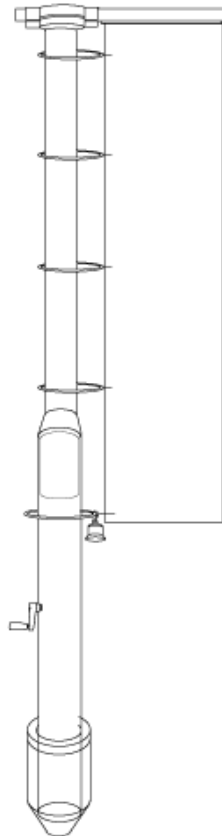


TYPENSTATIK FÜR FAHNENMASTE DER FIRMA ALUART



Bericht: W 997/1105

Auftrag: A-41-05

Aachen, im November 2005



Typenstatik für Fahnenmaste der Firma ALUART

Auftraggeber:

ALUART AG

ALUMINIUMVERARBEITUNG • FAHNENMASTEN • ZUBEHÖR

Gewerbe 2 • CH-6025 Neudorf

Erstellt von:



Prof. Sedlacek & Partner

Technologien im Bauwesen GmbH

WINDINGENIEURWESEN • BAUDYNAMIK •

STRÖMUNGSTECHNIK • STAHLBAU • GLASBAU

Pauwelsstrasse 19 • D 52 074 Aachen

Autoren:

PSP Technologien im Bauwesen

Dr.-Ing. Michael Hortmanns
cand.-Ing. Holger Lyding

Dieser Bericht umfasst 15 Seiten

Aachen, im November 2005



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
1 Aufgabenstellung	3
2 Ermittlung der Windlasten	4
2.1 Windlasten nach DIN 1055-4 [1].....	4
2.2 Belastung des Mastes	4
2.3 Belastung auf Fahne.....	5
2.4 Berechnung des Böreaktionsfaktors G	6
2.5 Beurteilung der Schwingungsanfälligkeit mit Hilfe des dynamischen Faktors	9
3 Berechnung der Eigenfrequenzen	9
4 Spannungsnachweise	10
5 Wirbelerregte Querschwingungen	11
6 Zusammenfassung	13
Literatur	14
Anhänge	



0 Aufgabenstellung

Für insgesamt 10 Masten zweier verschiedener Bauarten der Firma ALUART sollen die Windlasten gemäss neuer DIN 1055-4 [1] ermittelt werden und statische Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit geführt werden. Dabei soll eine Windgeschwindigkeit von maximal 8 Beaufort für das System Mast mit Fahne (Abmessungen 1,5m x 4,0m) zugrunde gelegt werden. Für das Geschwindigkeits- und Turbulenzprofil wird gemäß neuer DIN 1055-4 [1] das "Regelprofil Binnenland" angenommen.

Die geforderten Spannungsnachweise erfolgen anhand der Vorgaben nach EC 1 sowie basierend auf werkseitig garantierter Normwerten.

Eine Zusammenstellung aller den Berechnung zugrunde gelegten Eingangsdaten zeigt Tabelle 1.

Tabelle 1 Eingangsdaten der Berechnungen

Nr.	TYP	L_i [m] ^{*)}	Ø [mm]	t [mm]	A [mm ²]	W [mm ³]	$m_{1,x}$ [kg/m]	δ_s	Material
1	KA-6m	2,5	100	2,8	855,0	21410,9	2,309	0,1	EN AW-6060 T66
		3,5	80	2,8	679,1	13617,5	1,834		EN AW-6060 T66
2	KA-7m	3,5	100	2,8	855,0	21410,9	2,309	0,1	EN AW-6060 T66
		3,5	80	2,8	679,1	13617,5	1,834		EN AW-6060 T66
3	KA-8m	3,5	100	2,8	855,0	21410,9	2,309	0,1	EN AW-6063 T66
		4,5	80	2,8	679,1	13617,5	1,834		EN AW-6060 T66
4	KA-9m	1,0	101	3,9	1189,7	27809,4	3,212	0,1	EN AW-6063 T66
		4,5	101	3,3	1012,9	25633,7	2,735		EN AW-6063 T66
		3,5	80	2,8	679,1	13617,5	1,834		EN AW-6060 T66
5	KA-10m	1,30	101	4,3	1306,3	30295,2	3,527	0,1	EN AW-6006A T6
		4,20	101	3,3	1012,9	25633,7	2,735		EN AW-6006A T6
		4,5	80	2,8	679,1	13617,5	1,834		EN AW-6060 T66
6	TA-5m	5,0	80	2,8	679,1	13617,5	1,834	0,1	EN AW-6060 T66
7	TA-6m	6,0	80	2,8	679,1	13617,5	1,834	0,1	EN AW-6063 T66
8	TA-7m	1,1	80	3,8	909,7	16547,3	2,456	0,1	EN AW-6063 T66
		5,9	80	2,8	679,1	13627,5	1,834		EN AW-6063 T66
9	TA-7mKS	1,1	80	3,8	909,7	16547,3	2,456	0,1	EN AW-6063 T66
		4,4	80	2,8	679,1	13617,5	1,834		EN AW-6063 T66
		1,5	80	2,8	679,1	13617,5	1,834		EN AW-6060 T66
10	TA-8mKS	1,3	80	5,3	1243,8	21798,1	3,358	0,1	EN AW-6063 T66
		4,2	80	4,0	955,0	19207,0	2,579		EN AW-6063 T66
		2,5	80	2,8	679,1	13617,5	1,834		EN AW-6060 T66

*) mit L_i ist die statisch relevante Länge ab Einspannung Mastfuß gemeint



2 Ermittlung der Windlasten

1.1 Windlasten nach DIN 1055-4 [1]

Die auf die Fahnenmaste wirkenden Windlasten werden auf Basis der neuen DIN 1055-4 [1], (Weißdruck März 2005), die in weiten Teilen dem neuen Eurocode 1-4 entspricht, ermittelt. Dabei werden die Fahnenmaste zunächst als schwingungsanfälliges System angesehen.

Die Belastung auf den Fahnenmast lässt sich in zwei Anteile aufspalten: In den Anteil der Last der nur auf den Mast wirkt, sowie den Belastungsanteil aus der Beflaggung.

Die mittlere Windgeschwindigkeit soll laut Aufgabenstellung mit 8 Beaufort angenommen werden. Dies entspricht einer mittleren Windgeschwindigkeit von $v_{ref} = 20,7$ m/s in 10 m Höhe.

Als Geländekategorie wird das in DIN 1055-4 [1] neu eingeführte "Regelprofil Binnenland" (mit $z_{min}=7$ m) angesetzt. Es gilt für $z < 50$ m

$$v_m(z) = 0,86 \cdot v_{ref} \cdot (z/10)^{0,25} \quad \text{für das Geschwindigkeitsprofil}$$

$$I_v(z) = 0,22 \cdot (z/10)^{-0,25} \quad \text{für das Turbulenzprofil}$$

$$L_i(z) = 300 \cdot (z / 300)^\epsilon \quad \text{mit } \epsilon = 1 / (3000 \cdot z)^{0,1} \quad \text{für die Berechnung des integralen Längemaßes}$$

1.1 Belastung des Mastes

Gemäss DIN 1055-4 [1] wird die auf den Mast wirkende Last wie folgt ermittelt:

$$w(z_i) = q_m(z_i) \cdot c_{f,M} \cdot d_i \cdot G$$

mit

$w(z_i)$ Linienlast im Bereich h_i abhängig von z_i

$q_p(z_i)$ Staudruck im Bereich h_i in Höhe z_i gemäss E-DIN 1055-4 Anhang B [1]

$c_{f,M}$ Kraftbeiwert für zylindrische Körper



d_iMastdurchmesser im Bereich h_i

GBöreaktionsfaktor

Der Kraftbeiwert wird konstant mit $c_f = 0,4$ angenommen. Dieser Wert wurde aus Langzeit-Originalmessungen ermittelt.

Der Staudruck in Abhängigkeit der Höhe über Grund z_i wird wie folgt berechnet:

$$q_m(z_i) = \rho/2 \cdot v_{m,i}^2$$

mit

ρ Dichte der Luft mit $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$

$v_{m,i}$ mittlere Windgeschwindigkeit in Höhe z_i

Die Bezugshöhen z_i liegen jeweils am Ende der durch die unterschiedlichen Rohrdurchmesser definierten Mastabschnitte. Liegt diese unterhalb der durch die Geländekategorie vorgegebenen Mindesthöhe z_{\min} wird mit der mittleren Geschwindigkeit in der Höhe z_{\min} gerechnet.

1.1 Belastung auf Fahne

Die Windlast die auf die Fahne wirkt, wird nach DIN 1055-4 [1] wie folgt berechnet:

$$F_{\text{Fahne}} = q(z_2) \cdot c_{f,F} \cdot A_{\text{ref}} \cdot G$$

mit

$q(z_2)$Staudruck in Höhe Oberkante Fahne

$c_{f,F}$Kraftbeiwert für Flaggen nach DIN 1055-4 Kapitel 12.11 [1]

A_{ref} Bezugsfläche, bei rechteckigen Flaggen ist $A_{\text{ref}} = h_f \cdot \ell$

GBöreaktionsfaktor

Der Kraftbeiwert $c_{f,F}$ für Flaggen wird anhand folgender Formel ermittelt:

$$c_{f,F} = 0,02 + 0,7 \cdot \frac{m}{\rho \cdot h_F} \cdot \left(\frac{h_F^2}{A_{\text{ref}}} \right)^{1,25}$$

mit

m Masse pro Flächeneinheit der Flagge in kg/m^2



h_F Höhe der Flagge

A_{ref} Bezugsfläche

Zur Berechnung von $c_{f,F}$ wird eine Stoffqualität mit einer Masse von 180 kg/m^2 nass gerechnet. Die Bezugsfläche der Fahne ist mit 6 m^2 gegeben, wobei die Abmessungen mit $h_F=4 \text{ m}$ und $l=1,5 \text{ m}$ (gemäss Produktpalette der Berliner Stoffdruckerei) angenommen werden.

Für die Stoffqualität "Berolina" mit $m = 180 \text{ g/m}^2$ ergibt sich

$$c_{f,F,180} = 0,106$$

1.1 Berechnung des Böreaktionsfaktors G

Der Böenreaktionsfaktor wird gemäß DIN 1055-4 [1] wie folgt berechnet:

$$G = 1 + 2 \cdot g \cdot I_V(z_e) \cdot \sqrt{Q_0^2 + R_x^2}$$

Dabei sind:

$I_V(z_e)$ die Turbulenzintensität bei $z_e = 0,6 \cdot h_{Mast}$

g der Spitzenfaktor

Q_0 der quasi-statische Anteil (Böengrundanteil) der Böenreaktion

R_x der Resonanzanteil der Antwort infolge der Böenreaktion

Der Spitzenfaktor g ist wie folgt definiert:

$$g = \sqrt{2 \cdot \ln(v_E \cdot t)} + \frac{0,6}{\sqrt{2 \cdot \ln(v_E \cdot t)}}$$

Dabei sind:

t Mittelungszeitraum ($t = 600 \text{ s} = 10 \text{ min}$) für die Bezugsgeschwindigkeit v_{ref}

v_E Erwartungswert der Frequenz der Böenreaktion



Der Erwartungswert der Frequenz der Böenreaktion v_E ist definiert als:

$$v_E = \sqrt{\frac{v_{E,0}^2 \cdot Q_0^2 + n_{1,x}^2 \cdot R_x^2}{Q_0^2 + R_x^2}}$$

Dabei sind:

$n_{1,x}$...erste Eigenfrequenz in Hz der Bauwerksschwingung in Windrichtung (x-Richtung) (siehe Kapitel 3).

$v_{E,0}$ Erwartungswert der Frequenz in Hz der Böenreaktion des Tragwerks bei Annahme quasi-statischen Tragverhaltens

Dieser ist wie folgt festgelegt:

$$v_{E,0} = \frac{v_m(z_e)}{L_i(z_e)} \cdot \frac{1}{1,11 \cdot S^{0,615}}$$

Dabei sind:

$$S = 0,46 \cdot \left[\frac{b+h}{L_i(z_e)} \right] + 10,58 \cdot \left[\frac{\sqrt{b \cdot h}}{L_i(z_e)} \right]$$

b, h Breite, Höhe des Baukörpers

$v_m(z_e)$ mittlere Windgeschwindigkeit für $z=z_e$

$L_i(z_e)$ Integrallängenmaß der Längskomponente der Turbulenz in Richtung des mittleren Windes für $z=z_e$

Der quadrierte Böengrundanteil Q_0 ist wie folgt definiert :

$$Q_0^2 = \frac{1}{1 + 0,9 \cdot \left(\frac{b+h}{L_i(z_e)} \right)^{0,63}}$$

Der quadrierte Resonanz-Antwortanteil R_x^2 der Böenreaktion ist wie folgt definiert:

$$R_x^2 = \frac{\pi^2}{2 \cdot \delta} \cdot R_N \cdot R_h \cdot R_b$$

Dabei sind

δ logarithmisches Dämpfungsdekrement für Schwingungen in Windrichtung, das sich wie folgt zusammensetzt:

$$\delta = \delta_a + \delta_s$$



mit

δ_a ... aerodynamische Dämpfung mit

$$\delta_a = \frac{\rho \cdot b \cdot c_f}{2 \cdot n_{1,x} \cdot m_{1,x}} v_m(z_e)$$

Dabei sind:

ρLuftdichte $\rho=1,25 \text{ kg/m}^3$

bBreite der dem Wind ausgesetzten Bauwerksfläche in m

c_fmittlerer aerodynamischer Kraftbeiwert in Windrichtung

$m_{1,x}$...Masse pro Längeneinheit (besteht ein Mast aus zwei unterschiedlichen Profilen wird jeweils mit dem ungünstigeren Wert gerechnet)

δ_s ... Strukturdämpfung (hier mit 0,1 angenommen, basiert auf Originalmessungen, siehe auch [5])

R_N dimensionslose spektrale Dichtefunktion der Windgeschwindigkeit an der Resonanzstelle $n = n_{1,x}$

R_h, R_b ... aerodynamische Übertragungsfunktionen

Die dimensionslose spektrale Dichtefunktion R_N ist wie folgt definiert:

$$R_N = \frac{n_{1,x} \cdot S_v(n_{1,x})}{\sigma_v^2} = \frac{6,8 \cdot N_{1,x}}{(1 + 10,2 \cdot N_{1,x})^{5/3}}$$

Dabei ist:

$$N_{1,x} = \frac{n_{1,x} \cdot L_i(z_e)}{v_m(z_e)}$$

Die aerodynamischen Übertragungsfunktionen R_h und R_b werden für die Grundschwingungsform mit gleichsinnigem Vorzeichen (gleichgerichtete Verformung) angegeben. Sie werden ausgehend von R_ℓ wie folgt berechnet:

$$R_\ell = \frac{1}{\eta} - \frac{1}{2 \cdot \eta^2} \cdot (1 - e^{-2\eta}) \quad \text{für} \quad \eta > 0$$

$$R_\ell = 1 \quad \text{für} \quad \eta = 0$$



Dabei sind:

$$R_h = R_\ell \quad \text{mit} \quad \eta = \frac{4,6 \cdot N_{1,x} \cdot h}{L_i(z_e)}$$

$$R_b = R_\ell \quad \text{mit} \quad \eta = \frac{4,6 \cdot N_{1,x} \cdot b}{L_i(z_e)}$$

Anhang B zeigt tabellarisch die Ergebnisse der Berechnungen des Böreaktionsfaktors für alle Masttypen.

1.1 Beurteilung der Schwingungsanfälligkeit mit Hilfe des dynamischen Faktors

Zur Beurteilung der dynamischen Beanspruchung wurde der dynamische Faktor bestimmt der das Verhältnis zwischen dem Böreaktionsfaktor unter Vernachlässigung und unter Berücksichtigung des Resonanzantwortanteils R_x^2 darstellt (G / G_{qs} siehe Anhang B). Es zeigt sich, dass dieser Faktor in allen Fällen im Bereich 1,10 liegt und die Maste als nicht schwingungsanfällig gegenüber der Böenwirkung angesehen werden dürfen, da die Verformungen unter Windeinwirkungen durch Böenresonanz um nicht mehr als 10% vergrößert werden (DIN 1055-4 Kap 6.2, Abs. 1 [1]). Es wird nachfolgend auf eine Ermüdungsuntersuchung verzichtet.

1 Berechnung der Eigenfrequenzen

Für die Berechnung der Eigenfrequenzen wurde das Stabwerksprogramm InfoCAD benutzt.

Als statisches System wird ein vollkommen eingespannter Kragarm angenommen. Dabei wurde der Mast in 20 Elemente untergliedert. Bei zweigeteilten Masten wurde jeder Abschnitt mit 10 Elemente diskretisiert. Der Ausleger wurde am Mastende als Punktmasse abgebildet ebenso wurden die Kupplungsstücke in den entsprechenden Höhen als Punktmassen in das System eingefügt.

Um den Einfluss der Fahnenmasse und des eigentlich auskragenden Auslegers auf die Eigenfrequenzen des System abzuschätzen wurde eine Parameterstudie durchgeführt. Dabei wurde der Ausleger als auskragende Punktmasse abgebildet, sowie die Fahne ebenfalls als Punktmasse in Fahnenmitte, auf der Mastachse liegend, berücksichtigt.

Es zeigte sich das die maximale Abweichung bezüglich der ersten Eigenfrequenzen nicht mehr als 6,5 % zum Basis-System betragen.



Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse der Parameterstudie

Tabelle 2 Ergebnisse der Parameterstudie

	Vgl. Basis-Fahne		Vgl. Basis-Fahne+Ausleger		Vgl. Fahne - Fahne+Ausleger	
	Δf_i [Hz]	Δf_i [%]	Δf_i [Hz]	Δf_i [%]	Δf_i [Hz]	Δf_i [%]
Abweichung in der 1. Eigenfrequenz	-0,11	-6,47%	-0,11	-6,47%	0,00	0,00%

Für die weiteren Berechnungen wurden deshalb die, anhand des Basis-Systems berechneten Eigenfrequenzen um 10% reduziert um die Einflüsse eines ausmittigen Auslegers, einer zusätzlichen Fahnenmasse sowie die Auswirkung einer unvollkommenen Einspannung zu berücksichtigen.

Die Eingaben für das Programm InfoCAD und die Ergebnisse der Eigenfrequenzberechnungen sind in Anhang A zusammengefasst.

1 Spannungsnachweise

Der geforderte Spannungsnachweis basiert auf werksseitig angegebenen charakteristischen Werten für die Streckgrenze und die Zugfestigkeit. Dabei wird ein probabilistisches Sicherheitskonzept, wie es auch im Eurocode umgesetzt wird, zugrunde gelegt mit Teilsicherheitsbeiwerten auf der Einwirkungs- sowie der Widerstandsseite. Dabei wird der Teilsicherheitsbeiwert auf der Einwirkungsseite mit $\gamma_Q = 1,5$ (DIN 1055-100 [4]) und auf der Widerstandsseite mit $\gamma_M = 1,1$ (DIN V ENV 1999-1 [3]) angesetzt. Der laut Hersteller eingehaltene charakteristische Normwert für die Legierung EN AW-6006A T6 e < 5 mm (Al SiMG(A) F28) ist

$$f_{uk} = 270 \text{ N/mm}^2 \quad \text{für die Zugfestigkeit}$$

$$f_{0,2pk} = 225 \text{ N/mm}^2 \quad \text{für die Streckgrenze}$$

für die Legierung EN AW-6063 T66 e < 25mm (AlMgSi0,5 F25)

$$f_{uk} = 245 \text{ N/mm}^2 \quad \text{für die Zugfestigkeit}$$

$$f_{0,2pk} = 200 \text{ N/mm}^2 \quad \text{für die Streckgrenze}$$

und für die Legierung EN AW-6060 e<15 (AlMgSi0,5 F22)

$$f_{uk} = 215 \text{ N/mm}^2 \quad \text{für die Zugfestigkeit}$$

$$f_{0,2pk} = 160 \text{ N/mm}^2 \quad \text{für die Streckgrenze.}$$



Das Eigengewicht des Mastes bleibt unberücksichtigt, da es einen vernachlässigbar kleinen Spannungsanteil beiträgt.

Die Nachweise für die einzelnen Maste sind in Anhang C zusammengefasst.

1 Wirbelerregte Querschwingungen

Wirbelerregte Querschwingungen können nur am Mast ohne Fahne auftreten.

Auf Grundlage der dynamischen Analyse wurden gemäß DIN 1055-4 Anhang C Einsetzgeschwindigkeiten für wirbelerregte Querschwingungen berechnet

$$v_{crit} = b \cdot n_{i,y} / St$$

Dabei sind:

bmaßgebende Breite des Querschnitts im Bereich der Wirbelerregung

$n_{i,y}$ Eigenfrequenz der i-ten Schwingungsform

StStrouhalzahl für zylindrische Querschnitte $St = 0,18$

Tabelle 3 zeigt die berechneten Einsetzgeschwindigkeiten der ersten 3 Eigenformen für alle Maste.

Tabelle 3 Einsetzgeschwindigkeiten für wirbelerregte Querschwingungen

Nr.	TYP	Ø [mm]	$f_{e,1}$ [Hz]	red $f_{e,1}$	$v_{crit,1}$	$f_{e,2}$ [Hz]	red $f_{e,2}$	$v_{crit,2}$	$f_{e,3}$ [Hz]	red $f_{e,3}$	$v_{crit,3}$
1	KA-6m	100	2,220	1,998	1,1	11,890	10,701	5,9	34,990	31,491	17,5
		80			0,9						
2	KA-7m	100	1,710	1,539	0,9	8,953	8,058	4,5	27,383	24,645	13,7
		80			0,7						
3	KA-8m	100	1,420	1,278	0,7	7,020	6,318	3,5	20,540	18,486	10,3
		80			0,6						
4	KA-9m	101	1,210	1,089	0,6	6,040	5,436	3,1	17,160	15,444	8,7
		80			0,5						
5	KA-10m	101	1,010	0,909	0,5	4,840	4,356	2,4	14,220	12,798	7,2
		80			0,4						
6	TA-5m	80	2,335	2,102	0,9	16,038	14,434	6,4	46,963	42,266	18,8
7	TA-6m	80	1,682	1,514	0,7	11,321	10,189	4,5	32,913	29,621	13,2
8	TA-7m	80	1,350	1,215	0,5	8,770	7,893	3,5	24,920	22,428	10,0
9	TA-7mKS	80	1,280	1,152	0,5	8,660	7,794	3,5	23,260	20,934	9,3
		80			0,5						
10	TA-8mKS	80	1,150	1,539	0,7	6,620	5,958	2,6	17,960	16,164	7,2
		80			0,7						

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, liegen alle berechneten Windgeschwindigkeiten unterhalb der Bemessungsgeschwindigkeit von 20,7 m/s bei der der Mast noch beflaggt sein soll. Bei Beflagung ist jedoch nicht von einer Anfälligkeit des System für wirbelerregte Querschwingung auszugehen, da im Bereich der Fahne eine Ablösung von Wirbeln verhindert wird.



Auch beim unbeflagten Mast ist aufgrund des geringen Mastgewichtes von geringen Trägheitskräften infolge Wirbelerregung auszugehen, so dass die Böenerregung als maßgebender Lastfall bestehen bleibt.

Eine Abschätzung zeigt, dass höchstens wirbelerregten Amplituden im Bereich 3% - 5% d zu erwarten sind.



6 Zusammenfassung

- Die Masten wurden für eine maximale Windgeschwindigkeit von 8 Beaufort nachgewiesen. Bei höheren Windgeschwindigkeiten ist die Fahne vom Mast zu nehmen.
- Das maximale Fahngewicht beträgt 180 g/m^2 nass. Die Bezugsfläche der Fahne ist mit 6 m^2 gegeben, wobei die Abmessungen mit $h_F=4 \text{ m}$ und $\ell=1,5 \text{ m}$ angegeben werden.



Literatur

- [0] DIN 1055-4, Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 4: Windlasten, Weißdruck März 2005
- [0] DIN 4113, Aluminiumkonstruktionen unter vorwiegend ruhender Belastung, Stand September 2002
- [0] DIN V ENV 1999-1, Bemessung und Konstruktion von Aluminiumbauten, Allgemeine Bemessungsregeln
- [0] DIN 1055-100, Einwirkungen auf Tragwerke, Grundlagen der Tragwerksplanung, Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln
- [0] W955/0205, Originalmessungen an Fahnenmasten der Firma Aluart – Herbst 2003-Winter 2004, PSP-Technologien im Bauwesen GmbH, Februar 2005



Prof. Sedlacek & Partner
Technologien im Bauwesen GmbH



Tragwerksplanung • Baudynamik • Bauwerksaerodynamik

Stahlbau • Konstruktiver Glasbau • Softwareentwicklung

Kontaktperson: Dr.-Ing. M. Hortmanns

Pauwelsstrasse 19 52074 Aachen

Tel. 0049 (0) 241 / 963 2480 Fax. - / 963 2490

Mobil: 0049 (0)178 / 80 5177 3

e-mail: mail@psp-tech.de

Internet: <http://www.psp-tech.de>