

# Entwurfsautomatisierung

Algorithmen zur Automatisierung des Layoutentwurfs (Wahlpflichtmodul 2/4/0, 7 LP)

WS 2024/25: V.: Mi. 2. DS, BAR E85 Ü.: Mo. 4. DS, BAR II/26

Referent: Prof. Dr.-Ing. habil. Jens Lienig

Der Entwurf einer elektronischen Baugruppe ist ohne komplexe Entwurfswerkzeuge (sog. CAD-Tools) nicht mehr denkbar. Die **Vorlesung** stellt leicht verständlich die Wirkungsweisen und die grundlegenden Algorithmen vor, die „unter der Haube“ von Entwurfssystemen für die Layoutsynthese (d.h. von der Netzliste bis zum fertigen Layout) ablaufen. Dabei wird die Fähigkeit vermittelt, sowohl einfache Entwurfsprogramme selbst zu schreiben als auch zu erkennen, wie kommerzielle Layout-Entwurfssysteme arbeiten. Die **Übung** beinhaltet das Lösen von in der Vorlesung ausgegebenen algorithmischen Aufgabenstellungen, das **Seminar** die selbständige Aufarbeitung und Kurzpräsentation einer historischen Veröffentlichung auf dem Gebiet der Entwurfsautomatisierung.

## Gliederung

Kapitel 1.	Einführung 1A, 1B
Kapitel 2.	Partitionierung
Kapitel 3.	Floorplanning
Kapitel 4.	Platzierung
Kapitel 5.	Globalverdrahtung
Kapitel 6.	Feinverdrahtung
Kapitel 7.	Flächenverdrahtung
Kapitel 8.	Kompaktierung

## Seminar

(1) Auswahl einer historischen Veröffentlichung unter <http://www.ifte.de/lehre/entwurfsautom/PDFs/sources.html>

Benutzername: student Passwort: .....

Verbindliche Reservierung in [OPAL \(Themenvergabe\)](#)

(2) Selbständige Aufarbeitung / Konsultation während Semester

(3) Vortrag (10 Minuten) zu Beginn der mündlichen Prüfung zu Motivation, Inhalt, Vorgehensweise und Ergebnisse der Veröffentlichung (Tafel oder Folie, kein PowerPoint)

## Termine

	Montag 13 Uhr Konsultation BAR II/26	Mittwoch 9:20 Uhr (2. DS) BAR E85	
<b>Oktober</b>			Keine Veranstaltung
	21		Keine Veranstaltung
		<b>23</b>	<b>Vorlesung Kap. 1A (Präsenzpflicht!)</b>
	28		Keine Veranstaltung
		<b>30</b>	<b>Vorlesung Kap. 1B (Präsenzpflicht!)</b>
<b>November</b>	04		Keine Veranstaltung
		<b>6</b>	<b>Vorlesung Kap. 2, Ausgabe Übung 2 (Ü2)</b>
	11		Konsultation Kap. 1A, 1B, 2, Abgabe Ü2
		<b>13</b>	<b>Vorlesung Kap. 3, Ausgabe Übung 3 (Ü3)</b>
	18 (BAR 172)		Konsultation Kap. 3, Einsicht Ü2
		20	Buß- und Betttag
	25		Konsultation Kap. 3, Abgabe Ü3
		<b>27</b>	<b>Vorlesung Kap. 4, Ausgabe Ü4</b>
<b>Dezember</b>	2		Konsultation Kap. 4, Abgabe Ü4, Einsicht Ü3
		<b>4</b>	<b>Vorlesung Kap. 5, Ausgabe Ü5</b>
	9		Konsultation Kap. 5 + Programmierübung Ü5
		11	Keine Vorlesung
	16		Konsultation Kap. 5 + Programmierübung Ü5, Einsicht Ü4
		18	Keine Vorlesung
<b>Januar</b>	6		Einsendung Ü5, Keine Konsultation
		<b>8</b>	<b>Vorlesung Kap. 6, Ausgabe Ü6</b>
	13		Konsultation Kap. 6, Abgabe Ü6, Einsicht Ü5
		<b>15</b>	<b>Vorlesung Kap. 7, Ausgabe Ü7</b>
	20		Konsultation Kap. 7, Abgabe Ü7
		<b>22</b>	<b>Vorlesung Kap. 8</b>
	27		Konsultation zu allen Kapiteln und Übungen, Einsicht Ü7
		29	Keine Vorlesung
<b>Februar</b>		29.1.- 14.2.25	Mündliche Prüfung mit Seminarvortrag

Hinweis: Die Abgabe der Übungen kann auch vor dem Termin erfolgen (Herr Krinke, BAR II/27; Briefkasten II/20 D). Weitere Infos: <http://www.ifte.de/lehre/entwurfsautom/>

## Lehrbuch zur Vorlesung:

Lienig, J.: Layoutsynthese elektronischer Schaltungen – Grundlegende Algorithmen für die Entwurfsautomatisierung. Springer Verlag 2016. ISBN 978-3-662-49814-9, 39,99 EUR. Hinweis: In SLUB als [Druckausgabe](#) und [eBook](#) vorhanden.

## Bewertung:

Übungen mit Punktbewertung nach Kap. 2 - 7. Nichtabgabe, verspätete Abgabe oder „Gruppenarbeit“ wird mit null Punkten für die jeweilige Aufgabe bewertet. Bildung einer Endnote aus Gesamtpunktzahl und mündlicher Prüfung. Letztere schließt einen 10-minütigen Kurzvortrag zu einer selbst ausgewählten historischen Veröffentlichung ein.

## Detailgliederung

### **Kapitel 1A. Einführung in den Layoutentwurf**

- 1.1 Entwurfsautomatisierung in der Elektronik (EDA)
- 1.2 Hinweise
- 1.3 Bedeutung der Entwurfsautomatisierung
- 1.4 Entwicklung der Entwurfsautomatisierung
- 1.5 Übersicht über den Entwurfsprozess
- 1.6 Entwurfsstile
- 1.7 Layoutebenen
- 1.8 Entwurfsregeln
- 1.9 Layoutsynthese als Optimierungsproblem
- 1.10 Rechenkomplexität der Layoutsynthese
- 1.11 Einteilung von Entwurfsalgorithmen
- 1.12 Lösungsqualität von Entwurfsalgorithmen
- 1.13 Graphentheoretische Grundbegriffe (Selbststudium)
- 1.14 Häufig verwendete Layoutbegriffe (Selbststudium)

### **Kapitel 1B. Funktioneller Entwurf: Von der Spezifikation zur Schaltung**

Übersichtswissen: Welche Schritte erfolgen vor dem Layoutentwurf, um zu einer Netzliste zu gelangen?

### **Kapitel 2 Partitionierung**

- 2.1 Einführung
- 2.2 Begriffsbestimmungen
- 2.3 Optimierungsziele
- 2.4 Partitionierungsalgorithmen
  - 2.4.1 Kernighan-Lin (KL)-Algorithmus
  - 2.4.2 Erweiterungen des Kernighan-Lin-Algorithmus
  - 2.4.3 Fiduccia-Mattheyses (FM)-Algorithmus
  - 2.4.4 Simulated-Annealing (SA)-Algorithmus

### **Kapitel 3 Floorplanning**

- 3.1 Einführung
- 3.2 Optimierungsziele
- 3.3 Begriffe und Datenstrukturen
- 3.4 Algorithmen für das Floorplanning
  - 3.4.1 Floorplan-Sizing-Algorithmus
  - 3.4.2 Cluster-Wachstums-Algorithmus (Cluster Growth)
  - 3.4.3 Weitere Algorithmen für das Floorplanning
- 3.5 Pinzuordnung (Pin Assignment)
  - 3.5.1 Problembeschreibung
  - 3.5.2 Pinzuordnung mittels konzentrischer Kreise
  - 3.5.3 Topologische Pinzuordnung

### **Kapitel 4 Platzierung**

- 4.1 Einführung
- 4.2 Optimierungsziele
- 4.3 Platzierungsalgorithmen
  - 4.3.1 Min-Cut-Platzierung
  - 4.3.2 Min-Cut-Platzierung mit Anschlussfestlegung
  - 4.3.3 Quadratische Platzierung
  - 4.3.4 Kräfteplatzierung mittels ZFT-Position
  - 4.3.5 Simulated Annealing
  - 4.3.6 Weitere Platzierungsalgorithmen
- 4.4 Aktuelle Platzierungswerkzeuge

### **Kapitel 5 Globalverdrahtung**

- 5.1 Einführung
- 5.2 Begriffsbestimmungen
- 5.3 Optimierungsziele
- 5.4 Abbildung von Verdrahtungsregionen
- 5.5 Ablauf der Globalverdrahtung
- 5.6 Algorithmen für die Globalverdrahtung
  - 5.6.1 Steinerbaum-Verdrahtung
  - 5.6.2 Globalverdrahtung im Verbindungsgraphen
  - 5.6.3 Wegsuche mit dem Dijkstra-Algorithmus

### **Kapitel 6 Feinverdrahtung**

- 6.1 Einführung
- 6.2 Begriffsbestimmungen
- 6.3 Horizontaler und vertikaler Verträglichkeitsgraph
- 6.4 Optimierungsziele
- 6.5 Algorithmen für die Kanalverdrahtung
  - 6.5.1 Left-Edge-Algorithmus
  - 6.5.2 Dogleg-Left-Edge-Algorithmus
  - 6.5.3 Greedy-Kanalverdrahter (Greedy Channel Router)
- 6.6 Switchbox-Verdrahtung
- 6.7 OTC-Verdrahtung bei drei Lagen
- 6.8 Multilayer-OTC-Verdrahtung

### **Kapitel 7 Flächenverdrahtung**

- 7.1 Einführung
- 7.2 Begriffsbestimmungen
- 7.3 Festlegung der Netzreihenfolge
- 7.4 Manhattan- und euklidische Metrik
- 7.5 Verdrahtung der Versorgungsnetze
- 7.6 Optimierungsziele
- 7.7 Sequentielle Verdrahtungsalgorithmen
  - 7.7.1 Rasterverdrahtung nach Lee
  - 7.7.2 Rasterverdrahtung mit Wegwichtung
  - 7.7.3 Linienverdrahtung
- 7.8 Quasiparallele Verdrahtung
- 7.9 Dreidimensionale Verdrahtung
- 7.10 X-Verdrahtung

### **Kapitel 8 Kompaktierung**

- 8.1 Einführung
- 8.2 Begriffe, Modelle, Datenstrukturen
- 8.3 Symbolische Kompaktierung
- 8.4 Kompaktierungsalgorithmen
  - 8.4.1 Schnittkompaktierung
  - 8.4.2 Abstandsgraph-Kompaktierung

