Stand- und Entgleisungssicherheit bei Zahnradbahnen

Autor(en): **Borgeaud, Gaston**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **96 (1978)**

Heft 35

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-73736

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Eine Erhöhung der Schicht ergibt eine Verbesserung um etwa 2 dB je cm zusätzlicher Schichthöhe. Für Fälle mit höheren Anforderungen sollte man zu Schichtdicken bis etwa 100 mm greifen.

Beseitigung von Undichtheiten

Die meisten Verkleidungen benötigen eine verbesserte Dichtung. Bei den Mineralfaserplatten als Deckenplatten kann dies durch eine Dichtung der Rückseite der Platten mit einem dicken, dichten *Anstrich* oder ähnliches geschehen. Für die Dichtung der Fugen können bisher keine «Patentrezepte» angegeben werden. Besonders wichtig ist dieses Problem bei Metallkassetten-Decken.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass noch eine wesentliche Verbesserung der Schall-Längsdämmung von Deckenverkleidungen gegenüber dem bisherigen Zustand möglich ist. Die für eine gute Schalldämmung nötigen höheren Werte sind ohne sehr grossen Aufwand erreichbar. Im wesentlichen sind es Probleme der Fugendichtung, die noch gelöst werden müssen.

Literaturverzeichnis

[1] DIN 52217 Flankenübertragung
Begriffe 1971, Beuth-Vertrieb, Köln.

[2] DIN 52210, Blatt 4
Luft- und Trittschalldämmung, Ermittlung von Einzelangaben 1975, Beuth-Vertrieb, Köln.

[3] *Kath U.*: «Der Einfluss von Nebenwegen auf die Schalldämmung leichter Trennwände», Fortschritte der Akustik, Plenarvorträge und Kurzreferate DAGA 1973, Aachen, VDI-Verlag Düsseldorf 1973, S. 360–363.

[4] *Gösele K.* und *Schüle W.*: «Schall – Wärme – Feuchtigkeit». Bauverlag Wiesbaden, 2. A., 1972.

[5] *Gösele K.*: «Schall-Längsdämmung von Deckenverkleidungen». Fortschritte der Akustik, Plenarvorträge und Kurzreferate, DAGA 1975, Braunschweig, S. 501–503, Physik-Verlag, Weinheim 1975.

[6] *Schüle W.*: «Flachdächer mit untergehängten Schallschluckdecken», Teil 1 und 2. FBW-Blätter, Folge 3+4, Stuttgart 1973.

[7] *Heckl M.*: «Die Schalldämmung von homogenen Einfachwänden endlicher Fläche». Acustica 1960, S. 98–108.

Adresse der Verfasser: *Kühn + Blickle*, Bauakustik Zug, Waldburg, 6314 Unterägeri, und *K. Gösele, F. Stumm*, Institut für Bauphysik, 7000 Stuttgart 70.

Stand- und Entgleisungssicherheit bei Zahnradbahnen

Von **Gaston Borgeaud**, Winterthur

IV. Teil (Fortsetzung)*

9 Berechnungsbeispiel

- Zugskomposition bestehend aus 6 Fahrzeugen: 2 gleiche Triebwagen, talseitig, und 4 Vorstellwagen, bergseitig.
- Abbremsung bei Talfahrt auf 200‰ mit gleichzeitiger Wirkung beider mechanischer Bremsen jedes Triebwagens.
- Die Stabilitätsverhältnisse beim bergseitigen Triebgestell des Triebwagens 2 sind zu untersuchen.

Daten

1) Einheiten:

Längen	in m
Zeit	in s
Kräfte	in N
Massen	in kg
Massenmomente	in kgm
Momente	in Nm
Geschwindigkeit	in m/s
Beschleunigung u. Verzögerungen	in m/s²

2) Allgemeine Daten

$\mathrm{tg}\alpha = 0{,}2$	$\sin\alpha = 0{,}19612$	$\cos\alpha = 0{,}98058$
$\delta = 2°$	$\sin\delta = 0{,}0349$	$\cos\delta = 0{,}9994$
$\mathrm{tg}\beta = 0{,}25$	$\sin\beta = 0{,}24254$	$\cos\beta = 0{,}97014$
$\gamma = 60°$	$\mathrm{tg}\gamma = 1{,}73205$	$\cos\gamma = 0{,}5$
$p = 0{,}12$	$\zeta^* = 2$	$\mu_k = 0$
$\mu_b = 0{,}3$	$\mu_s = 0{,}3$	$\mu_z = 0{,}15$
$2e = 1{,}07$	$s = 0{,}01$	$R = 100$
$n = 6$	$v = 4$	$\psi = -1$

Erdbeschleunigung $g = 9{,}80665$

3) Zugskomposition und deren Hauptdaten

i	1	2	3	4	5	6	Total
$\overline{m}_i$	54 000	54 000	12 000	13 000	18 000	19 000	170 000
m_{roti}	14 800	14 800	200	200	200	200	30 400
m_{gi}	68 800	68 800	12 200	13 200	18 200	19 200	200 400
X_{mbi}	392 250	392 250	0	0	0	0	784 500
X_{wi}	0	0	0	0	0	0	0
w_i	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	

4) Kastendaten

$\overline{m}_c = 32\,700$	$W = 9800$	$N_o = N_u = 0$
$\mathbf{M}' = -1000$	$\mathbf{M}'' = +1000$	
$\mathfrak{D}^*_{q'} = \mathfrak{D}^*_{q''} = 0$	$\mathfrak{D}^*_{x'} = \mathfrak{D}^*_{x''} = 0$	$\xi_c = 1$
$d' = 6$	$d'' = 6$	$d = 12$
$g' = 6$	$g'' = 6$	$g = 12$
$w' = 6$	$w'' = 6$	$\overline{k}_u = \overline{k}_o = 2{,}1$
$h'_x = h_{x''} = 0{,}1$	$h_{k'} = h_{k''} = 0{,}225$	$h_{q'} = h_{q''} = 0{,}12$
$h_c = 0{,}825$	$h_w = 1{,}2$	$\varkappa_o = \chi_o = -0{,}05$
	$\varkappa_u = \chi_u = +0{,}06$	

5) Bergseitiges Gestell

Antriebsanordnung:

2 Getriebebremsen, je auf Tatzenlagerantriebe 1 und 2 wirkend
2 Klinkenbremsen, als Tatzenlagerantriebe 3 und 4 betrachtet
1 Zahnrad 1 auf Radsatz 1 gelagert, von Antrieben 1 und 3 angetrieben
1 Zahnrad 2 auf Radsatz 2 gelagert, von Antrieben 2 und 4 angetrieben

* I. Teil (mit Bezeichnungen): Heft 27/28, S. 535–550, II. Teil: Heft 30/31, S. 583–589, III. Teil: Heft 32, S. 598–608.

Gestelldaten

		$\mathfrak{m}_{qn1}$	200	$\mathfrak{m}_{kxn2}$	100	e_{R2}	0,635	$e_{o1} = e_{o2}$	0,047	τ_g	0,5
$\overline{m}_d$	10 650	$\mathfrak{m}_{qn2}$	200	$\mathfrak{m}_{kxn3}$	0	$f_{n1} = f_{n2}$	0,7	$\nu_{n1} \div \nu_{n4}$	1	$\varkappa_{r1}$	−1
$\overline{m}_f$	6300	$\mathfrak{m}_{qn3}$	0	$\mathfrak{m}_{kxn4}$	0	$f_{n3} = f_{n4}$	0,37	$\overline{\nu}_{n1} = \overline{\nu}_{n2}$	1	$\varkappa_{r2}$	+1
$m_{r1} = m_{r2}$	2175	$\mathfrak{m}_{qn4}$	0	a	2,8	g_1	1,3	$\overline{\nu}_{n3} = \overline{\nu}_{n4}$	0,8	$\zeta_{n1} = \zeta_{n2}$	0,26
m_{rotz1}	3500	$\mathfrak{m}_{kqn1}$	0	a_{z1}	0	g_2	1,5	$\overline{\nu}_{z1} = \overline{\nu}_{z2}$	1	$\zeta_{n3} = \zeta_{n4}$	0,24
m_{rotz2}	3500	$\mathfrak{m}_{kqn2}$	0	a_{z2}	2,8	h_f	0,24	$\varrho_{r1} = \varrho_{r2}$	1	$\zeta_{11} = \zeta_{22}$	1
m_{rotz3}	0	$\mathfrak{m}_{kqn3}$	0	$b_{n1} = b_{n2}$	0,85	q	−0,1	$\varrho_{nr11} = \varrho_{nr31}$	1	$\zeta_{31} = \zeta_{42}$	1
m_{rotz4}	0	$\mathfrak{m}_{kqn4}$	0	$b_{n3} = b_{n4}$	0,9	$t_{z1} = z_1$	0	$\varrho_{nr22} = \varrho_{nr42}$	1	$\Gamma_{n1} \div \Gamma_{n4}$	0
m_{rotkz1}	2900	$\mathfrak{m}_{xn1}$	100	$c_1 = c_2$	1,4	$t_{z2} = z_2$	2,8	$\varrho_{zr11} = \varrho_{zr22}$	1	$\Phi_{r1} = \Phi_{r2}$	1
m_{rotkz2}	2900	$\mathfrak{m}_{xn2}$	100	$\bar{c}_1 = \bar{c}_2$	1,4	$u_{z1} = u_{z2}$	0,046	$\gamma_{gn1} = \gamma_{gn2}$	1	$\Psi_{r1} = \Psi_{r2}$	1
m_{rotkz3}	0	$\mathfrak{m}_{xn3}$	0	e_{L1}	0,635	$D_{r1} = D_{r2}$	0,78	$\vartheta^*_{qn1} = \vartheta^*_{qn2}$	0	Ω_A	0
m_{rotkz4}	0	$\mathfrak{m}_{xn4}$	0	e_{R1}	0,435	$D_{z1} = D_{z2}$	0,688	$\vartheta^*_{xn1} = \vartheta^*_{xn2}$	+0,1		
m_{rotr}	20	$\mathfrak{m}_{kxn1}$	100	e_{L2}	0,435	$\varepsilon_1 = \varepsilon_2$	0,96	$\tau_{r1} = \tau_{r2}$	0,5		

Bemerkung: Alle Grössen, die zur Auswertung notwendig und in obiger Aufstellung nicht aufgeführt sind, haben den Wert 0.

6) Durchrechnung

Gl.			
	Achs- und Radlasten der Ruhe		
$(101)_o$	M_{co}	$0{,}1 \cdot 9{,}80665 \cdot 32\,700$	32 068
$(107)_o$	C_{vo}	$\frac{1}{12}\left[6 \cdot 9{,}80665 \cdot 32\,700 + \ldots\right]$	160 339
$(111)_o$	$\overline{V}_o$	$160\,339 + 9{,}80665 \cdot 6300$	222 121
$(112)_o$	$\mathfrak{M}_{qo}$	$9{,}80665 \cdot 6300\,(1{,}5 - 1{,}4) + 160\,339\,(1{,}4 - 1{,}4)$	6178
$(113)_o$	M_{gxo}	$-0{,}1 \cdot 9{,}80665 \cdot 6300$	− 6178
114	Q_{o1}	$1\,\frac{222121}{2} + 1\,\frac{6178}{2{,}8} + 9{,}80665 \cdot 2175$	134 596
	Q_{o2}	$1\,\frac{222121}{2} - 1\,\frac{6178}{2{,}8} + 9{,}80665 \cdot 2175$	130 184
115	R_{oa1}	$\frac{1}{1{,}07}\left[0{,}435 \cdot 9{,}80665 \cdot 2175 + 0{,}5\,(-6178 + 0{,}5 \cdot 32\,068)\right] + \frac{134\,596 - 9{,}80665 \cdot 2175}{2}$	69 910
	R_{oi1}	$\frac{1}{1{,}07}\left[0{,}635 \cdot 9{,}80665 \cdot 2175 - 0{,}5\,(-6178 + 0{,}5 \cdot 32\,068)\right] + \frac{134\,596 - 9{,}80665 \cdot 2175}{2}$	64 686
	R_{oa2}	$\frac{1}{1{,}07}\left[0{,}635 \cdot 9{,}80665 \cdot 2175 + 0{,}5\,(-6178 + 0{,}5 \cdot 32\,068)\right] + \frac{130\,184 - 9{,}80665 \cdot 2175}{2}$	71 691
	R_{oi2}	$\frac{1}{1{,}07}\left[0{,}435 \cdot 9{,}80665 \cdot 2175 - 0{,}5\,(-6178 + 0{,}5 \cdot 32\,068)\right] + \frac{130\,184 - 9{,}80665 \cdot 2175}{2}$	58 493
	Verzögerung		
7	$\mathfrak{p}$	$\frac{784\,500 + 9{,}80665 \cdot 170\,000\,(0{,}005 - 0{,}19612)}{200\,400}$	2,32474
	Traktionskräfte		
	X_{zg}	$0{,}5 \cdot 392\,250$	196 125
17	K_{u2}	$-\left[392\,250 - 2{,}32474\,(200\,400 - 68\,800) + 9{,}80665\,(170\,000 - 54\,000)\,(0{,}005 - 0{,}19612)\right]$	+ 131 098
	K_{o2}	$+\left[0 - 2{,}32474\,(200\,400 - 137\,600) + 9{,}80665\,(170\,000 - 108\,000)\,(0{,}05 - 0{,}19612)\right]$	− 262 197
	Antriebsmomente und -kräfte		
85	$\mathfrak{D}_{xo1}$, $\mathfrak{D}_{xo2}$	$\left[\frac{0{,}688}{2}\,(0{,}26 \cdot 196\,125 - 2{,}32474 \cdot 2900) + \frac{0{,}78}{2}\,(0)\right]0{,}1 + 2{,}32474 \cdot 100$	1754,7
	$\mathfrak{D}_{xo3}$, $\mathfrak{D}_{xo4}$	$[\quad]0 + 2{,}32474 \cdot 0$	0
86	$\mathfrak{D}_{xa1}$, $\mathfrak{D}_{xa2}$	$2{,}32474 \cdot 100 - 1754{,}7$	− 1522,2
	$\mathfrak{D}_{xa3}$, $\mathfrak{D}_{xa4}$	0	0
87	$\mathfrak{D}_{qo1}$, $\mathfrak{D}_{qo2}$	$[\quad]0 + 2{,}32474 \cdot 0$	0
	$\mathfrak{D}_{qo3}$, $\mathfrak{D}_{qo4}$	$[\quad]0 + 2{,}32474 \cdot 0$	0
88	$\mathfrak{D}_{qa1}$, $\mathfrak{D}_{qa2}$	$\frac{0{,}688}{2}\,(0{,}26 \cdot 196\,125 - 2{,}32474 \cdot 3500) + \frac{0{,}78}{2} \cdot 0 + 2{,}32474 \cdot 200 + 0\left[\quad\right]$	15 207,4
	$\mathfrak{D}_{qa3}$, $\mathfrak{D}_{qa4}$	$\frac{0{,}688}{2}\,(0{,}24 \cdot 196\,125 - 0) + 2{,}32474 \cdot 0$	16 192,1

90	B_{n1}, B_{n2}	$\frac{1}{0{,}85}\left[15\,207{,}4 + 42\,856\left(\frac{0{,}78-0{,}688}{2} - 0{,}046\right)\right]$	17 891,1
	B_{n3}, B_{n4}	$\frac{1}{0{,}9}\left[16\,192{,}1 + 47\,070\left(\frac{0{,}78-0{,}688}{2} - 0{,}046\right)\right]$	17 991,2
91	V	$1\cdot 17\,891{,}1 + 0{,}8\cdot 17\,991{,}2 - 1\cdot 17\,891{,}1 - 0{,}8\cdot 17\,991{,}2$	0
93	M_{nq}	$-2\,\frac{17\,891{,}1\,(1{,}28 - 2\cdot 0{,}85) + 17\,991{,}2\,(0{,}8\cdot 2{,}8 - 2\cdot 0{,}9)}{2}$	− 27 596,3
92	M_{nx}	$2\cdot 17\,891{,}1\cdot 1(0{,}7 - 0{,}535) + 2\cdot 17\,991{,}2\cdot 0{,}8\,(0{,}37 - 0{,}535)$	1154,4
95	$\Delta_n R_{a1}$	$+1\,\frac{-27\,596{,}3}{5{,}6} + 0{,}5\,\frac{1154{,}4}{1{,}07} - 1\cdot 17\,891{,}1\,\frac{0{,}7-1{,}07}{1{,}07} - 0{,}8\cdot 17\,991{,}2\,\frac{0{,}37-1{,}07}{1{,}07}$	+ 11 214,1
	$\Delta_n R_{i1}$	$+1\,\frac{-27\,596{,}3}{5{,}6} - 0{,}5\,\frac{1154{,}4}{1{,}07} + 1\cdot 17\,891{,}1\,\frac{0{,}7}{1{,}07} + 0{,}8\cdot 17\,991{,}2\,\frac{0{,}37}{1{,}07}$	+ 11 214,1
	$\Delta_n R_{a2}$	$-1\,\frac{-27\,596{,}3}{5{,}6} + 0{,}5\,\frac{1154{,}4}{1{,}07} - 1\cdot 17\,891{,}1\,\frac{0{,}7}{1{,}07} - 0{,}8\cdot 17\,991{,}2\,\frac{0{,}37}{1{,}07}$	− 11 214,1
	$\Delta_n R_{i2}$	$-1\,\frac{-27596{,}3}{5{,}6} - 0{,}5\,\frac{1154{,}4}{1{,}07} + 1\cdot 17\,891{,}1\,\frac{0{,}7-1{,}07}{1{,}07} + 0{,}8\cdot 17\,991{,}2\,\frac{0{,}37-1{,}07}{1{,}07}$	− 11 214,1
97	$\Delta_n R_{a1}, \Delta_n R_{i2}$	$+2\,\frac{17\,891{,}1\cdot 0{,}85 + 17\,991{,}2\cdot 0{,}9}{2\cdot 2{,}8}$	+ 11 214,1
	$\Delta_n R_{a2}, \Delta_n R_{i2}$	$-2\,\frac{17\,891{,}1\cdot 0{,}85 + 17\,991{,}2\cdot 0{,}9}{2\cdot 2{,}8}$	− 11 214,1

Lauf in der Geraden

8	Z_{n1}, Z_{n2}	$0{,}26\,\frac{392\,250}{2} - 2{,}32474\cdot 3500$	42 856
	Z_{n3}, Z_{n4}	$0{,}24\,\frac{392\,250}{2} - 2{,}32474\cdot 0$	47 070
9	Z_g	$2\,(42\,856 + 47\,070)$	179 852
11	Z_1, Z_2	$42\,856 + 47\,070$	89 926
15	U_1, U_2	$-1\,[0 + 1(0 - 2{,}32474\cdot 200)]$	465
16	U_g	$2\cdot 465$	930
	$\psi\,\bar{\varphi}$	Tabelle 3	− 1
Bild 11	m	$\varepsilon - \frac{1}{\zeta^*} = 0{,}46 \qquad \varepsilon - \frac{2}{\zeta^*} = -0{,}04 \longrightarrow$	2
Bild 12	ϱ	$m - 1{,}5 = 0{,}5 \longrightarrow$	0
Bild 12	$\bar{\varkappa}(\lambda=1)$	$m - (1 + 0{,}5) = 0{,}5 \longrightarrow \frac{2}{2\cdot 1}$	1
	$\bar{\varkappa}(\lambda=2)$	$m - (2 + 0{,}5) = -0{,}5 \longrightarrow$	0
60	$\Sigma\Delta J_v$	$-1\left\{\frac{2}{2}\left[\sqrt{0{,}047^2} - \sqrt{(0{,}047 - 0{,}96\cdot 0{,}12)^2}\right](1+0) + 1\left[\sqrt{\left(0{,}047 - 0{,}96\cdot 0{,}12\,\frac{1\cdot 0{,}12}{2}\right)^2} - \sqrt{\left(0{,}047 - \frac{1\cdot 1{,}2}{2}\right)^2}\right]\right\}$	+ 0,026
61	$\bar{\mu}_{zv}$	$\frac{0{,}15\cdot 0{,}026}{0{,}12}$	0,0325
64	$\bar{A}_{z1}, \bar{A}_{z2}$	$\frac{0{,}25 + 0{,}0325}{1 - 0{,}325\cdot 0{,}25}$	25 612,2
106″	C_x	$179\,852 - 2\cdot 465 - 10\,650(9{,}80\,665\cdot 0{,}19612 + 2{,}32474) + 9{,}80665\,(10\,650 + \frac{32\,700}{2})\,0{,}005$	135 004,5
107″	C_v	$\frac{1}{12}\left[6\,(9{,}80665\cdot 32\,700\cdot 0{,}98058) + 1(0{,}225 - 0{,}1)\,(131\,098 - 262\,197) - (0{,}825 - 0{,}1)\,32\,700\,(9{,}80665\cdot 0{,}19612 + 2{,}32474)\right]$	147 466,8
$(101)_G$	M_c	$0{,}1\cdot 9{,}80665\cdot 32\,700$	32 067,7

110	M_q	$0{,}1 \cdot 135\,004{,}5 + 0{,}24 \cdot 6300\,(9{,}80665 \cdot 0{,}19612 + 2{,}32474) + 0{,}005 \cdot 9{,}80665(10\,650 + 16\,350)0{,}39$	20 439,8
111	$\overline{V}$	$147\,466{,}8 + 9{,}80665 \cdot 6300 \cdot 0{,}98058$	208 048,9
112	$\mathfrak{M}_q$	$9{,}80665 \cdot 6300 \cdot 0{,}98058\,(1{,}5 - 1{,}4) + 147\,466{,}8\,(1{,}4 - 1{,}4) + 20\,439{,}8$	26 498
113	M_{gx}	$2 \cdot 1754{,}7 + 0{,}5 \cdot 32\,067{,}7 - 0{,}1 \cdot 9{,}80665 \cdot 6300$	13 365,1
116	$\mathscr{L}_1$	$\frac{208\,048{,}9}{4} + \frac{26\,498}{5{,}6}$	56 744
	$\mathscr{L}_2$	$\frac{208\,048{,}9}{4} - \frac{26\,498}{5{,}6}$	47 280,4
119	R_{la1}	$56\,744 + \frac{0{,}435 \cdot 9{,}80665 \cdot 2175 \cdot 0{,}98058}{1{,}07} + 11\,214{,}1 - \frac{25\,612{,}2}{2}$	63 654,9
	R_{li1}	$56\,744 + \frac{0{,}635 \cdot 9{,}80665 \cdot 2175 \cdot 0{,}98058}{1{,}07} + 11\,214{,}1 - \frac{25\,612{,}2}{2}$	67 564,3
	R_{la2}	$47\,280{,}4 + \frac{0{,}635 \cdot 9{,}80665 \cdot 2175 \cdot 0{,}98058}{1{,}07} - 11\,214{,}1 - \frac{25\,612{,}2}{2}$	35 672,5
	R_{li2}	$47\,280{,}4 + \frac{0{,}435 \cdot 9{,}80665 \cdot 2175 \cdot 0{,}98058}{1{,}07} - 11\,214{,}1 - \frac{25\,612{,}2}{2}$	31 763,1
120	R_{a1}	$63\,654{,}9 + \frac{0{,}5 \cdot 13\,365{,}1 - 1522{,}2}{1{,}07}$	68 477,7
	R_{i1}	$67\,564{,}3 - \frac{0{,}5 \cdot 13\,365{,}1 - 1522{,}2}{1{,}07}$	62 741,5
	R_{a2}	$35\,672{,}5 + \frac{0{,}5 \cdot 13\,365{,}1 - 1522{,}2}{1{,}07}$	40 495,3
	R_{i2}	$31\,763{,}1 - \frac{0{,}5 \cdot 13\,365{,}1 - 1522{,}2}{1{,}07}$	26 940,3
	Q_1	$68\,477{,}7 + 62\,741{,}5$	131 219,2
	Q_2	$40\,495{,}3 + 26\,940{,}3$	67 435,6
2	S_{l1}	$1 + \frac{131\,219{,}2}{134\,596}$	1,975
	S_{l2}	$1 + \frac{67\,435{,}6}{130\,184}$	1,518

Lauf in der Kurve

98	K_{oq}	$-262\,197\,(-0{,}05)$	13 109,8
	K_{uq}	$131\,098 \cdot 0{,}06$	7865,9
	Z_n, Z_z	gleich wie beim Lauf in der Geraden, weil $\Theta_n = 0$	
	U_r, U_g		
101	M_c	$(1{,}2 - 0{,}12)\,9800 + (0{,}825 - 0{,}12)\,32\,700\left(-9{,}80665 \cdot 0{,}0349 + \frac{4^2}{100}\right)$	
		$+ 1(0{,}225 - 0{,}12)\,(13\,109{,}8 + 7865{,}9) + 0{,}1 \cdot 9{,}80665 \cdot 32\,700 \cdot 0{,}9994$	40 633,4
100″	C_q	$\frac{1}{12}\left[6 \cdot 9800 + 6 \cdot 32\,700\left(-9{,}80665 \cdot 0{,}0349 + \frac{4^2}{100}\right) - 1000 + 1000 + (12 + 2{,}1)13109{,}8 - 2{,}1 \cdot 7865{,}9\right]$	15 947,7
111	$\overline{V}$	$147\,466{,}8 + 9{,}80665 \cdot 6300 \cdot 0{,}98058$	208 048,9
112	$\mathfrak{M}_q$	$9{,}80665 \cdot 6300 \cdot 0{,}98058\,(1{,}5 - 1{,}4) + 147\,466{,}8\,(1{,}4 - 1{,}4) + 20\,439{,}8$	26 498
113	M_{gx}	$2 \cdot 1754{,}7 + 0{,}5 \cdot 40\,633{,}4 + 0{,}24 \cdot 6300\left(-9{,}80665 \cdot 0{,}0349 + \frac{4^2}{100}\right)$	
		$- 0{,}1 \cdot 9{,}80665 \cdot 6300 \cdot 0{,}9994 + 0{,}12 \cdot 15\,947{,}7$	19 289,8
116	$\mathscr{L}_1$	$1\frac{208\,048{,}9}{4} + 1\frac{26\,498}{5{,}6}$	56 744
	$\mathscr{L}_2$	$1\frac{208\,048{,}9}{4} - 1\frac{26\,498}{5{,}6}$	47 280,4

	$\psi\overline{\varphi}$		− 1
	m		2
	ϱ	Siehe oben	0
	$\overline{\varkappa}\,(\lambda = 1)$		1
	$\overline{\varkappa}\,(\lambda = 2)$		0
	x	Durch Iteration ermittelt (Spiessgang)	1,75714
		Zahnrad 1	
	$\frac{D_z\,(x - t_{z1})}{2\,R\cos\beta}$	$\frac{0{,}688\,(1{,}75714 - 0)}{2 \cdot 100 \cdot 0{,}97014}$	0,00623
	$J_v\,(e_o)$	$-1\sqrt{0{,}047^2 + 0{,}00623^2}$	− 0,04741
	$J_v\,(e_o - \varepsilon p)$	$-1\sqrt{(0{,}047 - 0{,}96 \cdot 0{,}12)^2 + 0{,}00623^2}$	− 0,06848
55	$J_v(e_o - \varepsilon p + \frac{\lambda p}{\zeta^*})$	$-1\sqrt{\left(0{,}047 - 0{,}96 \cdot 0{,}12 + \frac{1 \cdot 0{,}12}{2}\right)^2 + 0{,}00623^2}$	− 0,01030
	$J_v(e_o - \frac{\lambda p}{\zeta^*})$	$-1\sqrt{\left(0{,}047 - \frac{1 \cdot 0{,}12}{2}\right)^2 + 0{,}00623^2}$	− 0,01442
59	$\Sigma\,\Delta J_{v1}$	$\frac{2}{2}[-0{,}04741 + 0{,}06848]\,(1 + 0) + 1\,[-0{,}01030 + 0{,}01442]$	0,02519
61	$\overline{\mu}_{zv1}$	$\frac{0{,}15 \cdot 0{,}02519}{0{,}12}$	0,03149
63	$\overline{A}_{z1}$	$\frac{0{,}25 + 0{,}03149}{1 - 0{,}25 \cdot 0{,}03149}\,89\,926$	25 514,1
	$J_q\,(e_o)$	$0{,}00623\ln\left[0{,}047 + \sqrt{0{,}047^2 + 0{,}00623^2}\right]$	− 0,0147
	$J_q\,(e_o - \varepsilon p)$	$0{,}00623\ln\left[(0{,}047 - 0{,}96 \cdot 0{,}12) + \sqrt{(0{,}047 - 0{,}96 \cdot 0{,}12)^2 + 0{,}00623^2}\right]$	− 0,05088
55	$J_q(e_o - \varepsilon p + \frac{\lambda p}{\zeta^*})$	$0{,}00623\ln\left[0{,}047 - 0{,}96 \cdot 0{,}12\,\frac{1 \cdot 0{,}12}{2} + \sqrt{\left(0{,}047 - 0{,}96 \cdot 0{,}12 + \frac{1 \cdot 0{,}12}{2}\right)^2 + 0{,}00623^2}\right]$	− 0,03842
	$J_q(e_o - \frac{\lambda p}{\zeta^*})$	$0{,}00623\ln\left[0{,}047 - \frac{1 \cdot 0{,}12}{2}) + \sqrt{\left(0{,}047 - \frac{1 \cdot 0{,}12}{2}\right)^2 + 0{,}00623^2}\right]$	− 0,04087
59	$\Sigma\,\Delta J_{q1}$	$\frac{2}{2}(-0{,}0147 + 0{,}05088)(1 + 0) + 1\,(-0{,}03842 + 0{,}04087)$	0,03863
61	$\overline{\mu}_{zq1}$	$\frac{0{,}15 \cdot 0{,}03863}{0{,}12}$	0,04829
64	Z_{q1}	$0{,}04829 \cdot 89\,926$	4324,5
	$Z_{q1}\,t_{z1}$	$4342{,}5 \cdot 0$	0
	$Z_{q1}(x - t_{z1})$	$4342{,}5\,(1{,}75714 - 0)$	7630,4
		Zahnrad 2	
	$\frac{D_z\,(x - t_{z2})}{2\,R\cos\beta}$	$\frac{0{,}688\,(1{,}75714 - 2{,}8)}{2 \cdot 100 \cdot 0{,}97014}$	− 0,0037
	$J_v(e_o)$	$-1\sqrt{0{,}047^2 + 0{,}0037^2}$	− 0,04715
	$J_v(e_o - \varepsilon p)$	$-1\sqrt{(0{,}047 - 0{,}96 \cdot 0{,}12)^2 + 0{,}0037^2}$	− 0,0683
55	$J_v(e_o - \varepsilon p + \frac{\lambda p}{\zeta^*})$	$-1\sqrt{\left(0{,}047 - 0{,}96 \cdot 0{,}12 + \frac{1 \cdot 0{,}12}{2}\right)^2 + 0{,}0037^2}$	− 0,0090
	$J_v\,(e_o - \frac{\lambda p}{\zeta^*})$	$-1\sqrt{\left(0{,}047 - \frac{1 \cdot 0{,}12}{2}\right)^2 + 0{,}0037^2}$	− 0,01352
59	$\Sigma\,\Delta J_{v2}$	$\frac{2}{2}(-0{,}04715 + 0{,}0683)(1 + 0) + 1\,(-0{,}090 + 0{,}01352)$	+ 0,02567
61	$\overline{\mu}_{zv2}$	$\frac{0{,}15 \cdot 0{,}02567}{0{,}12}$	0,03209
63	$\overline{A}_{z2}$	$\frac{0{,}25 + 0{,}03209}{1 - 0{,}25 \cdot 0{,}03209}\,89\,926$	25 572,4

55	$J_q\,(e_o)$	$-0{,}0037\ln\left[0{,}047+\sqrt{0{,}047^2)+0{,}0037^2}\right]$	$+0{,}00874$
	$J_q\,(e_o-\varepsilon p)$	$-0{,}0037\ln\left[0{,}047-0{,}96\cdot 0{,}12+\sqrt{(0{,}047-0{,}96\cdot 0{,}12)^2+0{,}0037^2}\right]$	$+0{,}03407$
	$J_q\,(e_o-\varepsilon p+\frac{\lambda p}{\zeta^*})$	$-0{,}0037\ln\left[\left(0{,}047-0{,}96\cdot 0{,}12+\frac{1\cdot 0{,}12}{2}\right)+\sqrt{\left(0{,}047-0{,}96\cdot 0{,}12\frac{1\cdot 0{,}12}{2}\right)^2+0{,}0037^2}\right]$	$+0{,}02640$
	$J_q\,(e_o-\frac{\lambda p}{\zeta^*})$	$-0{,}0037\ln\left[\left(0{,}047-\frac{1\cdot 0{,}12}{2}\right)+\sqrt{\left(0{,}047-\frac{1\cdot 0{,}12}{2}\right)^2+0{,}0037^2}\right]$	$+0{,}02800$
59	$\Sigma\Delta J_{q2}$	$\frac{2}{2}(+0{,}00874-0{,}03407)(1+0)+1\,(+0{,}02640-0{,}0280)$	$-0{,}02693$
61	$\bar{\mu}_{zq2}$	$-\frac{0{,}15\cdot 0{,}02693}{0{,}12}$	$-0{,}03366$
64	Z_{q2}	$-0{,}03366\cdot 89\,926$	$-3026{,}9$
	$Z_{q2}\cdot t_{z2}$	$-3026{,}9\cdot 2{,}8$	$-8475{,}3$
	$Z_{q2}(x-t_{z2})$	$-3026{,}9\,(1{,}75714-2{,}8)$	$+3156{,}3$

Kräfte zwischen Rad und Schiene

119	$R_{la\,I}$	$56\,744+\frac{0{,}435\cdot 9{,}80665\cdot 2175\cdot 0{,}98058}{1{,}07}+11\,214{,}1-\frac{25\,514{,}1}{2}$	$63\,704$
	$R_{li\,I}$	$56\,744+\frac{0{,}635\cdot 9{,}80665\cdot 2175\cdot 0{,}98058}{1{,}07}+11\,214{,}1-\frac{25\,514{,}1}{2}$	$67\,613{,}4$
	$R_{la\,II}$	$47\,280{,}4+\frac{0{,}635\cdot 9{,}80665\cdot 2175\cdot 0{,}98058}{1{,}07}-11\,214{,}1-\frac{25\,572{,}4}{2}$	$35\,692{,}4$
	$R_{li\,II}$	$47\,280{,}4+\frac{0{,}435\cdot 9{,}80665\cdot 2175\cdot 0{,}98058}{1{,}07}-11\,214{,}1-\frac{25\,572{,}4}{2}$	$31\,783$
[10] 120	$R_{a\,I}$	$63\,704+$	$75\,202{,}6$
	$R_{i\,I}$	$67\,613{,}4-\Big\}\ \frac{1}{1{,}07}\Big\{0{,}5\cdot 19\,289{,}8+\Big[10\,604{,}1+2175\,(-0{,}0349\cdot 9{,}80665+\frac{4^2}{100})\Big]0{,}39$	$56\,114{,}8$
	$R_{a\,II}$	$35\,692{,}4+$	$44\,538{,}4$
	$R_{i\,II}$	$31\,783-\Big\}\ \frac{1}{1{,}07}\Big\{0{,}5\cdot 19\,289{,}8+\Big[4195{,}53+2175\,(-0{,}0349\cdot 9{,}80665+\frac{4^2}{100})\Big]0{,}39$	$22\,937{,}0$
	η_I	$-1522{,}2-3026{,}9\cdot 0{,}046\Big\}$	$0{,}10836$
	η_{II}	Durch Iteration ermittelt (Kontrolle über Gleichung 36)	$0{,}23983$
35	$q_{a\,I}$	$\sqrt{(1{,}75714-0)^2+(0{,}10836-0{,}535)^2}$	$1{,}80820$
	$q_{i\,I}$	$\sqrt{(1{,}75714-0)^2+(0{,}10836+0{,}535)^2}$	$1{,}87122$
	$q_{a\,II}$	$\sqrt{(1{,}75714-2{,}8)^2+(0{,}23983-0{,}535)^2}$	$1{,}08383$
	$q_{i\,II}$	$\sqrt{(1{,}75714-2{,}8)^2+(0{,}23983+0{,}535)^2}$	$1{,}29920$
22	$\upsilon_{a\,I}$	$\frac{1{,}80820}{100}$	$0{,}01808$
	$\upsilon_{i\,I}$	$\frac{1{,}87122}{100}$	$0{,}01871$
	$\upsilon_{a\,II}$	$\frac{1{,}08383}{100}$	$0{,}01084$
	$\upsilon_{i\,II}$	$\frac{1{,}29920}{100}$	$0{,}01299$
24_{II}	$\mu_{sa\,I}$, $\mu_{si\,I}$		$0{,}3$
	$\mu_{sa\,II}$, $\mu_{si\,II}$		$0{,}3$
25_{II}	$F_{a\,I}$	$0{,}3\cdot 75\,202{,}6$	$22\,560{,}8$
	$F_{i\,I}$	$0{,}3\cdot 56\,114{,}8$	$16\,834{,}4$
	$F_{a\,II}$	$0{,}3\cdot 44\,538{,}4$	$13\,361{,}5$
	$F_{i\,II}$	$0{,}3\cdot 22\,937$	$6881{,}1$
26	$U_{a\,I}$	$22\,560{,}8\cdot\frac{0{,}10836-0{,}535}{1{,}80820}$	$-5323{,}2$
	$U_{i\,I}$	$16\,834{,}4\cdot\frac{0{,}10836+0{,}535}{1{,}87122}$	5788
	$U_{a\,II}$	$13\,361{,}5\cdot\frac{0{,}23983-0{,}535}{1{,}08383}$	$-3638{,}9$
	$U_{i\,II}$	$6881{,}1\cdot\frac{0{,}23983+0{,}535}{1{,}29920}$	$4103{,}8$

[10]) Bezüglich H_r, siehe Textabschnitt nach Gl. (122).

	U_I	$-5323{,}2+5788$	Kontrolle Gleichung 12	464,8
	U_{II}	$-3638{,}9+4103{,}8$		464,9
12	U_r	$-1\,(-2{,}32474\cdot 200)$		464,95
	S_{aI}	$22\,560{,}8\,\frac{(1{,}75714-0)}{1{,}80820}$		21 923,7
	S_{iI}	$16\,834{,}4\,\frac{(1{,}75714-0)}{1{,}87122}$		15 808,1
26	S_{aII}	$13\,361{,}5\,\frac{(1{,}75714-2{,}8)}{1{,}08383}$		$-12\,856{,}4$
	S_{iII}	$6881{,}1\,\frac{(1{,}75714-2{,}8)}{1{,}29920}$		$-5523{,}4$
29	$\mathfrak{M}_I$	$1{,}75714\,(21\,923{,}7+15\,808{,}1)+0{,}535\,(5788+5323{,}2)$		72 244,5
	$\mathfrak{M}_{II}$	$-(1{,}75714-2{,}8)\,(12\,856{,}4+5523{,}4)+0{,}535\,(3638{,}9+4103{,}8)$		23 309,9
	$\Sigma Z_{qz}\,(x-t_z)$	$7630{,}4+3156{,}3$		10 786,7
129	$\mathfrak{M}$	$(72\,244{,}5+23\,309{,}9)+10\,786{,}7$		106 341,1
30	$\mathfrak{Z}_I$	$0{,}535\,(5788+5323{,}2)$		5944,5
	$\mathfrak{Z}_{II}$	$2{,}8\cdot(12\,856{,}4+5523{,}4)+0{,}535\,(3638{,}9+4103{,}8)$		55 605,8
	$\Sigma Z_{qz}t_z$	$0-8475{,}3$		$-8475{,}3$
130	$\mathfrak{Z}$	$(5944{,}5+55\,605{,}8)+8475{,}3$		70 025,6
125	ΣT_g	$15\,947{,}7+10\,650\,(-0{,}0349\cdot 9{,}80665+\frac{4^2}{100})$		14 006,7
126	ΣtT_g	$15\,947{,}7\cdot 1{,}4+(-0{,}0349\cdot 9{,}80665+\frac{4^2}{100})(6300\cdot 1{,}3+2175\cdot 2{,}8)$		19 724,2
127	M	$19\,724{,}2+1000$		20 724,2
132	P_{II}	$\frac{20\,724{,}2-70\,025{,}6}{2{,}8}$		$-17\,607{,}6$
136	P_I	$\frac{106\,341{,}1-(20\,724{,}2+2{,}8\cdot 17\,607{,}6)}{1{,}75714}+(14\,006{,}7+17\,607{,}6)$		52 281,8
68	γ^*	$\frac{0{,}57735+0{,}3}{1-0{,}57735\cdot 0{,}3}$		1,06115
	μ_{sqaI}	$\frac{21\,923{,}7}{75\,202{,}6}$		0,29153
	μ_{sqiI}	$\frac{15\,808{,}1}{56\,114{,}8}$		0,28171
138	μ_{sqaII}	$\frac{-12\,856{,}4}{44\,538{,}4}$		$-0{,}28866$
	μ_{sqiII}	$\frac{-5523{,}4}{22\,937}$		$-0{,}24081$
137	H_I	$52\,281{,}8-2175\;(-0{,}0349\cdot 9{,}80665+\frac{4^2}{100})-4342{,}5-21\,923{,}7-15\,808{,}1$		10603,9
	H_{II}	$-17\,607{,}6-2175\;(-0{,}0349\cdot 9{,}80665+\frac{4^2}{100})+3026{,}9+12\,856{,}4+5523{,}4$		4195,5
140	$\mathfrak{P}_I$	$\frac{52\,281{,}8}{1+1{,}06115\,(1\cdot 0{,}29153-0)}$		39 929,4
	$\mathfrak{P}_{II}$	$\frac{-17\,607{,}6}{1+1{,}06115\,(0+1\cdot 0{,}24081)}$		$-14\,024$
	$\mathfrak{R}_{aI}$	$75\,202{,}6-1\,\frac{1{,}06115\cdot 52\,281{,}8}{1+1{,}06115\cdot 0{,}29153}$		32 831,6
	$\mathfrak{R}_{iI}$	$56\,114{,}8-0$		56 114,8
141	$\mathfrak{R}_{aII}$	$44\,538{,}4-0$		44 538,4
	$\mathfrak{R}_{iII}$	$22\,937{,}0-1\,\frac{1{,}06115\cdot 17\,607{,}6}{1+1{,}06115\cdot 0{,}24081}$		8055,5
	$\mathfrak{S}_{kaI}$	$1+\frac{32\,831{,}6}{69\,910}$		1,4696
	$\mathfrak{S}_{kiI}$	$1+\frac{56\,114{,}8}{64\,686}$		1,8675
3	$\mathfrak{S}_{kaII}$	$1+\frac{44\,538{,}4}{71\,691}$		1,6213
	$\mathfrak{S}_{kiII}$	$1+\frac{8055{,}5}{58\,493}$		1,1377

10 Fall des dreiachsigen Gestelles

Diese Arbeit behandelt grundsätzlich Drehgestell-Fahrzeuge, die bei Zahnradbahnen normalerweise zweiachsige Gestelle aufweisen. Die unmittelbare Behandlung von Fahrzeugen mit dreiachsigen Gestellen ist grundsätzlich möglich, führt aber bezüglich des Kurvenlaufes und der Auswirkung der Antriebe zu wesentlichen Komplikationen, die mit Rücksicht auf die Seltenheit solcher Fahrzeuge als unnötig betrachtet wurden. Aus diesem Grunde setzt die Ableitung verschiedener Gleichungen zweiachsige Gestelle voraus. Um jedoch den seltenen Fall des dreiachsigen Gestelles auf dem nachstehend angegebenen Iterationsweg behandeln zu können, sind in der Tabelle die Verteilfaktoren $\varkappa_r$, ϱ_r und τ_r auch für solche Gestelle ermittelt worden, auch sind in Gleichungen (95) und (96) die Beziehungen für $\Delta_n R_r$ und $\Delta_n Q_r$ dementsprechend angegeben. Dabei fallen die für den dritten Radsatz angegebenen Beziehungen im Falle des zweiachsigen Gestelles aus, weil die zugehörigen Verteilfaktoren alle drei zu Null werden.

Der Fall des dreiachsigen Gestelles kann unter Berücksichtigung der Voraussetzung a auf dem Iterationsweg wie folgt behandelt werden:

- das zu untersuchende dreiachsige Gestell wird als zweiachsiges Gestell mit den beiden Radsätzen 1 und 2 und ihrem Radstand a behandelt.
- die Laufachse 3 wird lediglich bei der Übertragung der vertikalen Lasten als Achse miteinbezogen.
  Ihre Lagerquerkraft H_r wird dagegen als äussere Querkraft T mit der zugehörigen Höhe betrachtet, wobei ein eventuelles Rückstellmoment durch entsprechende Verlagerung dieser Kraft T berücksichtigt werden kann. Lagerquerkraft und Rückstellmoment sind durch besondere Kurvenlaufuntersuchung am Radsatz selbst zu ermitteln.
- die nach obigem definierte äussere Querkraft T ist bei jedem neuen Iterationsschritt auf Grund der sich aus dem vorigen Iterationsschritt ergebenden Stellungen zu bestimmen.

Die Erfahrung zeigt, dass man bereits nach wenigen Iterationsschritten zum Ziele kommt.

Adresse des Verfassers: Dr. *G. Borgeaud*, dipl. Ing., Zum Hölzli 15, 8405 Winterthur-Seen

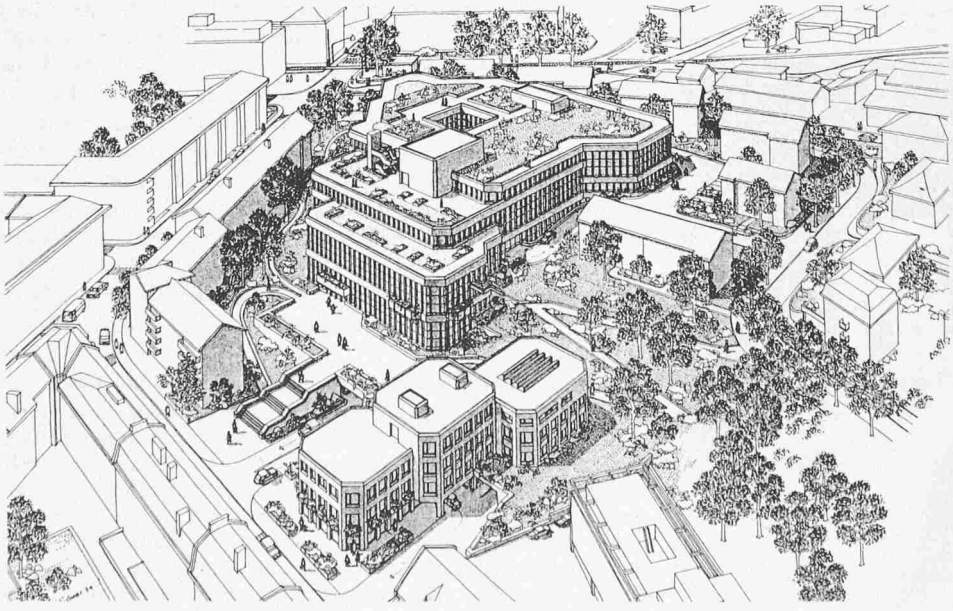
Ein Weg aus dem Dilemma «Kunst am Bau»

«Kunst am Bau» — man kann den Begriff schon gar nicht mehr gebrauchen, ohne an das damit verbundene Unbehagen zu rühren: Der Künstler steht üblicherweise vor einem fait accompli – dem fertigen Neubau, dem er nur noch eine «Brosche» (den «künstlerischen Schmuck») anheften darf. Völlige Beziehungslosigkeit zwischen Bau und Kunstwerk ist in den meisten Fällen betrübliches Fazit dieser Praxis.

Umso freudiger nimmt man neue Gehversuche in einer unserem technischen Zeitalter verloren geglaubten Tradition wahr, der jahrtausendealten Tradition der selbstverständlichen *Zusammenarbeit von Bauleuten und Künstlern.*

Eine 1977 gegründete Fachvereinskommission «Kunst im öffentlichen Raum» mit Sitz in Zürich und bestehend aus Künstlern, Architekten, Ingenieuren und Gartengestaltern kämpft nun dafür, dass Bauherren, Projektverfasser und Künstler *vor* Vollendung eines Baus bereits zusammenarbeiten, um die Kunst endlich besser in den Bau und seine Umgebung zu integrieren.

Bereits kann die Fachvereinskommission einen praktischen Erfolg verbuchen: Für ihr derzeit im Bau befindliches neues Verwaltungsgebäude in Zürich-Wieding hat die VITA Lebensversicherungsgesellschaft einen Wettbewerb für die künstlerische Gestaltung des umgebenden Areals mit Treppen und Piazza ausgeschrieben. Die VITA hat nun die Fachvereinskommission frühzeitig als beratende Instanz in der Person ihres Präsidenten, des Architekten Remo Galli, beigezogen. «Wir konnten die VITA als aufgeschlossene und erstaunlich flexible Bauherrin davon überzeugen, dass der Wettbewerb wesentlich interessanter und qualitätsvoller wird, wenn die Künstler Projekte einreichen dürfen, die mit dem Architekten *gemeinsam* zu realisieren sind und die umgebende Architektur *mitbestimmen*», erläutert Remo Galli. «Die in den Bau integrierte Kunst setzt jedoch eine viel ausführlichere Orientierung der Künstler über das Bauvorhaben voraus, als dies üblicherweise der Fall ist. Architekten und Künstler haben die Zusammenarbeit gründlich verlernt. Auch gute und bekannte Bildhauer und Plastiker können



Das neue VITA-Gebäude mit Vorplatz und Freitreppe