

**Zeitschrift:** IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH  
Kongressbericht

**Band:** 10 (1976)

**Artikel:** Über die praktische Behandlung von Optimierungsaufgaben

**Autor:** Dimitrov, Nikola S.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-10519>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 14.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

**Über die praktische Behandlung von Optimierungsaufgaben**

On the Treatment of Optimization Problems for Better Use

Le traitement pratique des problèmes d'optimisation

NIKOLA S. DIMITROV

Prof. Dr.-Ing.

Institut für Tragkonstruktionen und konstruktives Entwerfen

Stuttgart, BRD

Mit Hilfe moderner Computer kann man heute ungleich komplexere Probleme angehen, als es zu den Zeiten der mechanischen Rechenautomaten möglich war. Diese Entwicklung ist natürlich zu begrüßen, leider hat sie auch eine Kehrseite. Neben den großen Vorteilen des Gebrauchs von EDV-Anlagen, wie

- hohe Kapazität
- schnelle Bearbeitungszeit
- Erledigung lästiger Routinearbeit

werden auch Nachteile sichtbar.

So verführt die Rechengeschwindigkeit der Automaten dazu, ein anstehendes Problem "simpel" zu lösen, z.B. unbekannte Funktionen durch einstellige Treppenfunktionen anstatt mehrstelliger Verfahren, welche bei finiten Elementen eine Menge von Unbekannten ausschalten, oder daß viele Optimierungsaufgaben durch ungezählte Iterationen gelöst werden, ohne sich ernsthaft mit der Möglichkeit einer direkten Lösung zu befassen.

Weiterhin wird durch die Maschinen die Suche nach einfacheren oder effizienteren Lösungswegen gebremst. Man hat ja ein Programm, wieso soll man nach einer neuen Methode zur Vereinfachung suchen?

So hängt dann leider nur zu oft die Arbeit des entwerfenden Ingenieurs von der Verfügbarkeit eines Programms, bzw. einer Rechenanlage ab. Nicht jeder ist aber in der glücklichen Lage, an ein Rechenzentrum angeschlossen zu sein. Es sollte daher, bei positiver Wertung der bisherigen Erfolge der EDV-Anlagen, nicht jener Grenzbereich vergessen werden, wo ein Problem nach entsprechender Behandlung auch mit einem Tischrechner, statt einer größeren Maschine gelöst werden könnte.

Bei solchen Forschungen kann der Ingenieur in den Entwurfsbüros am meisten profitieren. Er wäre dann imstande, noch mehr Probleme selbständig zu lösen, und nur noch bei wenigen Aufgaben auf große Rechenanlagen angewiesen.

An einem einfachen Beispiel soll demonstriert werden, wie sich aus einem anfänglichen Computerprogramm ein mit Tischrechnern lösbarer Algorithmus entwickelte.

Die Aufgabe ist es, einen Holz-Leimschichtträger als Einfeldträger so zu bemessen, daß er unter allen möglichen Rechteckquerschnitten die kleinste Fläche hat. Siehe Fig.1 u. Fig.2 .

Die Zielfunktion, sowie vier der Randbedingungen sind nichtlinear. In der ersten Bearbeitungsstufe wurde ein iteratives Programm mit Nullstellensuche nach Newton formuliert, welches den jeweils optimalen Punkt lieferte. Diesem Programm entspricht etwa die konventionelle zeichnerische Lösung. Siehe Fig.3 .

Zielfunktion:

$$Z: F = b \cdot h = \alpha \cdot h^2 \quad \longrightarrow \text{Minimum !}$$

Nebenbedingungen:

$$\textcircled{1}: \quad \frac{\text{vorh } \tau - \text{zul } \tau \cong 0}{\longrightarrow} \quad \text{erf } h_1 = \sqrt[2]{q \cdot e \cdot l} \quad \cdot P_1$$

$$\textcircled{2}: \quad \frac{\text{vorh } \sigma - \text{zul } \sigma_B \cong 0}{\longrightarrow} \quad \text{erf } h_2 = \sqrt[3]{q \cdot e \cdot l^2} \quad \cdot P_2$$

$$\textcircled{3}: \quad \frac{\text{vorh } f - \text{zul } f \cong 0}{(\text{zul } f = l/n_f)} \longrightarrow \quad \text{erf } h_3 = \sqrt[4]{q \cdot e \cdot l^3 \cdot n_f} \quad \cdot P_3$$

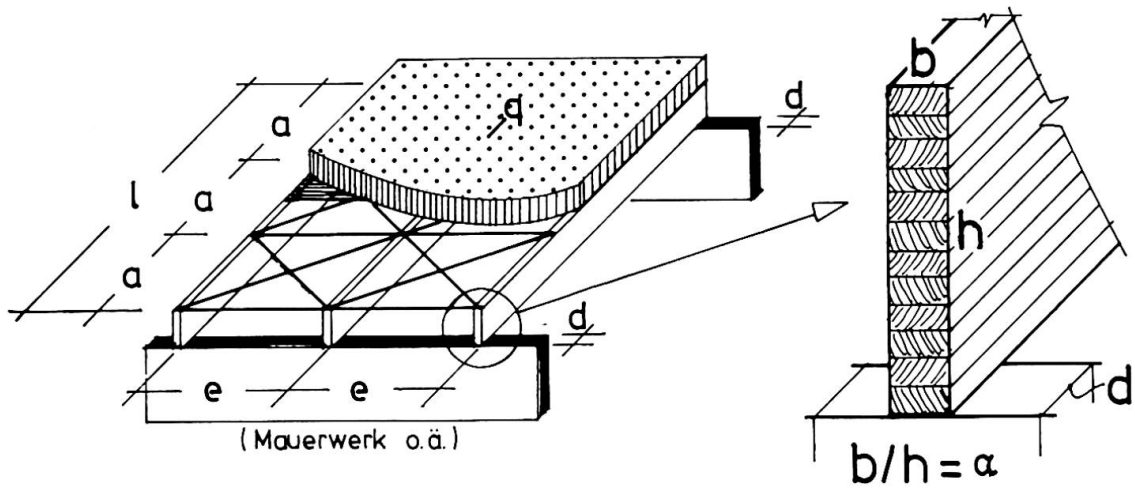
$$\textcircled{4}: \quad \frac{V_{\text{kipp}} \cdot \text{vorh } \sigma_B - \sigma_{\text{kipp}} \cong 0}{(\text{vorh } a = l/n_a)} \longrightarrow \quad \text{erf } h_4 = \sqrt[4]{q \cdot e \cdot l^3 \cdot \frac{1}{n_a}} \quad \cdot P_4$$

$$\textcircled{5}: \quad \frac{\text{vorh } \sigma_{D\perp} - \text{zul } \sigma_{D\perp} \cong 0}{\longrightarrow} \quad \text{erf } h_5 = q \cdot e \cdot l \cdot \frac{1}{d} \quad \cdot P_5$$

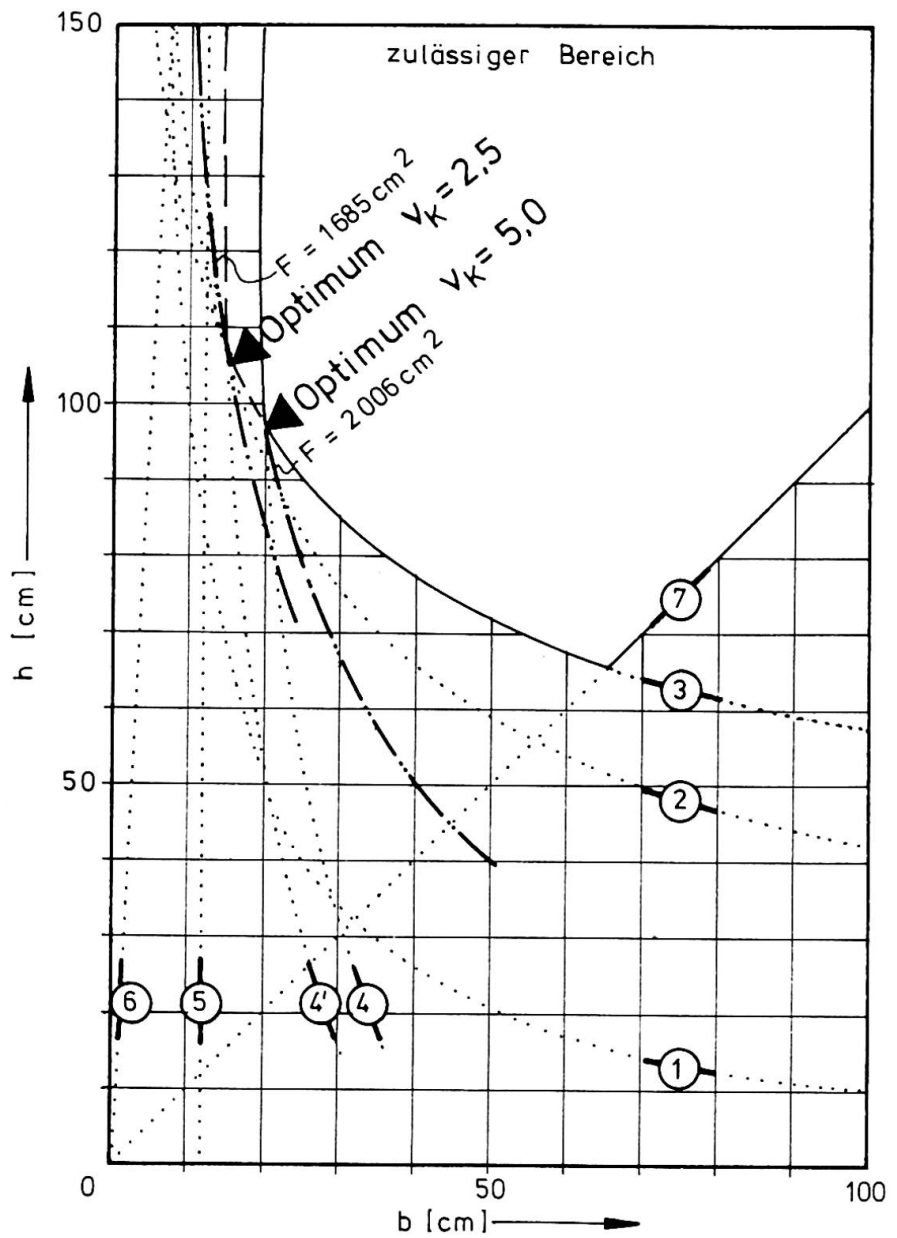
$$\textcircled{6}: \quad \frac{h/b - 25 \cong 0}{\longrightarrow} \quad \text{min } \alpha = 0,04$$

$$\textcircled{7}: \quad \frac{1 - h/b \cong 0}{\longrightarrow} \quad \text{max } \alpha = 1,0$$

Figur 1.: Zielfunktion und Nebenbedingungen



Figur 2.: Schema der Aufgabenstellung



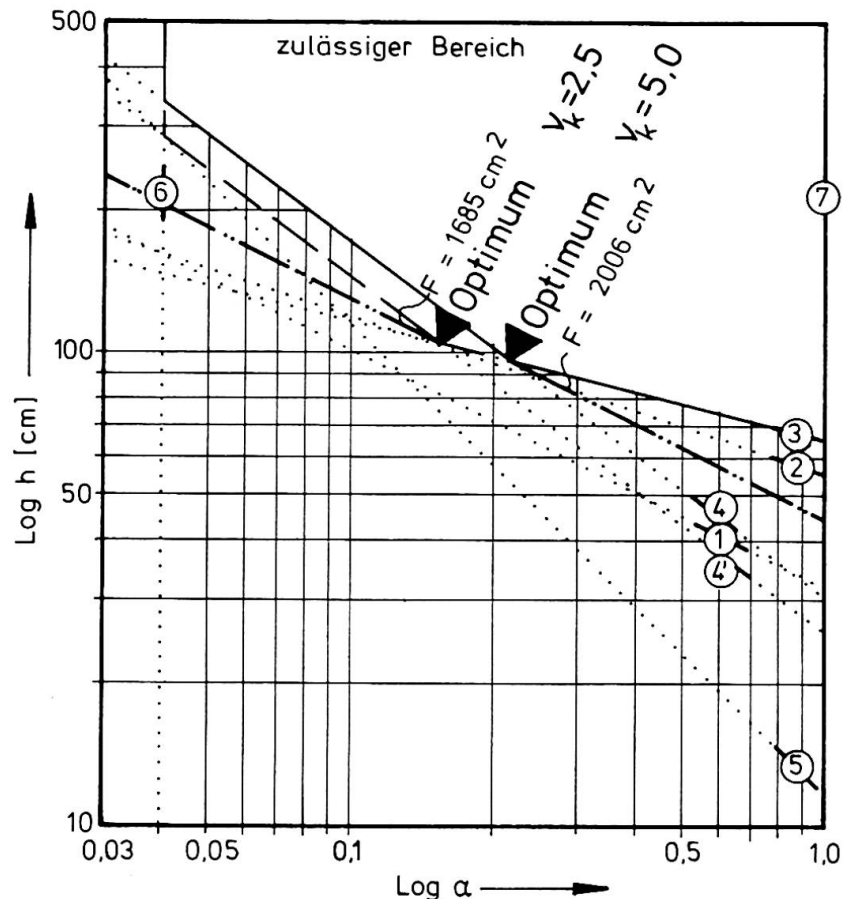
Figur 3.: Konventionelle zeichnerische Lösung

Das Beispiel ist für einen Brettschichtträger aus Nadelholz GKL I mit einer Spannweite von 20m, einer Last von 8,125kN/m, einer freien Kipplänge von 5m und einer zulässigen Durchbiegung von 1/200 gerechnet.

Werden keine ungewollten Ausmitten in der Berechnung berücksichtigt, sollte man mit einer Kippsicherheit von 5,0 rechnen, anderenfalls mit der Kippsicherheit  $v_{\text{kip}} = 2,5$ . Dies ist beim Gebrauch der Tabellen zu beachten.

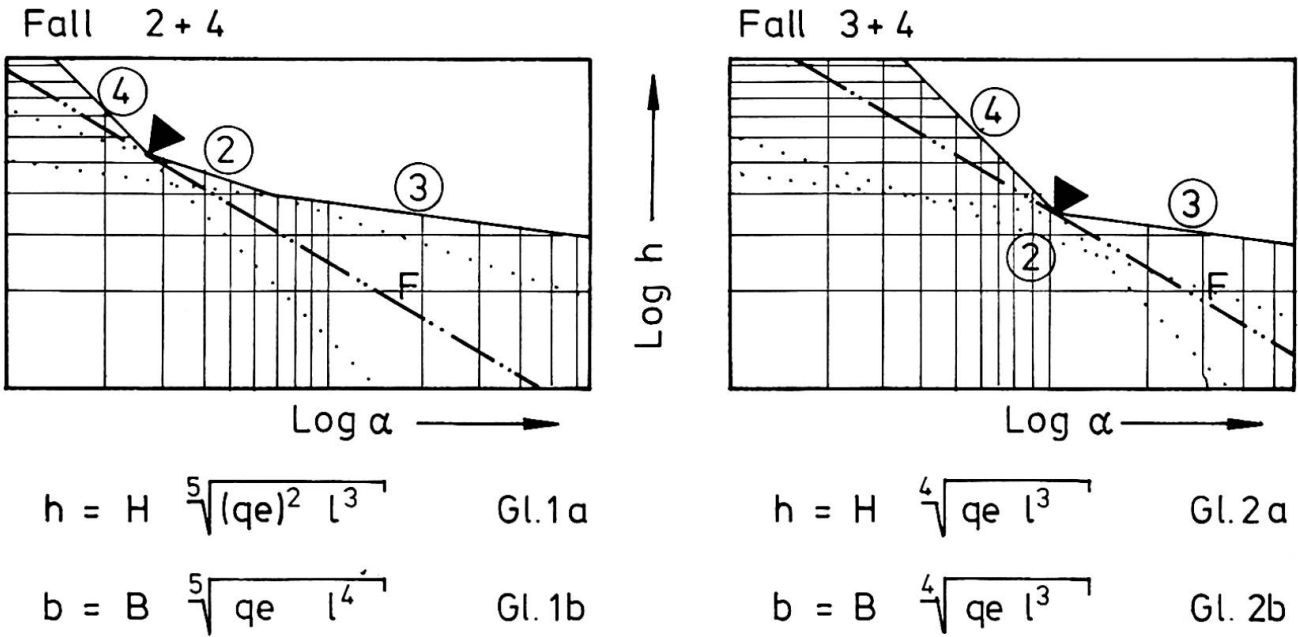
Die zeichnerische Darstellung ist umständlich und wegen der Nichtlinearitäten ungenau. Daher bestand die zweite Bearbeitungsstufe in der Einführung des logarithmischen Maßstabes, wodurch die Funktionen im praktisch vorkommenden Bereich linearisiert werden. So konnte ein Nomogramm entwickelt werden, welches die Suche nach dem optimalen Querschnitt innerhalb eines gegebenen Sortimentes oder nach einer ganzzahligen Lösung sehr erleichtert.

Mit den Gleichungen aus Fig.2 und den Faktoren aus Tab.1 berechnet man für jede Randbedingung jeweils die erforderliche Querschnittshöhe für die Verhältnisse  $b/h = \alpha = 0,03$  und  $\alpha = 1,0$ , trägt diese Werte auf Logarithmenpapier auf, verbindet zusammengehörige Punkte mit einem Lineal und hat so den Lösungsbereich. Die Zielfunktion  $F$  verläuft parallel zur Randbedingung ① und wächst nach oben an. Siehe Fig.4. .



Figur 4.: Nomogramm

Für die Fälle, bei denen Ganzzahligkeit keine Bedingung ist und bei denen die Randbedingungen ① und ⑤ vernachlässigbar sind, kann noch ein weiterer Bearbeitungsschritt gemacht werden. Durch Vereinfachung der Randbedingung ④ (Fehler auf der sicheren Seite und kleiner 5%) kann die kontinuierliche Lösung direkt angegeben werden, wenn festgestellt ist, welcher Fall maßgebend ist: 2+4 Biegespannung + Kippen, oder 3+4 Verformung + Kippen. Siehe Fig.5. .



Figur 5.: Unterscheidung praktisch vorkommender Fälle

Hierzu berechnet man nach Gl.1a und Gl.2a die für den jeweiligen Fall erforderliche Querschnittshöhe h. Der Fall mit dem größeren Wert für h ist maßgebend und optimal. Die zugehörige Querschnittsbreite errechnet sich dann nach Gl.1b bzw. Gl.2b .

Die Faktoren H und B sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Setzt man die Spannweite in m und die Last in kN/m ein, ergeben sich die Querschnittsabmessungen in cm.

So ist aus einem Programm für einen Kleincomputer ein einfacher Algorithmus für die Praxis geworden.

Europ. Nadelholz	GKL	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>		P <sub>5</sub>	α =
					V <sub>kipp</sub> =2,5	V <sub>kipp</sub> =5,0		
Kantholz	I		3.864 12.436					
	II	2.887 16.667	4.217 13.572	1.118 2.686	2.304 31.956	2.739 38.002	0.025 0.833	1,0 0,03
	III		4.750 15.286					
Leimquerschnitt	I	2.500 14.434	3.770 12.132	1.092 2.623	2.276 31.577	2.707 37.552	0.025 0.833	1,0 0,03
	II		4.085 13.148					

Tabelle 1: Faktoren zum Nomogramm

$\overline{D}_a =$		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2+4	I	4.913 2.219	5.644 1.682	6.121 1.430	6.483 1.275	6.779 1.166	7.031 1.084	7.251 1.019	7.447 0.966	7.625 0.922	7.787 0.883	H B
	II	5.678 2.115	6.523 1.603	7.074 1.363	7.493 1.215	7.835 1.111	8.126 1.033	8.380 0.971	8.607 0.920	8.812 0.878	8.999 0.842	H B
3+4	200	5.056 2.198	5.514 1.695	5.800 1.456	6.013 1.307	6.183 1.202	6.325 1.123	6.448 1.060	6.557 1.008	6.654 0.964	6.742 0.927	H B
	300	5.886 2.089	6.419 1.611	6.753 1.384	7.000 1.242	7.198 1.143	7.364 1.067	7.507 1.007	7.634 0.958	7.747 0.917	7.850 0.881	H B

Tabelle 2a: Faktoren H und B für eine Kippsicherheit von 5,0

$\overline{D}_a =$		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2+4	I	5.644 1.682	6.483 1.275	7.031 1.084	7.447 0.966	7.787 0.883	8.076 0.821	8.329 0.772	8.555 0.732	8.759 0.698	8.945 0.670	H B
	II	6.523 1.603	7.493 1.215	8.126 1.033	8.607 0.920	9.000 0.842	9.334 0.783	9.626 0.736	9.887 0.698	10.122 0.665	10.338 0.638	H B
3+4	200	5.514 1.695	6.013 1.307	6.325 1.122	6.557 1.008	6.742 0.927	6.898 0.866	7.032 0.817	7.150 0.777	7.256 0.744	7.353 0.715	H B
	300	6.419 1.611	7.000 1.242	7.364 1.067	7.634 0.958	7.850 0.881	8.031 0.823	8.187 0.777	8.325 0.739	8.448 0.707	8.560 0.679	H B

Tabelle 2b: Faktoren H und B für eine Kippsicherheit von 2,5

## ZUSAMMENFASSUNG

An einem einfachen Beispiel wird demonstriert, wie aus einem Computerprogramm ein mit Tischrechnern lösbarer Algorithmus entwickelt werden kann.

## SUMMARY

It is shown, how from an initial computer program a simple algorithm for table-top calculators can be developed.

## RESUME

On montre à l'aide d'un exemple simple, la façon dont un algorithme soluble par calculateur de poche a pu être développé à partir d'un programme d'ordinateur.