

TRM

Ihre Software für die thermische Analyse von Leiterplatten und Baugruppen

Bauteile und Ströme heizen die Leiterplatte - aber wie heiß wird es werden?

Werden die Temperaturlimits einhalten?

Sie meinen ein Blick ins Datenblatt oder eine AppNote reicht aus? ...

... Niemals !

Kein Datenblatt der Welt wird Ihnen die Temperatur für Ihr Layout sagen können!

Unsere Software TRM kann es und macht Ihnen Bilder davon.

Und es ist einfacher als Sie denken!

Bauteile >

CAD Import >

Eingaben >

Strom >

Spannungsabfall >

Zeitabhängig >

Induktivität >

Technologie >

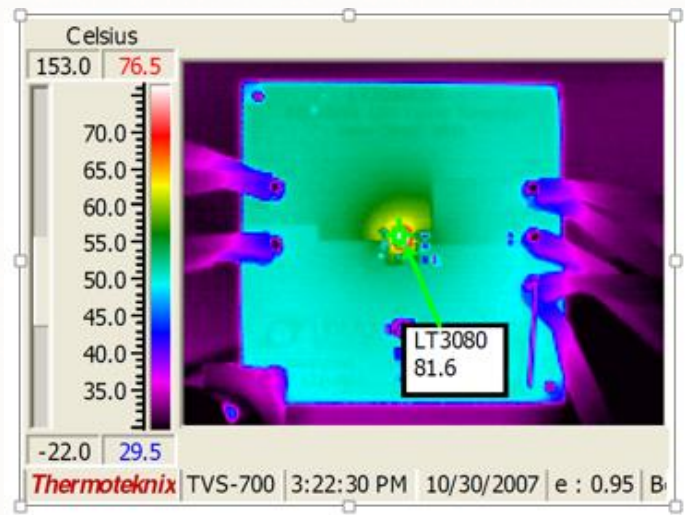
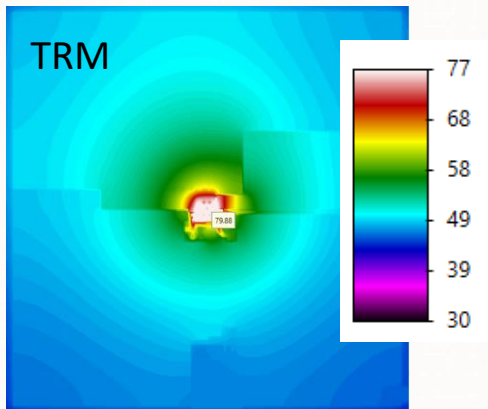
Sonderaufbauten >

Kontakt >

> Bauteile

3D-Wärmeverteilung wird in im gesamten Leiterplattenvolumen berechnet.

Alle Lagen, Alle prepregs, alle Via.
Übereinstimmung mit Messung.

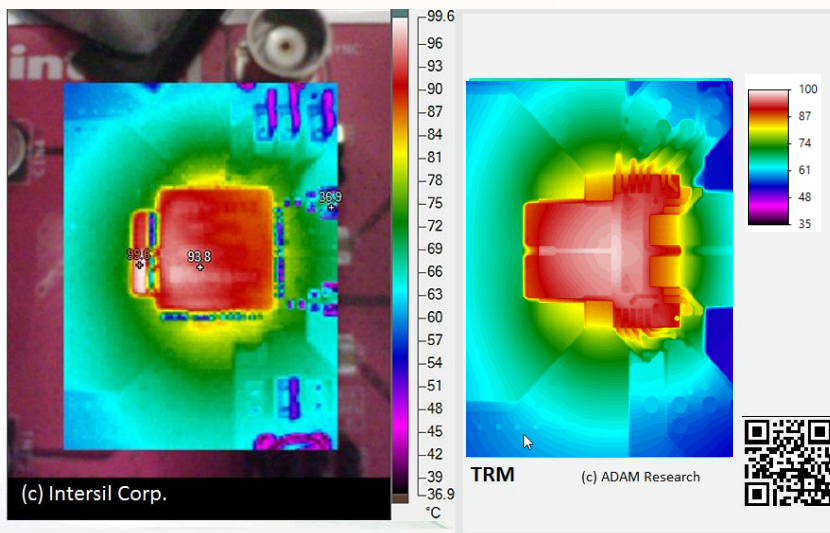


<https://www.analog.com/media/en/dsp-documentation/evaluation-kit-manuals/dc995A.pdf>

Kühlung über
Konvektion,
Kühlkörper oder Cold-
Plate

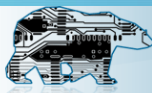
Materialdaten liegen in
einer
individualisierbaren
Materialdatenbank
Wieviel Verlustleistung
ergibt welche
Temperatur?

Welcher Temperatur
entspricht welche
Verlustleistung?



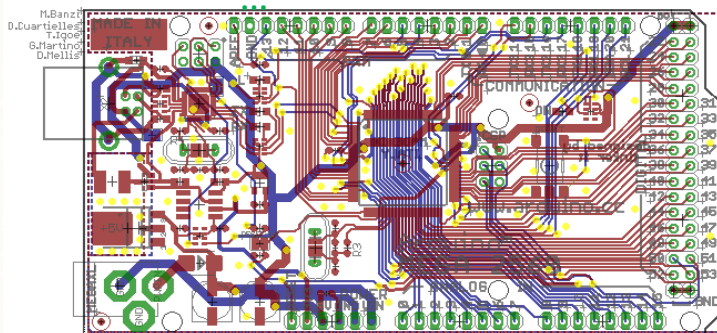
<http://www.intersil.com/content/dam/Intersil/documents/an19/an1922.pdf>

https://www.adam-research.de/pdfs/TRM_CaseStudy1.pdf



> CAD Import 1/2

Von

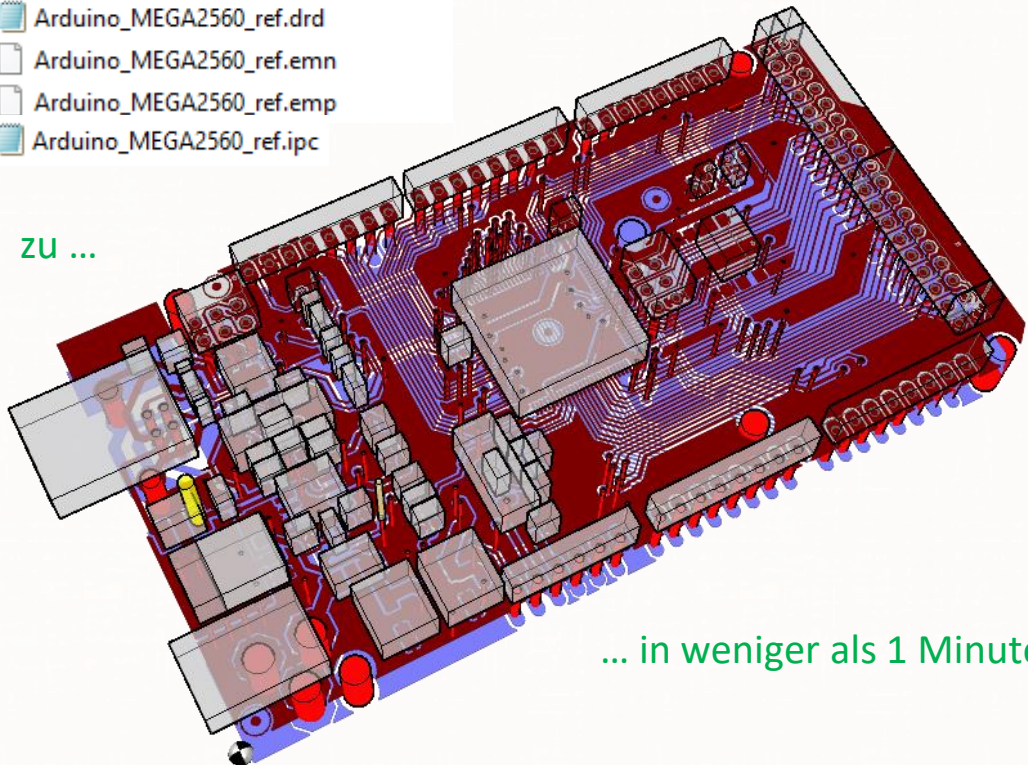


Arduino Mega 2560 Reference Design

Reference Designs ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS". Arduino DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING PRODUCTS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. Arduino may make changes to specifications and product descriptions at any time, without notice. The Customer must not rely on the absence or characteristics of any features or instructions marked "reserved" or "undefined". Arduino reserves these for future definition and shall have no responsibility whatsoever for conflicts or incompatibilities arising from future changes to them. The product information on the Web Site or Materials is subject to change without notice. Do not finalize a design with this information.

-  Arduino_MEGA2560_ref.plc
-  Arduino_MEGA2560_ref.cmp
-  Arduino_MEGA2560_ref.sol
-  Arduino_MEGA2560_ref.drd
-  Arduino_MEGA2560_ref.emn
-  Arduino_MEGA2560_ref.emp
-  Arduino_MEGA2560_ref.ipc

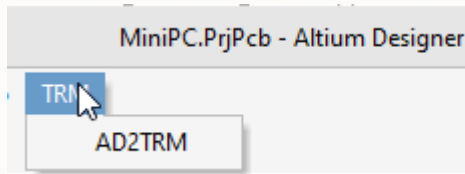
ZU ...



... in weniger als 1 Minute.

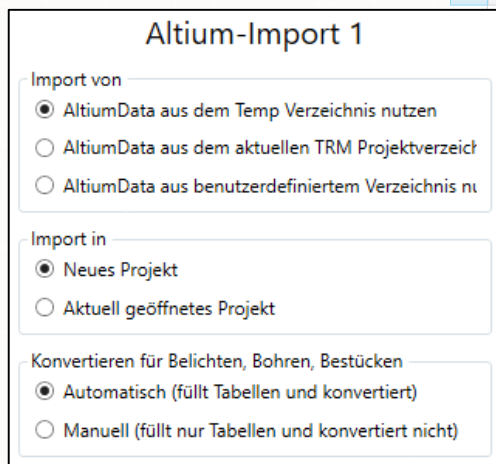
> CAD Import 2/2

Für den Altium Designer® ...



1	1_Top		Signal	1oz	0.045mm		
	Dielectric 1	TU-883	Core		0.1mm	3.6	
2	2_int1_(gnd)		Signal	1/2oz	0.017mm		
	Dielectric 2	TU-883	Prepreg		0.1mm	3.6	
3	3_int2_(power)		Signal	1/2oz	0.017mm		
	Dielectric 3	TU-883	Core		0.1mm	3.6	
4	4_int3_(gnd)		Signal	1/2oz	0.017mm		
	Dielectric 4	TU-883	Prepreg		0.12mm	3.6	
5	5_int4_(sign)		Signal	1/2oz	0.017mm		
	Dielectric 5	TU-883	Core		0.12mm	3.6	
6	6_int5_(power)		Signal	1/2oz	0.017mm		
	Dielectric 6	TU-883	Prepreg		0.12mm	3.6	
7	7_int6_(sign)		Signal	1/2oz	0.017mm		
	Dielectric 7	TU-883	Core		0.12mm	3.6	
8	8_int7_(power)		Signal	1/2oz	0.017mm		
	Dielectric 8	TU-883	Prepreg		0.12mm	3.6	
9	9_int8_(gnd)		Signal	1/2oz	0.017mm		
	Dielectric 9	TU-883	Core		0.12mm	3.6	
10	10_int9_(sign)		Signal	1/2oz	0.017mm		
	Dielectric 10	TU-883	Prepreg		0.12mm	3.6	
11	11_int10_(gnd)		Signal	1/2oz	0.017mm		
	Dielectric 11	TU-883	Core		0.12mm	3.6	
12	12_int11_(sign)		Signal	1/2oz	0.017mm		
	Dielectric 12	TU-883	Prepreg		0.12mm	3.6	
13	13_int12_(gnd)		Signal	1/2oz	0.017mm		
	Dielectric 13	TU-883	Core		0.1mm	3.6	

... sogar noch komfortabler

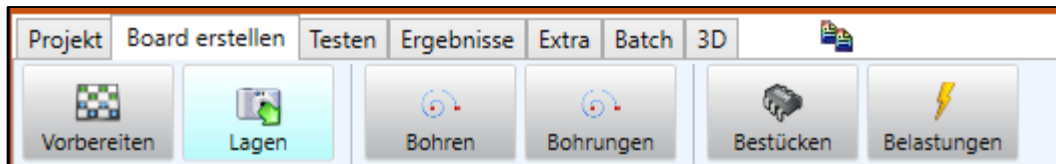


Level	Name	Type	File	View	FR4 whi	Thick (um)	Conductor	Dielectric
1	Layer 1	ger	MiniPC.GTL	Ansehen	✓	45	Cu\$TRM	FR4\$TRM
	Dielectric 1	pre		Ansehen	✓	100	Cu\$TRM	FR4\$TRM
2	Mid Layer 1	ger	MiniPC.G1	Ansehen	✓	17	Cu\$TRM	FR4\$TRM
	Dielectric 2	pre		Ansehen	✓	100	Cu\$TRM	FR4\$TRM
3	Mid Layer 2	ger	MiniPC.G2	Ansehen	✓	17	Cu\$TRM	FR4\$TRM
	Dielectric 3	pre		Ansehen	✓	100	Cu\$TRM	FR4\$TRM
4	Mid Layer 3	ger	MiniPC.G3	Ansehen	✓	17	Cu\$TRM	FR4\$TRM
	Dielectric 4	pre		Ansehen	✓	120	Cu\$TRM	FR4\$TRM
5	Mid Layer 4	ger	MiniPC.G4	Ansehen	✓	17	Cu\$TRM	FR4\$TRM
	Dielectric 5	pre		Ansehen	✓	120	Cu\$TRM	FR4\$TRM
6	Mid Layer 5	ger	MiniPC.G5	Ansehen	✓	17	Cu\$TRM	FR4\$TRM
	Dielectric 6	pre		Ansehen	✓	120	Cu\$TRM	FR4\$TRM
7	Mid Layer 6	ger	MiniPC.G6	Ansehen	✓	17	Cu\$TRM	FR4\$TRM
	Dielectric 7	pre		Ansehen	✓	120	Cu\$TRM	FR4\$TRM
8	Mid Layer 7	ger	MiniPC.G7	Ansehen	✓	17	Cu\$TRM	FR4\$TRM
	Dielectric 8	pre		Ansehen	✓	120	Cu\$TRM	FR4\$TRM
9	Mid Layer 8	ger	MiniPC.G8	Ansehen	✓	17	Cu\$TRM	FR4\$TRM
	Dielectric 9	pre		Ansehen	✓	120	Cu\$TRM	FR4\$TRM
18	Mid Layer 9	ger	MiniPC.G9	Ansehen	✓	17	Cu\$TRM	FR4\$TRM
19	Dielectric 10	pre		Ansehen	✓	120	Cu\$TRM	FR4\$TRM
20	Mid Layer 10	ger	MiniPC.G10	Ansehen	✓	17	Cu\$TRM	FR4\$TRM
21	Dielectric 11	pre		Ansehen	✓	120	Cu\$TRM	FR4\$TRM
22	Mid Layer 11	ger	MiniPC.G11	Ansehen	✓	17	Cu\$TRM	FR4\$TRM
23	Dielectric 12	pre		Ansehen	✓	120	Cu\$TRM	FR4\$TRM
24	Mid Layer 12	ger	MiniPC.G12	Ansehen	✓	17	Cu\$TRM	FR4\$TRM
25	Dielectric 13	pre		Ansehen	✓	100	Cu\$TRM	FR4\$TRM
26	Mid Layer 13	ger	MiniPC.G13	Ansehen	✓	17	Cu\$TRM	FR4\$TRM
27	Dielectric 14	pre		Ansehen	✓	100	Cu\$TRM	FR4\$TRM
28	Mid Layer 14	ger	MiniPC.G14	Ansehen	✓	17	Cu\$TRM	FR4\$TRM
29	Dielectric 15	pre		Ansehen	✓	100	Cu\$TRM	FR4\$TRM
30	Bottom Layer	ger	MiniPC.GBL	Ansehen	✓	45	Cu\$TRM	FR4\$TRM

Ausserdem: Übernahme der
Netzliste, Pads und aus .SchDoc
spezielle TRM Parameter für
Strom und Leistung

> Eingabe

- ❖ Die Benutzerführung orientiert sich am Fertigungsprozess



- ❖ **TRM** bietet etwas für thermische Anfänger und Experten.

Importieren Sie Lagenaufbau, Ihre Gerber-, Bestückungs- und Bohrfiles in **TRM** und fügen Sie Stromstärke und Verlustleistung dazu. Manuell oder über xls.

Level	Name	Type	File	View	FR4 white	Thick (um)	Conductor	Dielectric
1	L1	ger	Arduino_MEGA2560_ref.cmp	Ansehen	☒	35	Cu\$TRM	FR4\$TRM
2	pre1	pre		Ansehen	☒	1530	Cu\$TRM	FR4\$TRM
3	L2	ger	Arduino_MEGA2560_ref.sol	Ansehen	☒	35	Cu\$TRM	FR4\$TRM

Von einer Lage bis max. 50 Lagen

Jede Bohrung ist editierbar

Drillfile	View	Tech
Arduino_MEGA2560_ref.drd	View	TH C

Netzliste und Pads

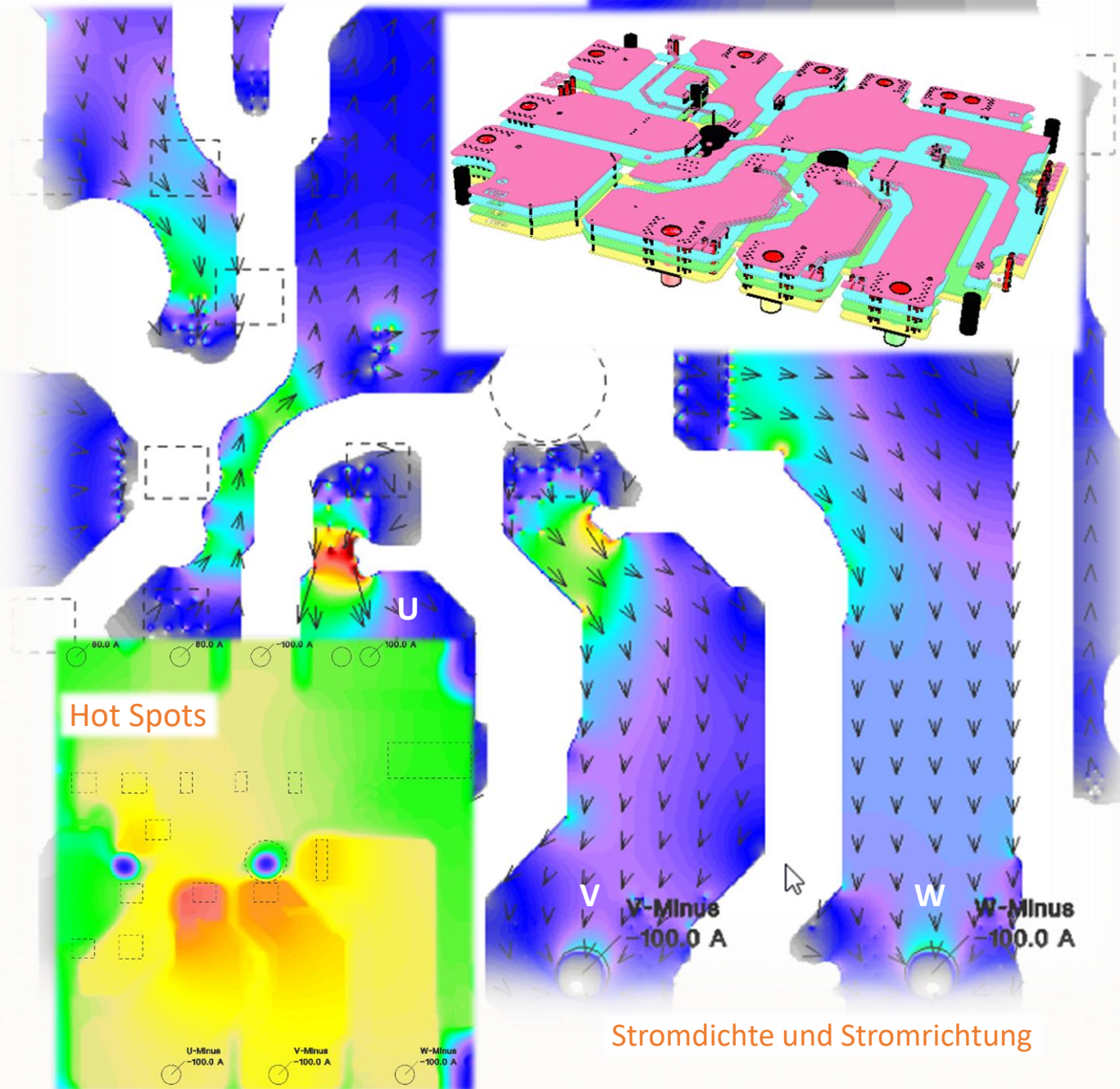
Type	Compfile	Supplfile	V
ipc	isl8240meval4za_ipc356.ipc		V

☒	PTH4exc	44.292	25.4	0.406	TH
☒	PTH5exc	47.467	26.162	0.406	TH
☒	PTH6exc	45.054	30.226	0.406	TH
☒	PTH7exc	45.435	32.004	0.406	TH
☒	PTH8exc	38.577	34.163	0.406	TH
☒	PTH9exc	36.672	32.385	0.406	TH
☒	PTH10exc	31.084	36.195	0.406	TH
☒	PTH11exc	26.004	38.1	0.406	TH
☒	PTH12exc	21.686	35.687	0.406	TH

+ x	316	PGOOD~U1-24	22.85	5.085	0.64	-1	2	1	1	Cu\$TRM	38.227	0.406	TH
+ x	317	PHASE1~U1-12	10.259	2.019	4.796	-1	2	1	1	Cu\$TRM			
+ x	318	PHASE2~U1-10	10.439	8.141	4.796	-1	2	1	1	Cu\$TRM			
+ x	319	SYNC~J2-1	23.876	35.088	1.829	-1	2	1	99	Cu\$TRM			

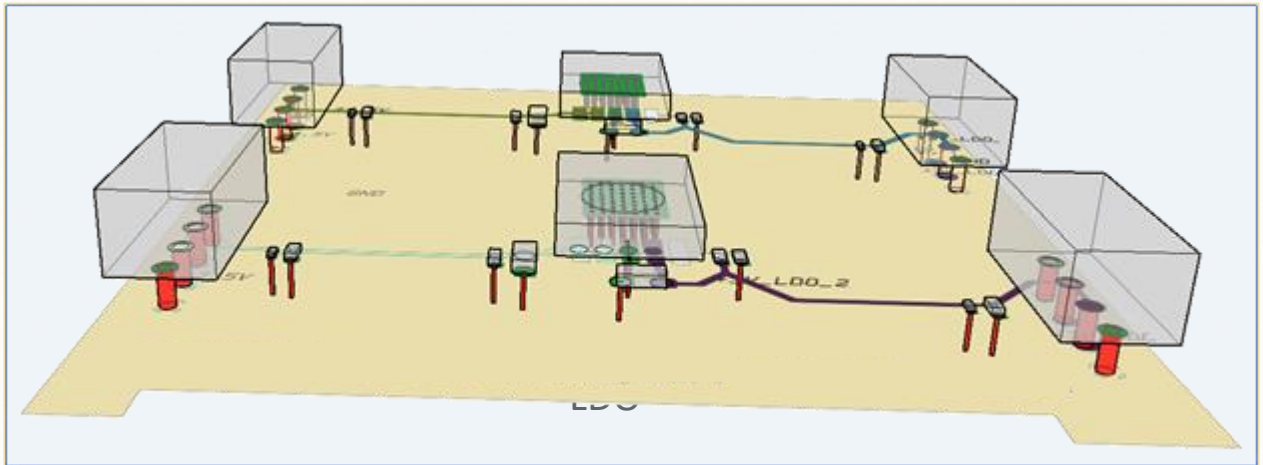
> Strom und Temperatur

4-Lagen Verteilerbaugruppe für Ströme eines 3-Phasenmotors

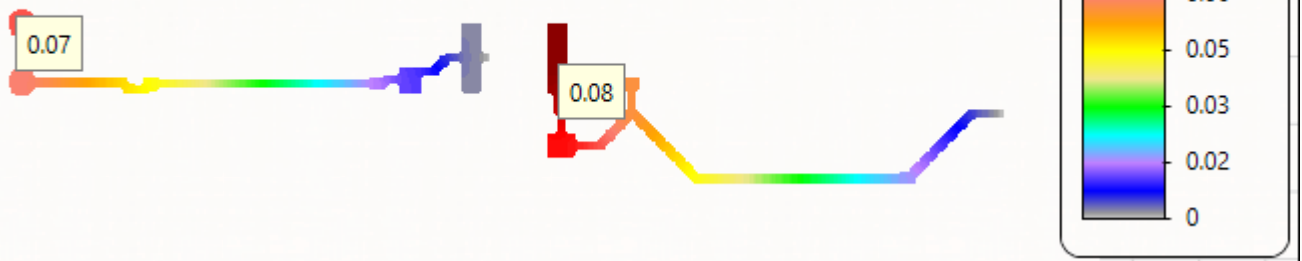


Stromdichte und Stromrichtung

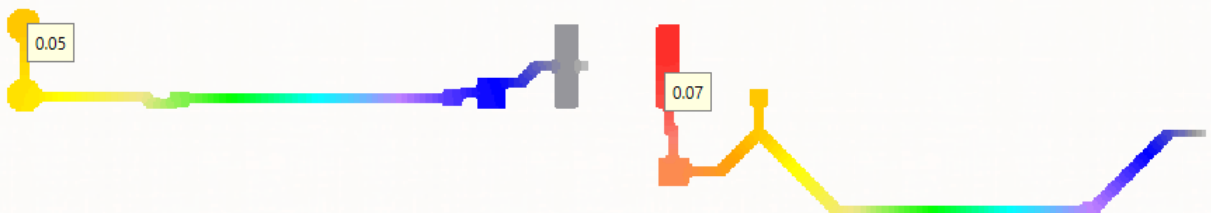
> Spannungsabfall und Temperatur



Spannungsabfall (V) bei Leiterbahn- und Bauteilheizung



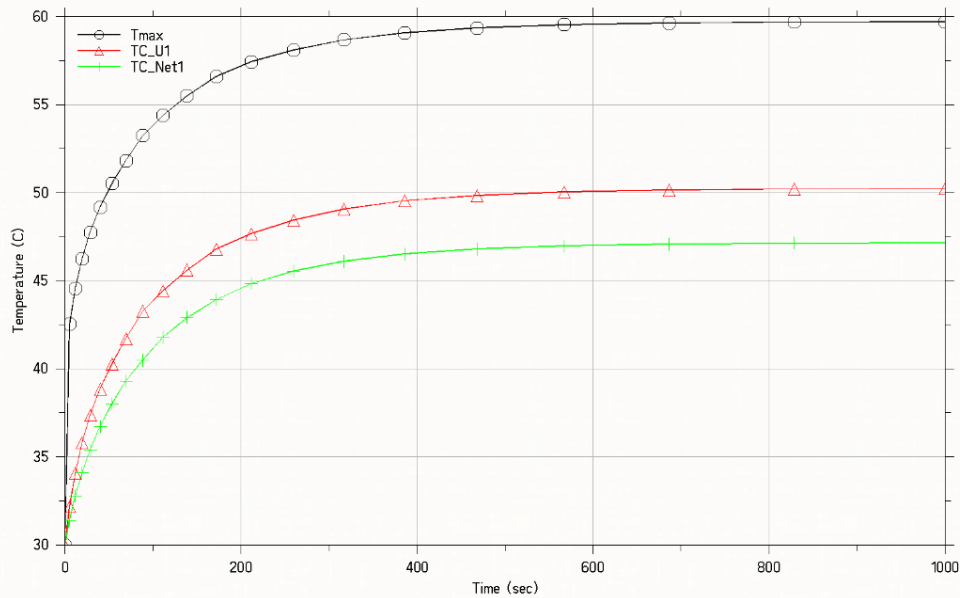
Spannungsabfall (V) bei 20°C



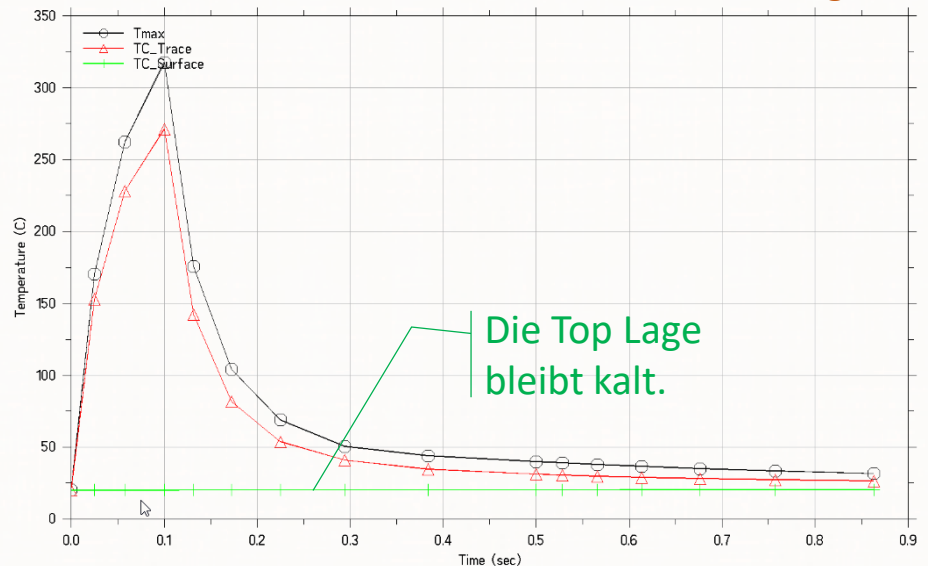


> Transient

Aufheizkurve mit dauerhaften Verlusten und Strömen

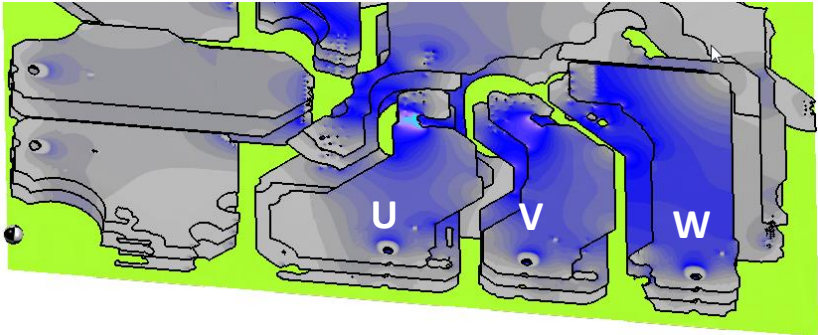


100 ms Stromstoß in einer Innenlage

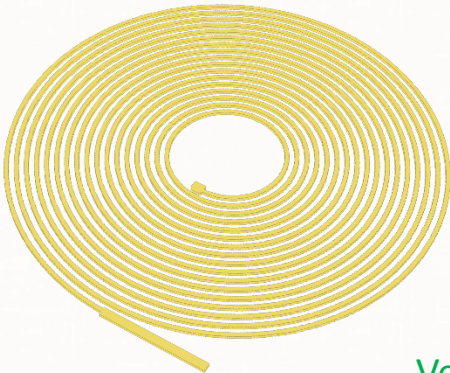


> Induktanz (Induktivität)

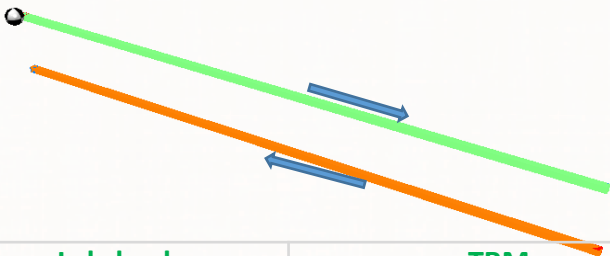
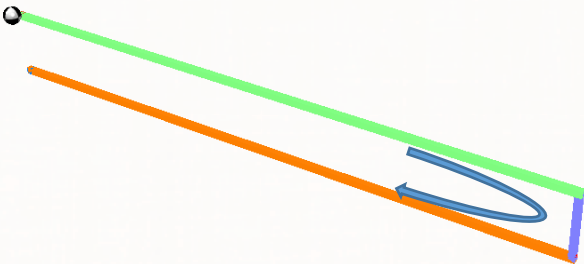
TRM: 6.0 μH
EM software: 5.9 μH
Gemessen: 5.07 μH



$$L = \begin{pmatrix} 9.4 & 5.1 & -7.4 \\ 5.1 & 17 & -5.7 \\ -7.4 & -5.7 & 38 \end{pmatrix} \text{ nH}$$



Vergleich mit Lehrbuch



Lehrbuch Doppelleitung	TRM
$L \approx \frac{\mu \ell}{4\pi} (1 + \ln(\frac{d-a}{a})) = 128 \text{ nH}$	$L=122 \text{ nH}$

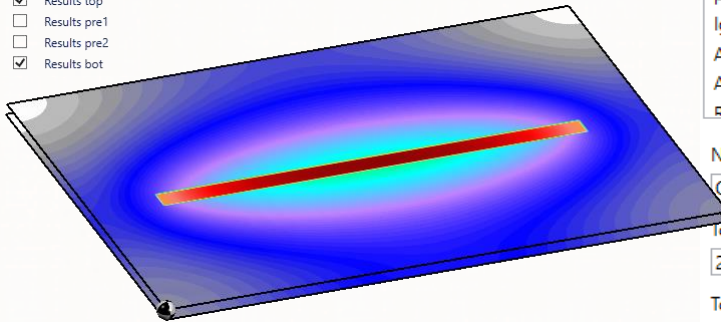
Lehrbuch	TRM
Einzelleitung $\frac{\mu \ell}{2\pi} (\ln(\frac{2\ell}{w+t}) + \frac{1}{2})=102$	$L_{11}=L_{22} = 102 \text{ nH}$
	Sebst- und Gegeninduktanz $L = \begin{pmatrix} 102 & -41 \\ -41 & 102 \end{pmatrix} \text{ nH}$
Doppelleitung $L \approx \frac{\mu \ell}{4\pi} (1 + \ln(\frac{d-a}{a}))=128 \text{ nH}$	Summe Matrixelemente $102+102-41-41= 122 \text{ nH}$

> Technologie

TRM ist auch geeignet für rein technologische Untersuchungen: ganz ohne Layoutdaten oder gemischt mit Layoutanteilen.

IPC-2221 ähnliche Leiterbahn mit Kupferflutung

- ☒ Results top
- ☐ Results pre1
- ☐ Results pre2
- ☒ Results bot



Materialdatenbank

Add entry
Copy entry
Delete entry
Save Database

FR4\$TRM
Cu\$TRM
Comp_diel_loc\$TRM
Comp_diel_hic\$TRM
Comp_diel_vhc\$TRM
perfectEI\$TRM
Ignore\$TRM
Al\$TRM
Al_diel
R1566\$TRM

Name
Quarz\$TRM
Tc1 (°C)
20
Tconx (W/mK)
1.38
Tconz (W/mK)
1.20

In die Tiefe gehen mit Auswertungstabellen

Report by levels

1 Top Layer	0.088 W
2 Dielectric	0.000 W
3 Mid Layer 1	0.020 W
4 Dielectric	0.001 W
5 Mid Layer 2	0.014 W
6 Dielectric	0.000 W
7 Bottom Layer	0.004 W

Total Joule Heat= 0.127 W

Report of Electric Results per Net

Net	Flux(A)>0	Vmin(V)	Vmax(V)	Vdrop(mV)	RDC(mOhm)	PJoule(W)
1 AGND	10.000	0.000	0.013	12.960	1.296	0.127
Total Heat						0.127

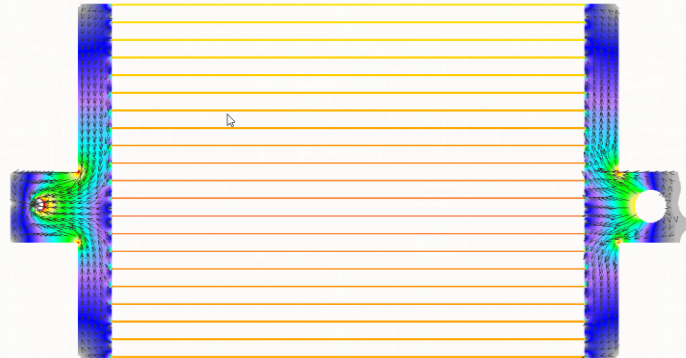
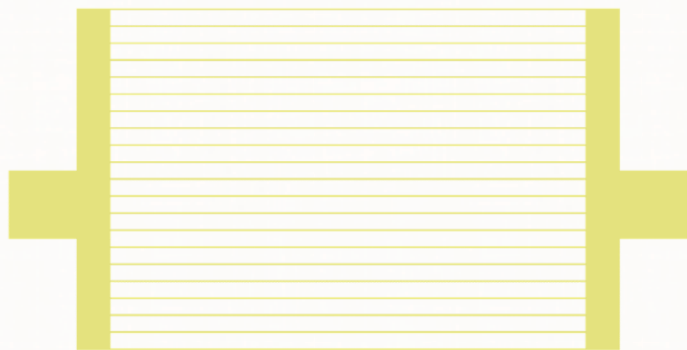
Batch Läufe

Project	Build Board	Test it	Results	Extra	Batch	3D
Start Cancel						
Table	Index	Name	Column	Current value	Batch values	
☒ Loads	2	net1~IN	Ampere	-11	-9.00;-13.00;-15.00	
☒ Loads	3	net1~OUT	Ampere	11	9.00;13.00;15.00	

> Sonderaufbauten

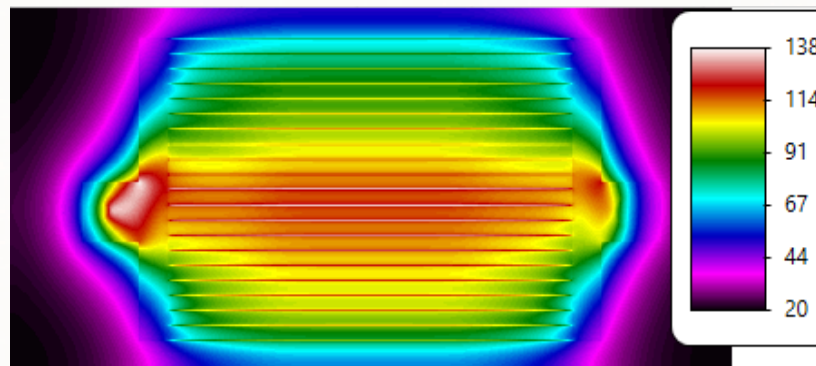
Heizfolie @12 V

@12 V $\rightarrow$ 3.9 A , 47 W

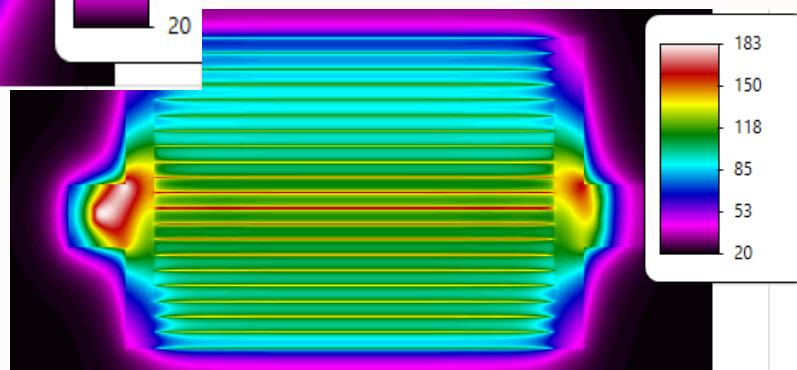


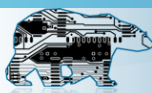
Heizfolie auf Substraten

0.5 mm Glas



0.5 mm Kunststoff





TRM ist mehr als nur Software

Software nimmt Ihnen das Denken zwar nicht ab ...

... aber durch Sehen und Experimentieren lernen Sie nach und nach eine ganze Menge über Ihr Board und die eingesetzten Technologien

- ❖ Design
- ❖ Schwachpunkte
- ❖ Alternativen
- ❖ Einsparpotential
- ❖ Ideen für das nächste Design

Darüber hinaus

- ❖ sehen und verstehen Sie Thermal Management
- ❖ testen Sie den Nutzen neuartiger Produkte
- ❖ lernen Sie wie man thermische Datenblätter und AppNotes genau lesen und einschätzen muss

Kontakt

info@adam-research.de
www.adam-research.de

ADAM Research
Berechnungen und Dienstleistungen
Dr. Johannes Adam
Theodor-Heuss-Strasse 12
69181 Leimen
Tel. (06224) 921107