

Institute for Mechanics of Materials and Structures Vienna University of Technology



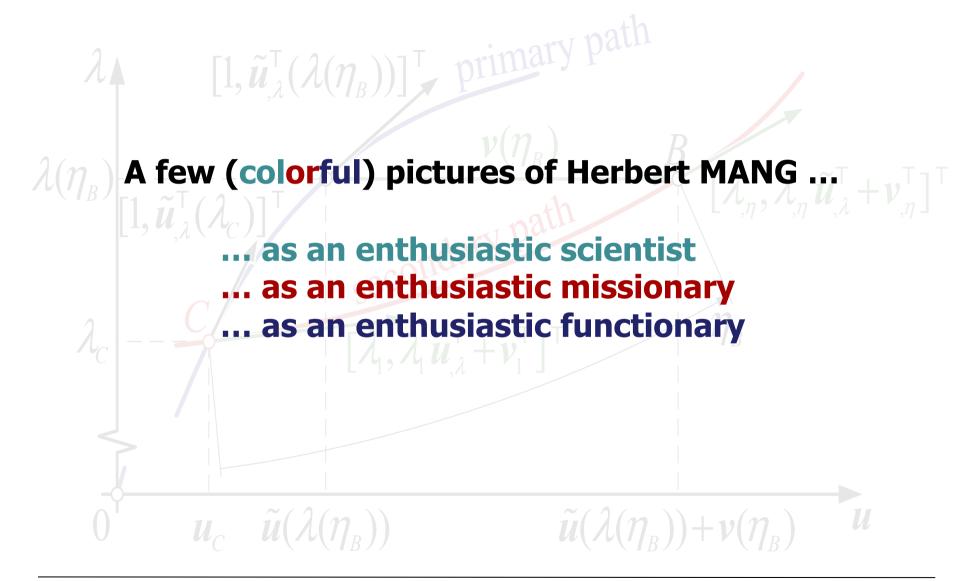


by Martina Pöll & Josef Eberhardsteiner

FEM Class of 42

Barcelona, Spain | May 8, 2012







#### 1974: Very first publication in scientific journal "Der Stahlbau"

#### Trapezplatten mit rechten Winkeln

DK 624.073.111 : 624.04 : 517.5

Ein Beitrag zur funktionentheoretischen Berechnung von Plattentragwerken<sup>1</sup>)

Von Dipl.-Ing. Dr. techn. H. Mang, Wien

Zusammenfassung

- Mit Hilfe der Methode von Mus'chelischwili werden Trapezplatten mit rechten Winkeln unter Gleichlast behandelt. Ausgehend von der Geursauschen Formel als der Grundlage funktionenthererisicher Lösungen der Bipotentialgleichung wird die Randwertaufgabe für Naviersche Randbedingungen gelöst.
- Die erforderliche konforme Abbildung des Einheitskreises auf das Innere eines allgemeinen Trapezes mit rechten Winkeln wird mittels der Schwarz-Christoffelschen Formel gewonnen.
- Als Beispiel wird eine Trapezplatte, die sich durch Viertelung eines regelmäßigen Sechseckes ergibt, behandelt.

#### Summary

Trapezoidal plates with right angles subjected to uniform loading are investigated by means of the method of Muskhelishvili. Goursat's formula provides the basis for the solution of the bipotential equation

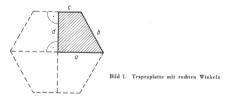
with the help of the theory of complex functions. The boundary value problem is solved for Navier boundary conditions.

The necessary conformal mapping of the unit circle on the interior of a general trapezium with right angles is obtained applying the formula of Schwarz-Christoffel.

As an example a trapezoidal plate of the shape of a quarter of a regular hexagou is investigated.

#### 1. Einleitung

Vorliegender Aufsatz beschäftigt sich mit einer Anwendung der Methode, die in [1] entwickelt ist. Mittels dieses Verfahrens wird zunächst die Kirchhoffsche Plattengleichung mit Navierschen Randbedingungen allgemein behandelt, woran sich als praktisches Beispiel die Berechnung einer dünnen, homogenen, isotropen, konstante Dicke aufweisenden Trapezplatte unter Gleichlast, die sich durch Viertelung eines regelmäßigen Sechsecks ergibt (Bild 1), anschließt. Für solche Trapezplatten mit rechten Winkeln, wie sie im Bauwesen nicht selten auftreten, ist dem Verfasser keine Lösung bekannt.



Während über funktionentheoretische Lösungen von Scheibenproblemen eine kaum überschaubare Anzahl von Publikationen existiert, verhält es sich bei Plattenproblemen wegen der größeren <sup>m</sup>

Ein Test dieser Art für auf solchen Methoden beruhende Computerprogramme ist wegen des Fehlens von Symmetrieeigenschaften, die oftmals einen sehr günstigen Einfluß auf die Güte numerischer Lösungen haben, ungleich wertvoller als die üblichen Vergleiche, wie sie etwa hei Rechtecksplatten angestellt werden.

Die vorliegende Arbeit gestattet ferner die Überprüfung einer für den Praktiker interessanten, überschlägigen Berechnungsart für Trapezplatten mit rechten Winkeln. Aus der Art der erwähnten Näherungsberechnung, über die noch zu sprechen sein wird, folgt,

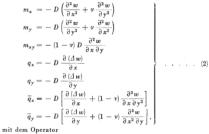
daß dieselbe für Verhältnisse  $\frac{c}{a} > \frac{1}{2}$  unter Beibehaltung von d

(siehe Bild 1) noch bessere Ergebnisse liefern muß. Das gewählte Trapez weicht von den Grenzfällen des Rechteckes und des rechtwinkeligen Dreieckes beträchtlich ab. Es weist auch nicht solche Abmessungen auf, daß man einer überschlägigen Bemessung näherungsweise einen Halbstreifen mit schrägern Rand zugrunde legen könnte. Man kann es daher als charakteristischen Vertreter der Trapezplatten mit rechten Winkeln ansehen.

#### 2. Allgemeiner Teil

2.1 Durchbiegung und Schnittgrößen Ausgangspunkt der Kirchhoffschen Plattentheorie ist die Bipotentialgleichung für die Durchbiegung w

Man findet für die üblichen Schnittgrößen an einem verformten Plattenelement folgende bekannte Ausdrücke [10]:



#### Mang, H.:

Trapezplatten mit rechten Winkeln – Ein Beitrag zur funktionentheoretischen Berechnung von Plattentragwerken (in German)

[*Trapezoidal plates with right angles – a contribution to functional theoretical calculation of plate structures*].

#### Internationally active from the very beginning

1971–1973: *Fulbright Fellow at Texas Tech University*1975–1976: *Max Kade Fellow at Cornell University*1979: *Visiting Associate Professor at the University of Tokyo*1981:

UNIDO technical expert at the Zhengzhou Research Institute

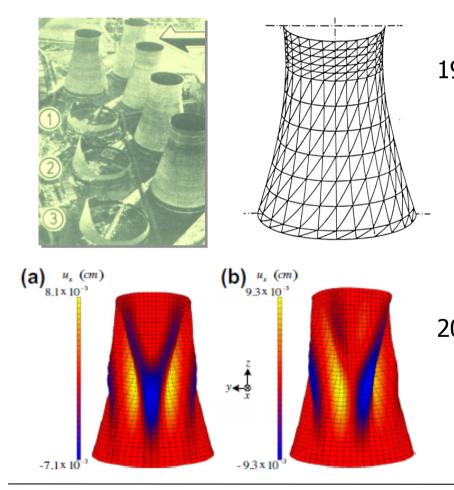


Prof. R. Gallagher



#### **Cooling tower shells**

 $\sigma = C \epsilon$ 



1983 ... Mang, Floegl, Trappel, Walter: *Wind-loaded reinforced-concrete cooling towers: buckling or ultimate load?* Engineering Structures.

2012 ... Jia: *Revisiting the failure mode of a RC hyperbolic cooling tower, considering changes of material and geometric properties,* Engineering Structures.



#### plates and shells Finite Element Methods

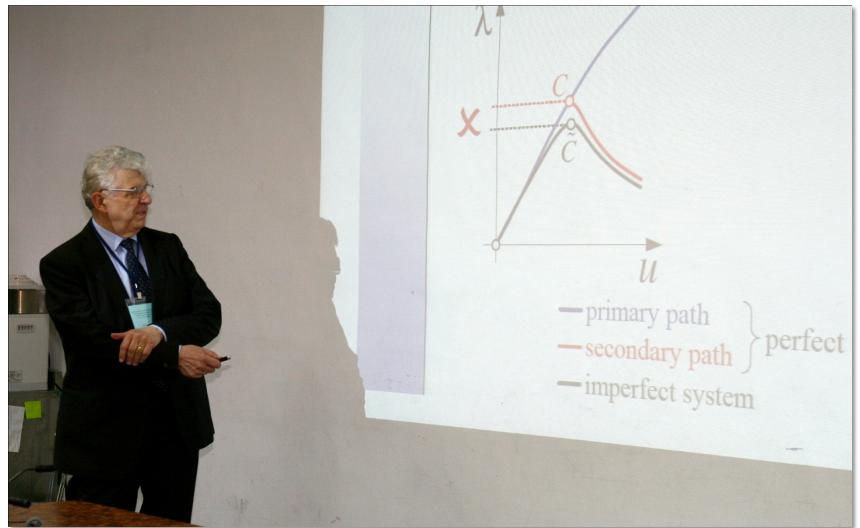
## **Boundary Element Methods**

shotcrete concrete soil

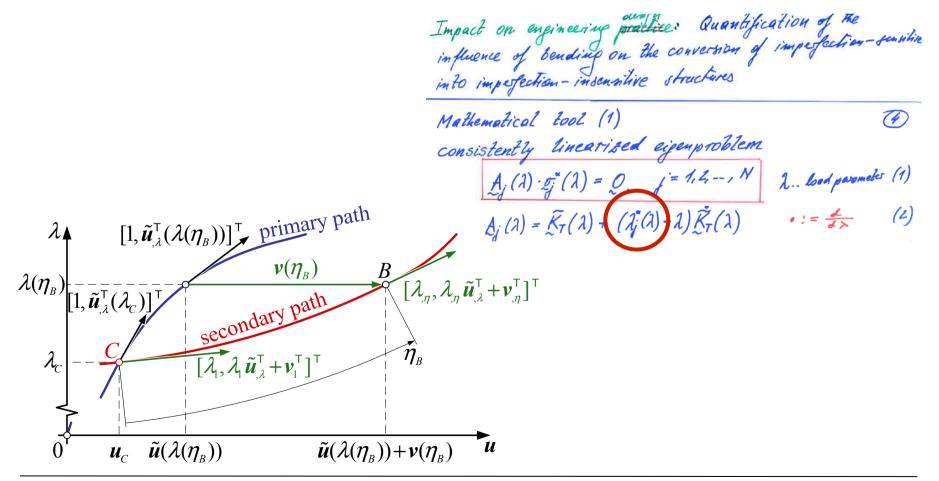
acoustics instability of steel girders

#### micromechanics of building materials

## **New Austrian Tunnelling Method**



Stability theory – imperfection sensitivity and insensitivity



Manuscripts corrected by Herbert ...

 $\sigma = C \epsilon$ 

1<sup>st</sup> round: red 2<sup>nd</sup> round: green 3<sup>rd</sup> round: blue

... four-color manuscript,

... hard work for him and the author,

... significantly improved paper!

Kurzfassung Unele des horas der Stabilität einer Gleichgewichtslage ist eine häufige Verangensursache schlanker Rahmenkonstruktionen und dünnwandiger Elächentragwerke. Die Berechnung der kritischen Behätungszestande, bei denen der Verlust der Stabilität cintritt, erfordert im allgemeinen Fall die Verwendung einer geometrisch nichtlinearen Theorie zur Beschreibung des mechanischen Verhaltens einer Struktur. Wie bei den meisten praktischen Anwendungen hildet die Methode der Finiten Elemente die Basis für die in dieser Abhandlung durchgeführten chnungen des des telle for finis and the first state in the first state and the first state in the first sta teges algebraischer Gleichungen durch Anwendung einer inkromentell iterativen wenne mit der Basis des verallgemeinerten Newtone Vertahrena und eine begieter hung der Stabilität der Ganat efnällteten Gleichgewichtsängen erkortert kum Ein rung des bearbeitenden Ingenieurs, zum Anderen ein reichhaltig Aus diesem Grund wurde eine Reihe von Verfahren zur mitialen Abschätzung der Lage Stabiljtätsgrepzp entwickelt, Einige dieser, Verfahren liefern zwar brauchbare Ere re Last-Verschiebungspfaden und insbesonders bei Durchschlagsproblem schätzungen. Assention Abschätzung zu verbessern, wird in dieser Abhandlung 3.844 : ein begleitendes Eigenwertproblem auf der Basis der konsistenten Linearisierung des statischen Stabilitätskriteriums für diskrete Systeme entwickelt. Diese Linearisierung solisier 24 die Differenzierberkeit der Tangentensteifigkeitsmatrix nach einem dimensionslosen Lastpa-27 rameter, die Verwendung dem hyperdiautschur Huttersligeartzeitzen Bechreibung des mechanischen Verhalten der Materiale. Zudem Wird gepeirt, daß auf der Bath der Ergeb-nisse dieses begleitenden Diesenverteroblens mitweis einer instaren Nachlaufrechnung eine -the weitere Verbesserung der emtittelten Abschätzungen erzielt werden kann., Derartig verbesserte Werte werden als Abschätzungen höherer Ordnung beseichnet, massdurch analytische Untersuchungen eines symptotischen Entwicklungen an der Stabilitätsgrenze gerechtfertigt to initile Matilinger non Schildlymenter an wird Die Anwendbarkeit des vorgestellten begleitenden Eigenwertproblems and der Abschätungen höherer Ordnung wird anhand einer Reihe von Bejaperignterapelwagen an Partwerke-; Batken- und Schälenstrückturen demonstriert. Die duem verwendeten Fachwerks, Ballenund Schalenelemente für große Verschiebungen und Rotationen werden gemeinsam mit den für die Eigenwertermittlung und die anschließende skalare Nachlaufrechnung erforderlichen Ableitungen der Tangentensteifigkeitsmatrisier nach einem dimensionslosen Lastparameter From Atm , liner ausführlich erhältet. Es wird gezeigt, daß das vergestellte begleitende Lägenwertanajvos von allem bei Dunch-schlagsprohlerung einen destlich größeren Einsatzberlich bei Skiellisaliger Verbassenung der Quafität der Artschatzungen geschieber den bister verwendeten begleitenden Försenwertver-fahren melweist. Bei ober Veinsahl von Verzweigungsprohlerun reicht die erziefte Quafität der Abschätzungen Joherer Ordnung estat zur Initialer Abschätzung der kritischen Lastigk-toren mit techniste wersichender Gehauigkeit. Schlästlich merden auch die Grenzen die Verzweigungsprohlerung erziefte den beiter versichen der Schlastlich merden auch die Grenzen die Verzweigungsprohlerung erziehen der Verzweigungsprohlerung erziehter der Beschlastlich verzweigen geschlastlich merden auch die Grenzen die Schlastlich verzweigen geschlastlich ausgeschen. ausführlich erläutert. in Vegleel en der horder versedeten Begleteler, Laurer Kynnestanlyn

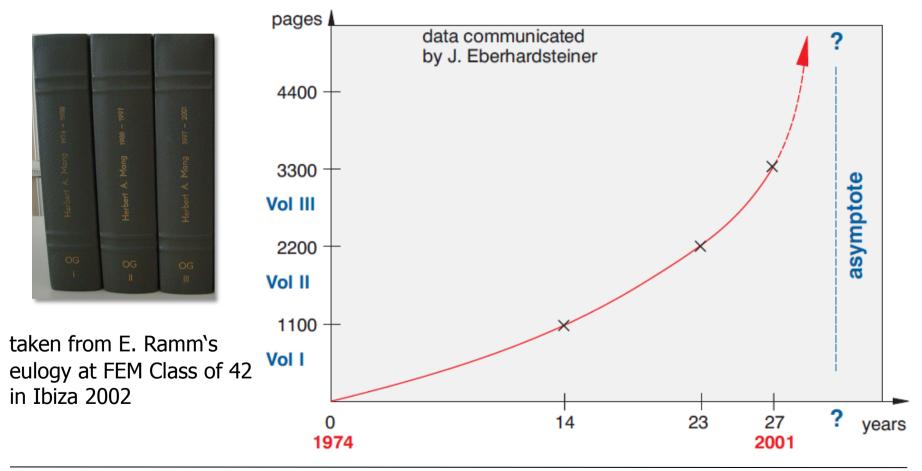
sides ; initide

#### **Publications**

- 25 co-authored or co-edited books
- chapters in handbooks, special issues of journals
- 450 papers in scientific journals and books
- also several socio-political and popular scientific publications during his presidency at the Austrian Academy of Sciences



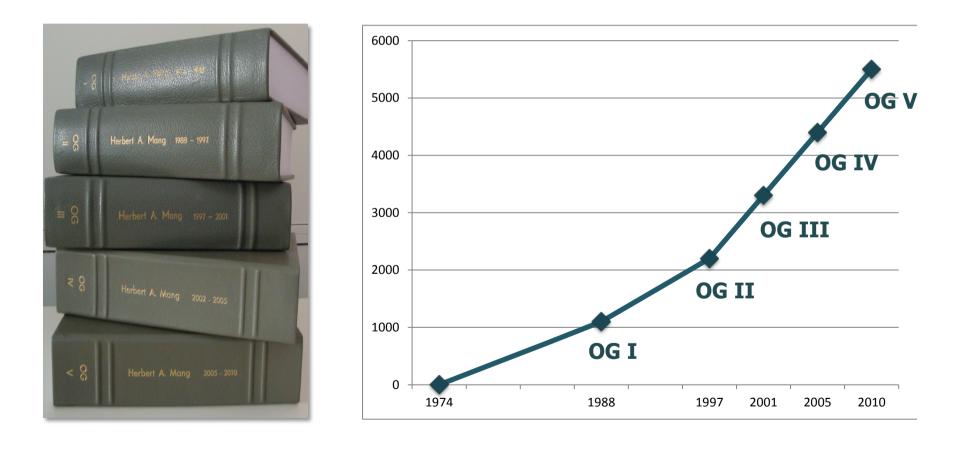
# Herbert MANG, the enthusiastic scientist ... Volumes OG I – OG III



WIEN



# Herbert MANG, the enthusiastic scientist ... Volumes OG I – OG V



- supporting & continuously promoting his associates
- travelled approx. 1.6 Mio. km

 $\sigma = C \epsilon$ 

- $\sim$  40 times around the world
- 590 t CO<sub>2</sub> compensation equivalent to 1,000 trees

Goethe's Faust: the first part of the tragedy, Faust's study)

## Herbert MANG, the enthusiastic missionary ...

**Institute for Mechanics of Materials and Structures** 

Vienna University of Technology

In Computational Mechanics to the moment one shall never say: "Ah, linger on, thou art so fair!"

(following Goethe's Faust, the first part of the tragedy)



# Herbert MANG, the enthusiastic missionary ... Honors and awards

• Honorary Doctorates (Cracow, Innsbruck, Kiev, Prague, Leoben, Vilnius)





- Member in 18 Academies of Sciences, among them
  - U.S. National Academy of Engineering, Washington, D.C.
  - German Academy of Technical Sciences
  - Brunswick Scientific Society
  - Polish Academy of Sciences

## Herbert MANG, the enthusiastic functionary ...

#### National

- Austrian Academy of Sciences (Secretary General 1995-2003, President 2003-2006)
- Science Council of the Federal Government of Austria (member since 2003, deputy chairman since 2010)

#### International

- IACM (Vice President of Europe and Africa 1998-2010)
- ECCOMAS (President 2005-2009)

 $\sigma = C \epsilon$ 

*no matter where, no matter how ... he attends every meeting ...* 

## Herbert MANG, the private person ...

#### History & geography

WIEN  $\sigma = C \epsilon$ 

 extensive knowledge and interest in European history, especially k.u.k. Monarchy





Mühlviertel: watershed Atlantic Ocean - Black Sea



### Herbert MANG, the private person ...

**Only two weaknesses:** 





### Herbert MANG ...

... a personality with many facets

enthusiastic

ambitious

continuously hard working

strategic thinking

persistent but fair

very motivating and supportive but demanding

# tolerant

always courteous

supportive and helpful



Institute for Mechanics of Materials and Structures Vienna University of Technology

# **Thank you Herbert!**



# Ad multos annos!