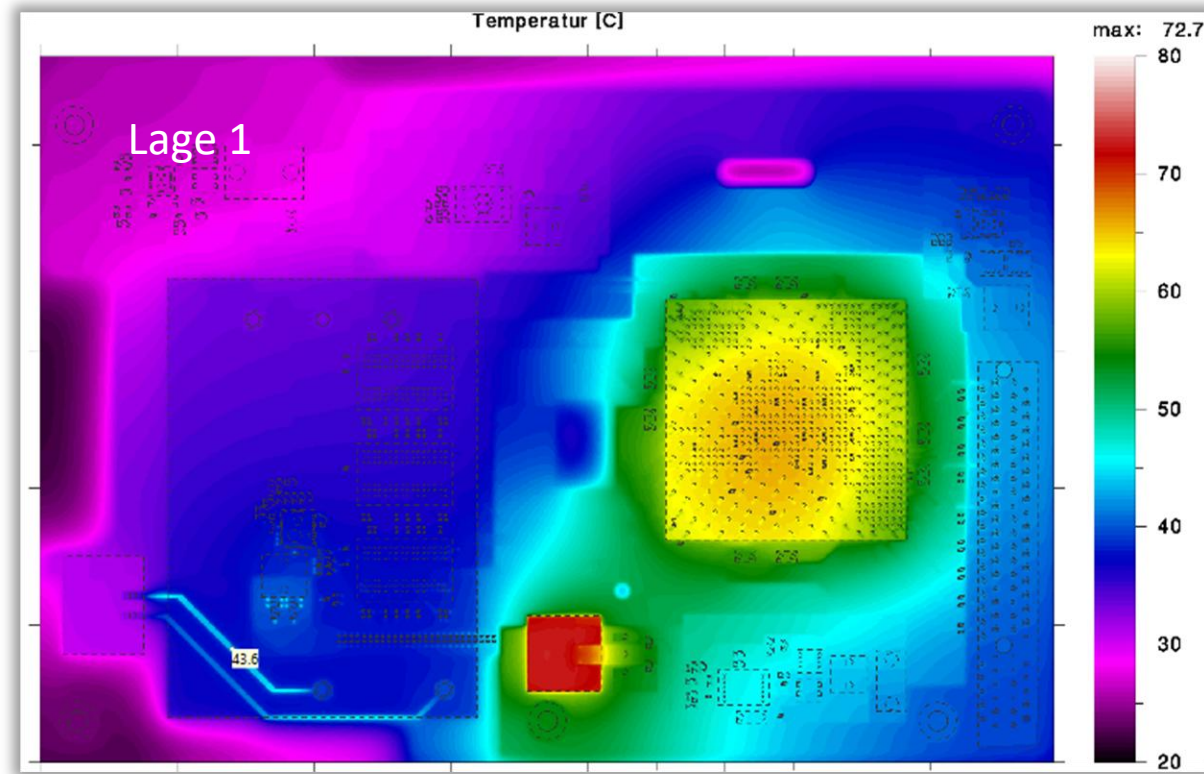


- Temperatur. 3D Interaktiv

- Standardplots (ohne Arbeit)
- 3D Interaktiv
- Tabellen
- 2D interaktiv
- ...

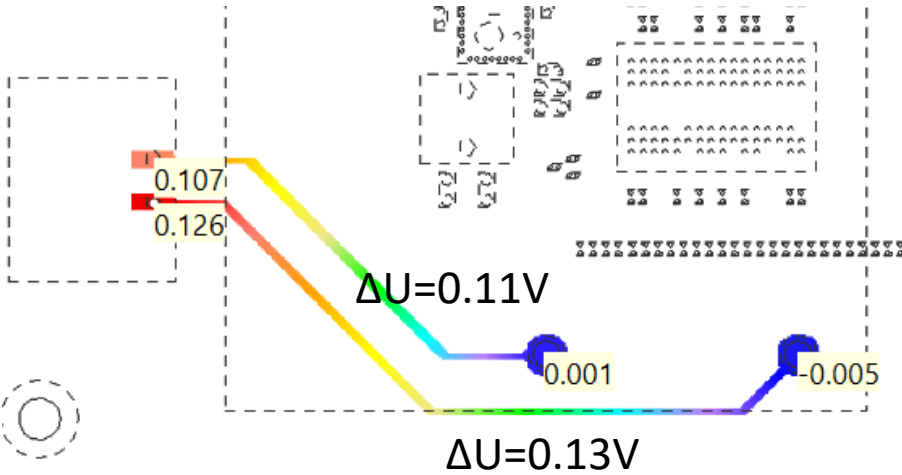


- Temperatur.
- Lagen, Bauteile durchsichtig.



Potential, Spannungsabfall

Automatische elektro-thermische Tabellen



Report by Levels
0 Top components 0.000 W
1 top silk 0.000 W
2 Conductor-1 0.543 W
3 Dielectric layer-1-2 0.000 W
4 Conductor-2 0.000 W
5 Dielectric layer-2-3 0.000 W
6 Conductor-3 0.000 W
7 Dielectric layer-3-4 0.000 W
8 Conductor-4 0.000 W
9 Dielectric layer-4-5 0.000 W
10 Conductor-5 0.000 W
11 Dielectric layer-5-6 0.000 W
12 Conductor-6 0.000 W
13 Dielectric layer-6-7 0.000 W
14 Conductor-7 0.000 W
15 Dielectric layer-7-8 0.000 W
16 Conductor-8 0.000 W
17 Bottom silk 0.000 W
18 Bottom components 0.000 W
Total Joule Heat= 0.544 W

Report of Electric Results per Net in Traces

Net	Flux(A)>0	Flux(A)<0	Umin(V)	Umax(V)	Vdrop(mV)	RDC(mOhm)	PJoule(W)	Comment
1 AC_LIVE_IN	3.000	-3.000	-0.000	0.106	106.291	35.430	0.299	
2 AC_NEUTRAL_IN	2.000	-2.000	-0.005	0.126	130.978	65.489	0.245	
Total Heat							0.544	

- Umwelt (ohne Strömungsmechanik)
 - Standard
 - Adaptiv
 - Vakuum (nur IR Strahlung)
 - Lüfter
- Transienten
 - Aufheizung bei gegebenen konstanten Watts/Amps
 - Zeitabhängiges Lastprofil (xls Input)
- Batch mode

- Temperaturabhängigkeit
 - Leitfähigkeiten ändern sich mit T
 - Statisch
 - Transient (trace fuse)
- Thermische Specs Bauteile
 - $R_{th-J.top}$, $R_{th-J.bot}$
 - $R_{th,Kühlkörper}$, $R_{th,underfill}$
- Elektrisch leitende Bauteile
 - Gegeben Ohm $\rightarrow \Delta U \rightarrow P_V \rightarrow T$

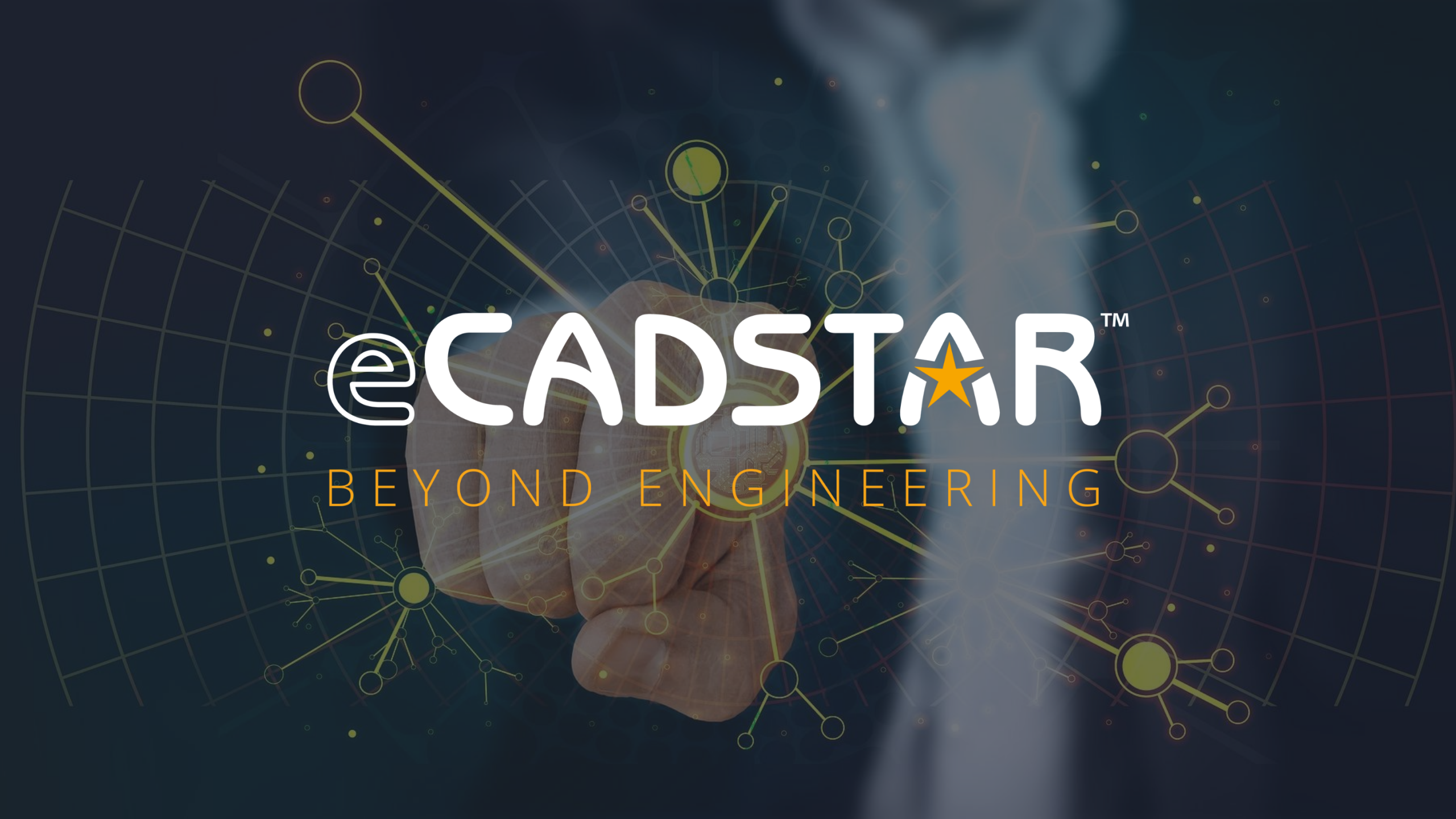
ANY QUESTIONS?



info@csl.de



+49 431 32142-40

The background of the image features a dark blue field with a faint grid of white lines. A central, semi-transparent image shows a hand holding a small, square microchip. Radiating from the chip and hand are numerous thin, yellow lines that connect to various circular nodes of different sizes, creating a network-like structure. The text 'eCADSTAR' is prominently displayed in the center, with the 'e' in a stylized white font and the rest in a bold, white, sans-serif font. A yellow star is positioned between the 'A' and 'R'.

eCADSTAR™

BEYOND ENGINEERING