

München, 25.04.1994

G2-BTS/OITAF171.HW4

OITAF-Seminar

Sicherheitsmaßnahmen bei Seilrollen von Einseilbahnen

27. April 1994

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich

Rechnerischer Festigkeitsnachweis für Seilrollen

Dipl.-Ing. Hellmut Weiß

TÜV BAYERN SACHSEN

Inhalt

1. Einleitung	2
2. Allgemeine Anforderungen	3
3. Beispiel einer Rollenkonstruktion	3
4. Lastansätze	4
5. Rechnerische Nachweise	5
6. Einzelheiten der Berechnung	6
7. Zusammenfassung	9
Literaturverzeichnis	11

1. Einleitung

Nur wenige Seilbahnbauteile erreichen so hohe Stückzahlen, daß sich ausgedehnte Versuchsreihen bezahlt machen - Versuchsreihen, wie sie z.B. die Automobilindustrie durchführt - und viele Seilbahnbauteile haben Größendimensionen, welche umfassende experimentelle Untersuchungen von vorneherein unwirtschaftlich machen, wie z.B. große Seilbahnstützen oder Stationsgerüste.

Gerade die Seilrollen sind jedoch für experimentelle Untersuchungen prädestiniert:

Seilrollen sind relativ kleine Bauteile, und sie werden in verhältnismäßig großen Stückzahlen hergestellt, so daß sich hier eine experimentelle Untersuchung lohnt. Von der TU Wien wird daher im Rahmen dieses OITAF-Symposiums eindrucksvoll über Beanspruchungsmessungen an Seilrollen berichtet.

Dennoch ist es angebracht, auch bei den Seilrollen rechnerische Festigkeitsuntersuchungen anzustellen - diese Untersuchungen können mit geschlossenen Lösungen aus der Elastizitätstheorie geführt werden, es können aber auch aufwendige Finite-Element-Berechnungen sein.

Betrachtet werden sollen nachfolgend - dem aktuellen Anlaß entsprechend - die schraubenlosen Rollen - auch deshalb, weil die am Innenrand kontinuierlich gestützte schraubenlose Rolle einfacher zu behandeln ist als die geschraubte Rolle, da hier die zusätzliche Betrachtung der ungleichförmigen Beanspruchungsverteilung entlang des Schraubenteilkreises entfallen kann.

2. Allgemeine Anforderungen

Im Zuge der Typengenehmigung für neue Rollen wird seit zwei Jahren folgendes gefordert:

Für eine Typengenehmigung sind vorzulegen:

- Zusammenstellungszeichnung,
- Festigkeitsberechnung des Rollenbordes und des Rollenkörpers unter Angabe der maximal zulässigen Rollenbelastung und Rollendrehzahl,
- Härte und zulässige Abweichungen der Abmessungen des Futterwerkstoffes,
- Ergebnisse von statischen und dynamischen Beanspruchungsmessungen zur Kontrolle der Berechnung; die Messungen sind von einer behördlich autorisierten Versuchsanstalt oder unter Aufsicht eines Ziviltechnikers durchzuführen.

So lauten die Anforderungen in Österreich, ähnliche Nachweise sind auch in anderen europäischen Ländern zu erbringen.

3. Beispiel einer Rollenkonstruktion

Es soll eine schraubenlose Rolle in einer üblichen Konstruktion betrachtet werden (siehe Bild 2).

Diese Rolle hat einige gute Eigenschaften:

- Einen hohen Bordrand nach innen, d.h. bei Seitenkräften und bei Entgleisungstendenz nach innen werden Seil und Klemme gar nicht mit dem inneren, feststehenden Entgleisungsschutz oder Seilabweiser in Berührung kommen.
- Einen vergleichsweise hohen Überstand der äußeren Bordscheibe von 8 mm, der sich durch die elastische Zusammendrückung des Futters noch um 2 - 3 mm vergrößert und damit einen Wert erreicht, der nach vorliegenden Versuchen hohe Entgleisungssicherheit bewirkt.

Der prinzipielle Aufbau von Seilrollen ist weitgehend identisch:

Eine Nabe dient zur Aufnahme der Wälzlager und ein Steg und ein Flansch dienen zur Aufnahme der Gummieinlage.

Die Einlage wird zur Montage auf einer Hydraulikpresse auf den Flansch gedrückt und dabei radial vorgespannt.

Durch beidseitiges Anpressen der Bordscheiben wird zusätzlich eine axiale Vorspannung erzeugt. Mit Hilfe dieser beiden Vorspannungen wird die Walkarbeit im Gummi während des Betriebes reduziert und die Standzeit wesentlich erhöht.

Die Bordscheiben werden mit Federringen oder ähnlichen Sicherungselementen gegen den Flansch am Rollenkörper fixiert. Diese Fixierung ist besonders wichtig, da bei nicht einwandfreier Fixierung der Bordscheibe die Rolle unsicher wird.

4. Lastansätze

Die Seilrollen sind folgenden Belastungen ausgesetzt:

a) Äußere Belastungen

Die Seilaufgelast ist die bestimmende Größe für die Konstruktion der Seilrollen und bestimmt, im Zusammenhang mit dem Seildurchmesser, die Abmessungen der Rolle grundlegend.

a1) Seilaufgelast

Die nominelle Rollenlast liegt i.a. bei 5,00 kN bis 10,00 kN für die Betriebslastfälle.

a2) Klemmenstoß

Für den Klemmenstoß wird ein Stoßfaktor (Lasterhöhungsfaktor) von 1,25 bei Tragrollen und von 1,50 bei Niederhalterrollen angesetzt - er wird etwa in dieser Höhe durch Messungen immer wieder bestätigt und hängt ab von Rollenlast, Klemmenform, Rollendurchmesser und Geschwindigkeit. Bei Niederhalterrollen wird die nominelle Rollenlast entsprechend reduziert und werden die stationären Seillasten entsprechend verringert, so daß ein und dieselbe Rolle eingesetzt werden kann.

a3) Horizontalkraft (aus Wind, aus Seitenkräften)

Für den allgemeinen Spannungsnachweis sind Windlasten entsprechend den einzelnen nationalen Vorschriften einzusetzen - Werte für den Windstaudruck liegen für "Bahn in Betrieb" bei $0,20 \text{ kN/m}^2$ bis $0,50 \text{ kN/m}^2$ und für "Wind außer Betrieb" bei $1,10 \text{ kN/m}^2$ (bei exponierter Lage u.U. auch höhere Werte). Aus der Einflußlänge des angrenzenden Seilfeldes ergeben sich damit die horizontalen Windkräfte, für die in erster Näherung angenommen werden kann, daß sie sich zu $2/3$ auf die erste und zu $1/3$ auf die zweite Rolle abstützen. Die in der Rechnung berücksichtigte Rollenlast aus Betriebswind liegt größenordnungsgemäß bei ca. $2,00 \text{ kN}$, für Wind außer Betrieb bis zu $5,00 \text{ kN}$.

Für die Dauerfestigkeitsnachweise genügt der Ansatz für "Wind in Betrieb" aus einem Windstaudruck von $\pm 0,20$ bis $0,25 \text{ kN/m}^2$ (dies entspricht einer Windgeschwindigkeit von ca. 20 m/s).

b) für innere Belastungen

Vorspannung der Futterungseinlage

Bei der Vorspannung der Einlageringe sind die Fertigungstoleranzen und thermischen Belastungen zu berücksichtigen (Abschätzung von Mindestvorspannung und maximaler Vorspannung). Die Flächenpressung der Gummieinlage liegt bei ca. $0,1 \text{ kN/cm}^2$ bzw. die Vorspannkräfte liegen bei $30,00$ bis $50,00 \text{ kN}$.

5. Rechnerische Nachweise

Für jeweils den Lastfall in Betrieb und den Lastfall außer Betrieb (siehe Bild 3) sind allgemeine Spannungsnachweise zu führen für die maximalen Beanspruchungen der Bordscheibe, die Ringnut des Rollenkörpers und den Steg bzw. die Speichen des Rollenkörpers.

Für einen Sonderlastfall (Förderseil liegt direkt an der Bordscheibe an) ist ein allgemeiner Spannungsnachweis für die Bordscheibe und die Ringnut im Rollenkörper zu führen.

Die Einhaltung dauerhaft ertragbarer Spannungen ist ebenfalls für die Bauteile nachzuweisen. Dabei wirkt als konstante Spannung die Beanspruchung aus der Vorspannung der Gummieinlage und wechselnd die Beanspruchung aus Rollendruck, Klemmenstoß und Betriebswind als Betriebslasten.

Die maximalen Flächenpressungen zwischen Federring und Bordscheibe bzw. Rollenkörper sowie die Lebensdauer der Wälzlagerung sind zu bestimmen.

Für die Bestimmung der Spannungen ist das Zusammenwirken der verschiedenen Belastungen zu berücksichtigen. Dabei ist der Einfluß der Verformungen auf die Lastansätze realitätsnah abzuschätzen oder, z.B. in einem Finite-Elemente-Modell zu erfassen. Dies gilt insbesondere für das Zusammenwirken der Kräfte im Bereich von Gummieinlage, Bordscheibe, Federring und Rollenkörper. Hier hat die Verformung der Bordscheibe aufgrund der Vorspannung der Gummieinlage in axialer Richtung maßgeblichen Einfluß auf die in der Bordscheibe auftretenden Spannungen.

Für die "Betriebslastfälle" ist zum Einen die Sicherheit 2,0 gegen die Streckgrenze, zum Anderen eine Sicherheit von 2,0 gegen Dauerbruch einzuhalten.

Für die Lastfälle "außer Betrieb" darf die Sicherheit gegen Erreichen der Streckgrenze den Wert von 1,5 nicht unterschreiten.

Für Sonderlastfälle (Förderseil liegt an der Bordscheibe an) darf die Sicherheit den Wert 1,5 gegen Erreichen der Streckgrenze nicht unterschreiten.

Die Lebensdauerberechnung der Wälzlager sollte Lebensdauern von mindestens 10.000 Stunden ergeben; damit wären 250 Tage x 8 Stunden x 5 Jahre abgedeckt.

6. Einzelheiten der Berechnung

Nachfolgend wird die Last auf ihrem Weg durch die einzelnen Bauteile, wie Einlagegummi - Bordscheibe - Rollenkörper (Flansch) betrachtet.

Zur Beanspruchung des Gummiringes hat schon Czitary Angaben gemacht, die mittlerweile bereits 40 Jahre zurückliegen (siehe Bild 4).

Die Aufliegelänge in der Seilrille, die sich nach Czitary ergibt, liegt im Bereich einiger Zentimeter, z.B. etwa 5 cm.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Pressung in Längs- und Querrichtung nicht gleichmäßig verteilt ist - die Annahme einer in beiden Richtungen parabelförmigen Pressungsverteilung ist eine gut brauchbare Annäherung zur Rechenvereinfachung.

Außerdem liefert diese Rechnung voraussetzungsgemäß auf die Seilumrißfläche bezogene Werte, die lokalen Pressungen an den wirklichen Berührungspunkten der Drähte mit der Fütterung sind deutlich höher.

Ein einfaches Nachweisverfahren für die Bauteile, das mit üblichen Ansätzen der Baustatik/Festigkeitslehre arbeitet, sieht wie folgt aus:

Die Belastungen greifen zunächst am Einlagering an, so daß zuerst Annahmen zur Lastausbreitung im Gummi getroffen werden:

Lastfall 1, Vorspannung

erzeugt eine flächige Pressung zwischen Bordscheibe und Gummi, die stark von der Ausgangsform des Gummi abhängt und die vom Fall "Spitzenspannung unten" bis zum Fall "Spitzenspannung oben" reichen kann (siehe Bild 5).

Die Einlagegummi werden planmäßig so vorgeformt, daß die Breite oben größer ist, als am Flansch, jedoch werden durch die elastische Verformung der Bordscheibe die Pressungsspitzen wieder abgebaut, so daß die gleichmäßige Flächenlast eine erlaubte, brauchbare Annäherung sein kann.

Lastfall 2, Vertikallast

belastet den Einlagering in Richtung Rollenbolzen, führt aber aufgrund der Querdehnung des Gummis auch zu einer horizontalen Belastung der Bordscheibe. Diese hängt von der Geometrie des Futters (dünn und breit oder schlank und hoch) ab - ein vorsichtiger Lastansatz nimmt eine nach oben hin abnehmende Verteilung dieses Seitendrucks an, wobei der Basiswert dem vertikalen Flächendruck entspricht (siehe Bild 5).

Lastfall 3, Horizontallast

belastet den Einlagering direkt in Richtung Bordscheibe und erzeugt dort horizontale Pressungen, die ihren Spitzenwert am oberen Rand haben.

Als Sonderlastfall

mit reduzierten Sicherheiten wird untersucht, daß das Seil direkt an der Bordscheibe anliegt und diese direkt belastet.

Die Lastausbreitung in Umfangsrichtung kann näherungsweise, wie bei der unendlich langen, schmalen Platte unter 45° angenommen werden (siehe Bild 6).

Mit den so ermittelten Flächenlasten werden einerseits die Beanspruchungen in der Bordscheibe und zum anderen die Linienbelastung am Sicherungsring/Federring errechnet.

Die Linienlast am Federring wiederum dient zur detaillierten Untersuchung der Ringnut.

Die Bordscheibe ist unter diesen Belastungen, im statischen Sinne eine Kreisringsscheibe - für den Lastfall Vorspannung unter rotationssymmetrischer Belastung - (siehe Bild 7, 8).

Sie wird ähnlich beansprucht wie eine Tellerfeder, nur unter einer Belastung, die in der Realität zwischen den Grenzfällen "Randlast" und "Flächenlast" liegen wird.

Für solche Kreisringplatten gibt es geschlossene Lösungsansätze für rotationssymmetrische, gleichmäßige Belastungen, teilweise auch für ungleichmäßige, aber periodische Belastung, so daß ggf. etwas auf der sicheren Seite liegend, eine Berechnung der maximalen Beanspruchung der Bordscheibe rasch erfolgen kann.

Wichtiger, bestimmender Parameter ist dabei das Verhältnis Außendurchmesser/Innendurchmesser.

Besonders wichtig ist noch die Ringnut des Federrings, ihr Versagen hätte gleich fatale Folgen, wie der Bruch der Bordscheibe selbst (siehe Bild 9).

In erster Annäherung wird der Querschnitt im Nutgrund mit der klassischen Festigkeitslehre dimensioniert und dabei kräftige Mindeststärken für den Flansch bestimmt.

Dies ist die Bestätigung dafür, daß bei bestehenden Rollen die Mindeststärke unter dem Nutgrund genau zu kontrollieren ist. Untermaß führt hier zwangsläufig zum Anriß und späteren Riß im Flansch. Solche Anrisse sind aus der Praxis heraus auch bekannt.

Die ermittelten Beanspruchungen sind nicht nur im Hinblick auf die statischen Sicherheiten - Sicherheit gegen die Fließgrenze - sondern auch und vor allem im Hinblick auf die Dauerfestigkeit zu untersuchen.

Hierzu werden die Beanspruchungen, wie sie im Betrieb laufend und wiederholt auftreten, mit ihren Höchst- und Kleinstwerten für die jeweils untersuchten Stellen den dauerfest ertragbaren Spannungen gegenübergestellt, z.B. in einem Dauerfestigkeitsschaubild (siehe Bild 10).

Der Dauerfestigkeitsnachweis bedeutet ja stets nicht eine völlig neue Berechnung, sondern nur die Gegenüberstellung mit den dauerfest ertragbaren Beanspruchungen.

Seit einigen, wenigen Jahren stehen Rechenprogramme zur Verfügung, mit deren Hilfe die Belastungsverhältnisse noch differenzierter erfaßt werden können, und bei einem solchen Massenbauteil wie es Seilrollen sind, kann es auch angebracht sein, eine solche Finite-Elementberechnung vorzunehmen.

Anhand einer zur Prüfung vorgelegten Berechnung sei beispielhaft und auszugsweise folgendes gezeigt:

- Modellierung der gesamten Seilrolle einschließlich des Gummifutters (siehe Bild 11),
- Querschnitt durch das Modell zur genaueren Untersuchung des Zusammenwirkens von Gummi und Bordscheibe (siehe Bild 12),
- Gesamtmodell mit Eintragung der Spannungsspitzen für den Rollenkörper (siehe Bild 13),
- Querschnittsmodell vom Flansch und Bordscheibe an der Stelle der höchsten Beanspruchungen in der Bordscheibe (siehe Bild 14).

7. Zusammenfassung

Für die Einzelbauteile von Seilrollen von Einseil-Umlaufbahnen werden heute rechnerische Nachweise gefordert und geführt, die deutlich über den früher üblichen Umfang und Genauigkeitsgrad hinausgehen.

Dabei werden sowohl geschlossene Lösungen der klassischen Elastizitätstheorie verwendet als auch neue Rechenverfahren - Finite-Elemente-Programme - herangezogen.

Dabei bedeutet besonders die Untersuchung der Horizontallast für die Seilrollen eine Verschärfung gegenüber früher, wo die rechnerischen Nachweise der Rollen üblicherweise auf die mittig aufgebrachte Vertikallast beschränkt war und meist nur die Wälzlager und den Rollenbolzen umfaßten.

Es ist möglich, aufgrund der rechnerischen Untersuchungen die erforderlichen Dicken und Gestaltungen der Bauteile voraus festzulegen, so daß festigkeitsmäßig sichere Seilrollen gebaut werden können. Diese Nachweise werden als Typen-Nachweise geführt - an der einzelnen Anlage ist dann noch zu kontrollieren, ob die Anwendungsgrenzen der Typenauslegung eingehalten wurden, wobei an der einzelnen Anlage Seildurchmesser, Fahrzeugabstand und die örtlich zu berücksichtigenden Windgeschwindigkeiten maßgebend sind.

Nicht jede der heutigen Seilrollentype wird dann überall anwendbar sein, da bei einigen bislang durchgerechneten Seilrollen insbesondere die rechnerisch untersuchten Horizontallasten oftmals recht niedrig sind.

Literatur

- [1] Czitary, Eugen - Seilschwebbahnen
Wien, Springer-Verlag, 1962
- [2] Markus, Gyla - Theorie und Berechnung
rotationssymmetrischer Bauwerke
Düsseldorf, Werner Verlag, 1976
- [3] Bundesministerium für öffentliche Wirtschaft
und Verkehr, Wien:
Richtlinien über Anforderungen an Bauteile der
Förderseilrollen von Einseilumlaufbahnen
- [4] Projektunterlagen für Seilrollen der Fa. Doppelmayr
(unveröffentlicht)
- [5] Projektunterlagen für Seilrollen der Fa. Girak
(unveröffentlicht)
- [6] Projektunterlagen für Seilrollen der Fa. Lorinser
(unveröffentlicht)
- [7] Projektunterlagen für Seilrollen der Fa. Leitner
(unveröffentlicht)

B. Förderseilrollen in einer neuartigen Ausführung

Für Förderseilrollen in einer bisher bei einer Seilbahn noch nicht in Betrieb befindlichen Konstruktion ist eine Typengenehmigung durch die Herstellerfirma zu erwirken.

1 Für eine Typengenehmigung sind vorzulegen:

- Zusammenstellungszeichnung,
- Festigkeitsberechnung des Rollenbordes und des Rollenkörpers unter Angabe der maximal zulässigen Rollenbelastung und Rollendrehzahl,
- Härte und zulässige Abweichungen der Abmessungen des Futterwerkstoffes,
- Ergebnisse von statischen und dynamischen Beanspruchungsmessungen zur Kontrolle der Berechnung; die Messungen sind von einer beh.aut. Versuchsanstalt oder unter Aufsicht eines Ziviltechnikers durchzuführen.

Die einzelnen Lastfälle werden wie folgt bezeichnet:

Lastfall nummer	angesetzte Belastungen
1	Vorspannung $VSP = 36000N$
2	maximale äußere Last $V_{dyn} + H_{dyn}$ über der Speiche
3	maximale äußere Last $V_{dyn} + H_{dyn}$ zwischen den Speichen
4	Dauerlast $V_{sta} + H_{sta}$ über der Speiche
5	Dauerlast $V_{sta} + H_{sta}$ zwischen den Speichen
6	Sonderlast $V_{sta} + H_{sta}$ Seil direkt an Bordscheibe

Tablle 1: Bezeichnung der Lastfälle

③ [6]

Abb. 69. Verhalten des Seiles auf einer elastisch gefütterten Rolle (Ablenkwinkel 2α stark vergrößert dargestellt)

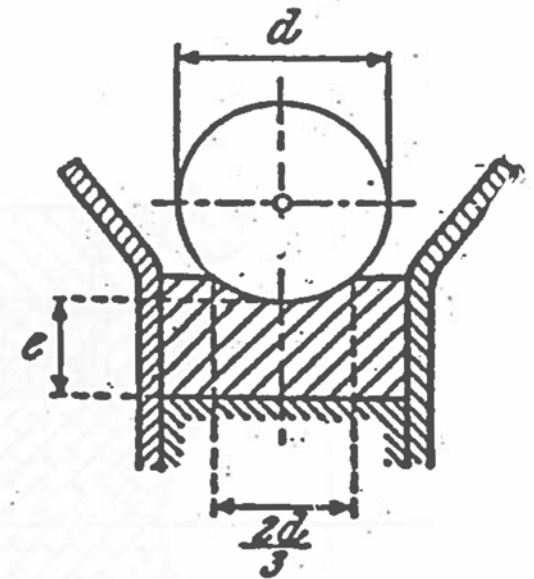
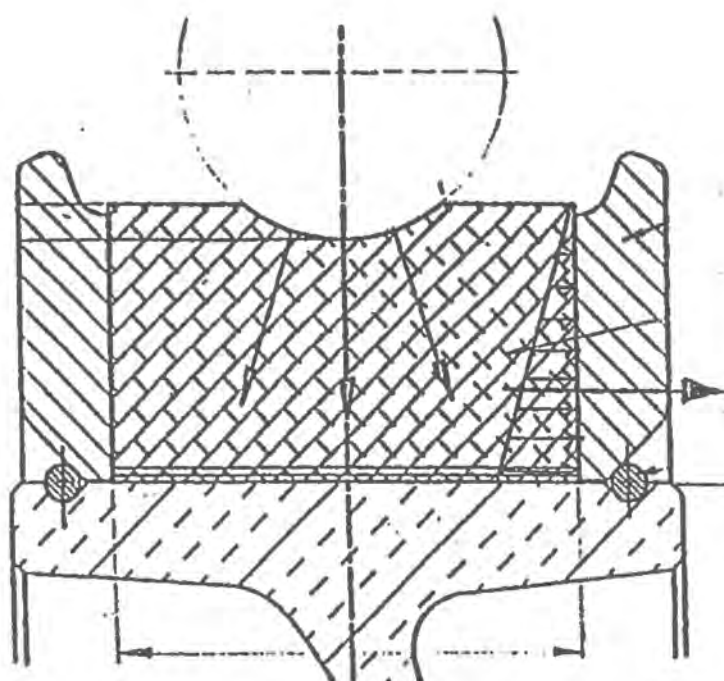
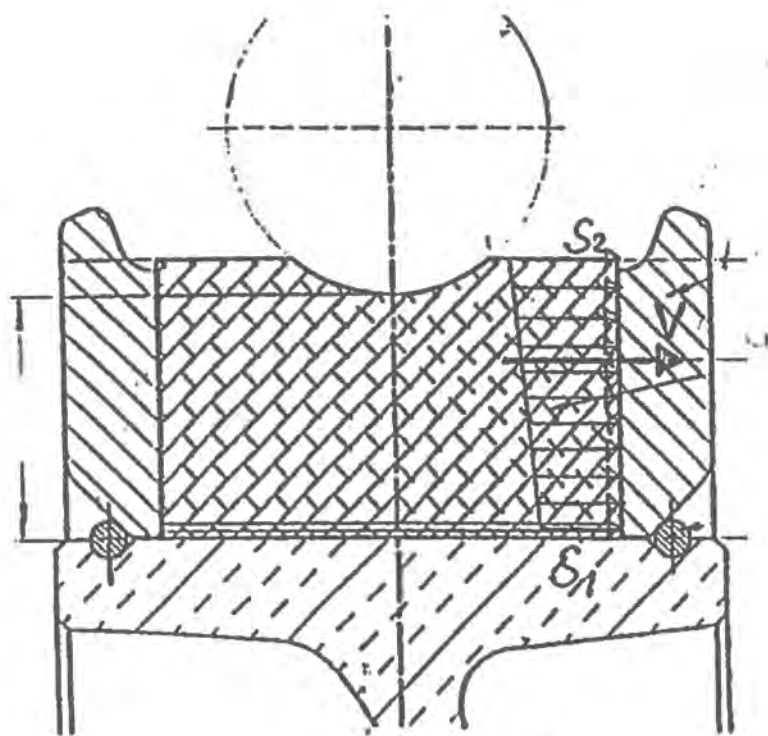
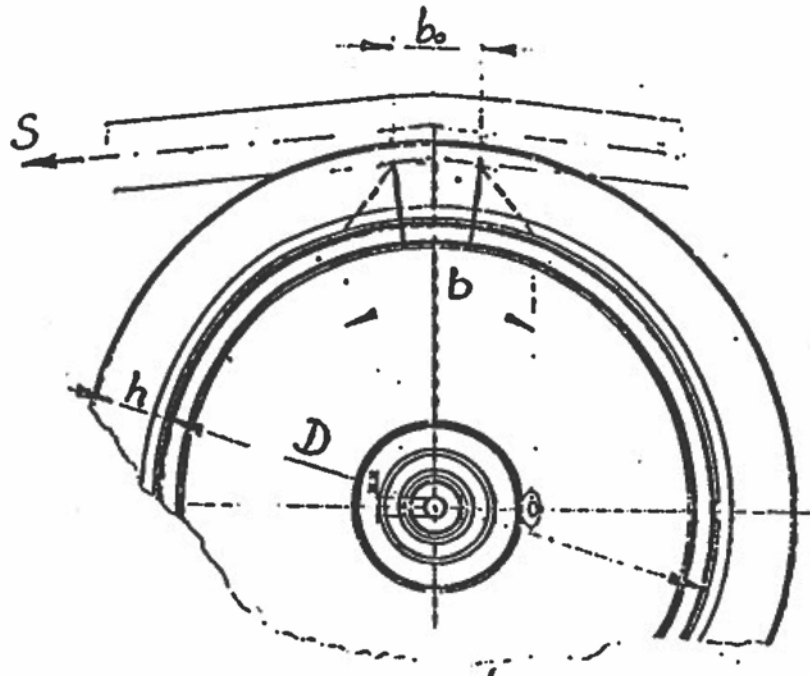
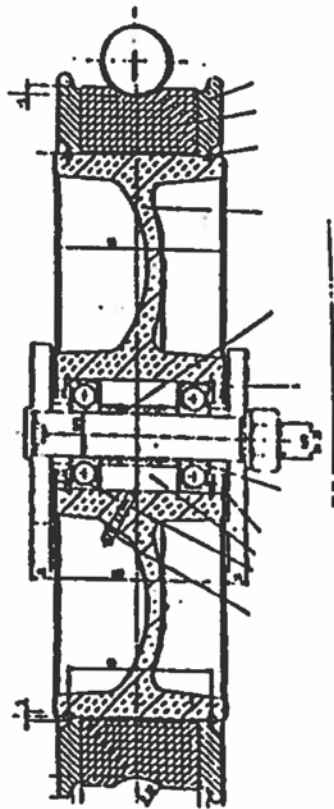


Abb. 70. Kranzquerschnitt einer elastisch gefütterten Rolle (Futter unverformt)





⑥ [4]

Tabelle 4 (Fortsetzung)

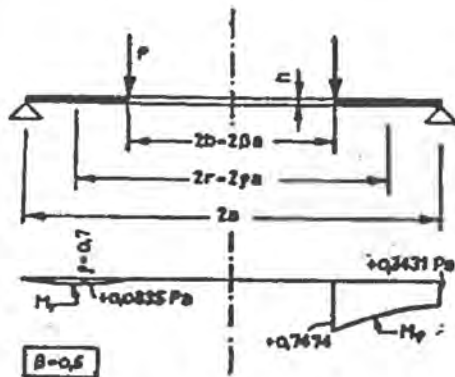
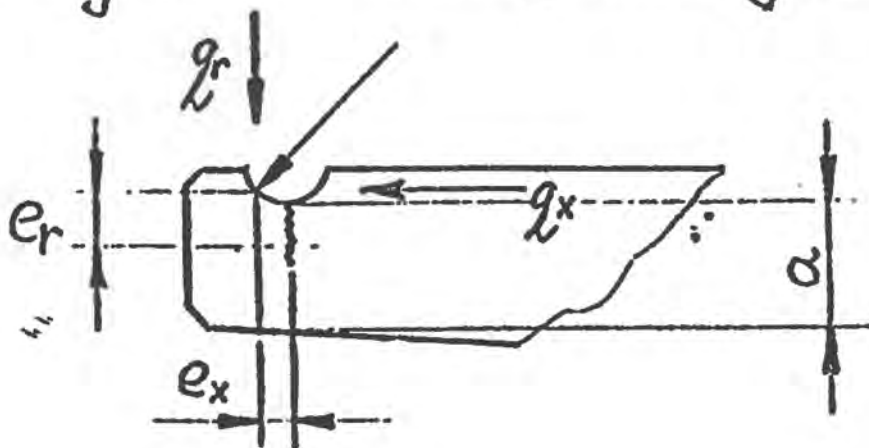
Platten-nummer	Platten- und Belastungsskizze Momentenbilder	e	M_r	M_φ
70 40 $\beta = 0.6$		e	$-\frac{Pb}{2}(1+\mu)\left[-c\left(\frac{1}{e^2}-1\right)+\ln e\right]$	$-\frac{Pb}{2}(1+\mu)\left[c\left(\frac{1}{e^2}-1\right)+\ln e+\right. \\ \left.+2c-\frac{1-\mu}{1+\mu}\right]$
		β	0	$-\frac{Pb}{2}(1+\mu)\left(2\frac{c}{\beta^2}-\frac{1-\mu}{1+\mu}\right)$ <i>Handwritten note: Anzahl $\frac{1}{3}$ halber $\frac{1}{6}$.</i>
		1	0	$-\frac{Pb}{2}(1+\mu)\left(2c-\frac{1-\mu}{1+\mu}\right)$

Tabelle 4
Konsolartige Kreisringplatte

Platten- nummer	Platten- und Belastungsskizze Momentenbilder	e	M_r	M_φ
71 4a	<p>$\beta=0.5$</p>	e	$\frac{pa^2}{16} \left[(3+\mu)(1-e^2) - \beta^2 c_1 \left(\frac{1}{e^2} - 1 \right) + 4(1+\mu)\beta^2 \ln e \right]$	$\frac{pa^2}{16} \left\{ (1+3\mu)(1-e^2) + \beta^2 c_1 \left(\frac{1}{e^2} - 1 \right) + 4(1+\mu)\beta^2 \ln e + 2(1-\mu) - 2\beta^2 [2(1-\mu) - c_1] \right\}$
	<p>$\beta=2.0$</p>	β	0	$\frac{pa^2}{8} [c_1 - (1-\mu)\beta^2]$
		1	0	$\frac{pa^2}{8} (1-\mu - \beta^2 [2(1-\mu) - c_1])$

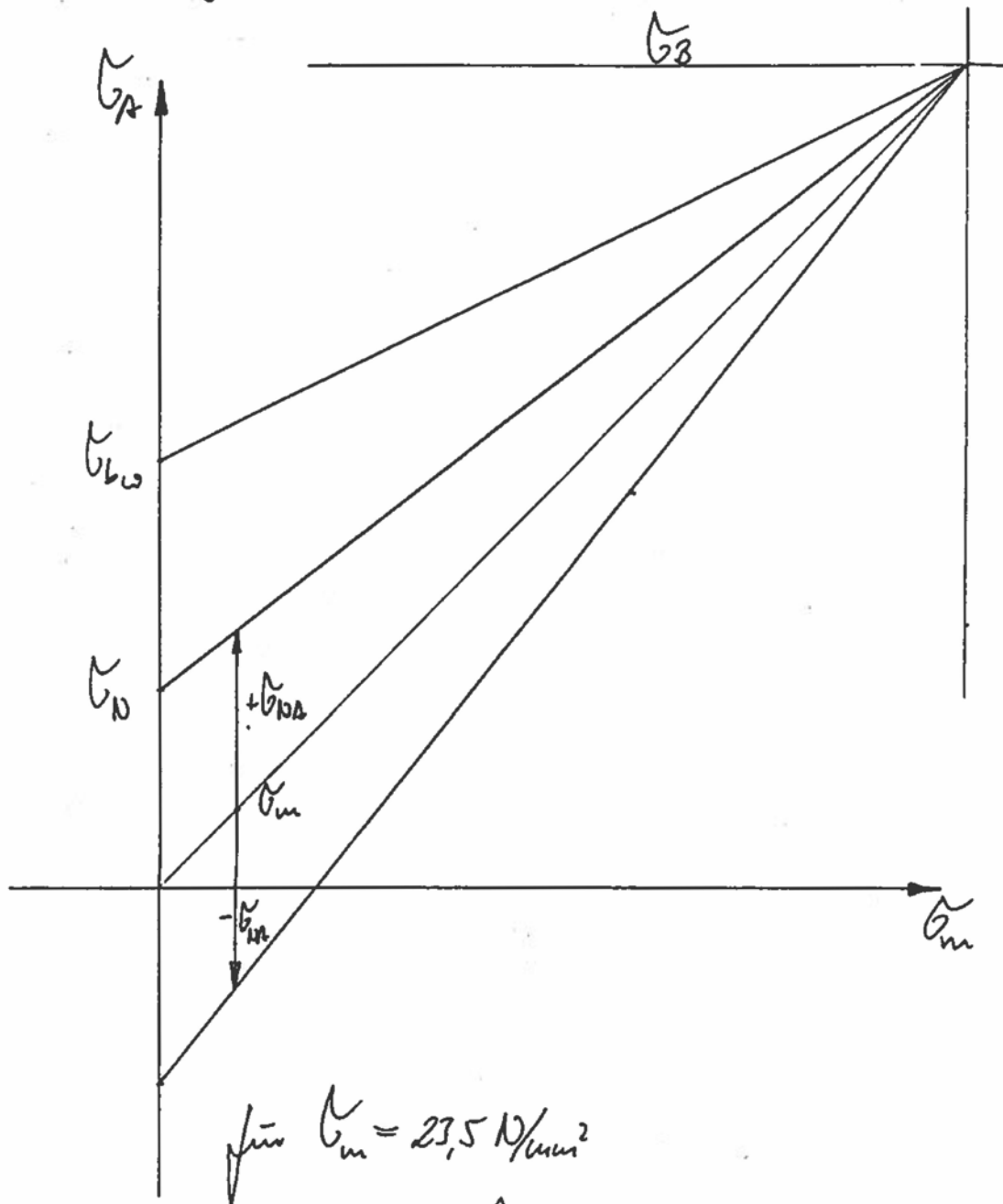
Allgemeiner Spannungsnachweis



$$a = 9,8 \text{ mm}$$

⑨ [4]

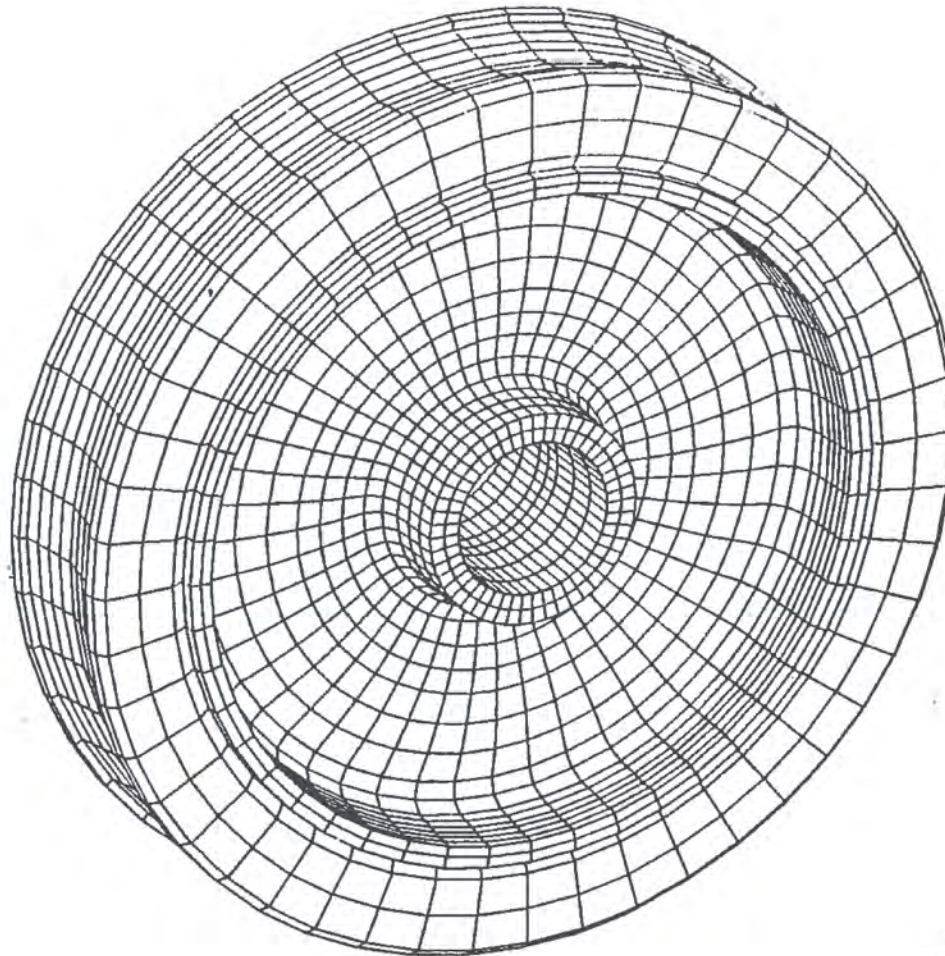
Dauerfestigkeitsdiagramm GG 25



für $\sigma_m = 23,5 \text{ N/mm}^2$

$\Rightarrow \sigma_{NA} = \underline{\underline{54 \text{ N/mm}^2}}$

1 Gesamtmodell



ANSYS 5.0
MAY 3 1993
15: 53: 45
PLOT NO. 1
ELEMENTS
TYPE NUM

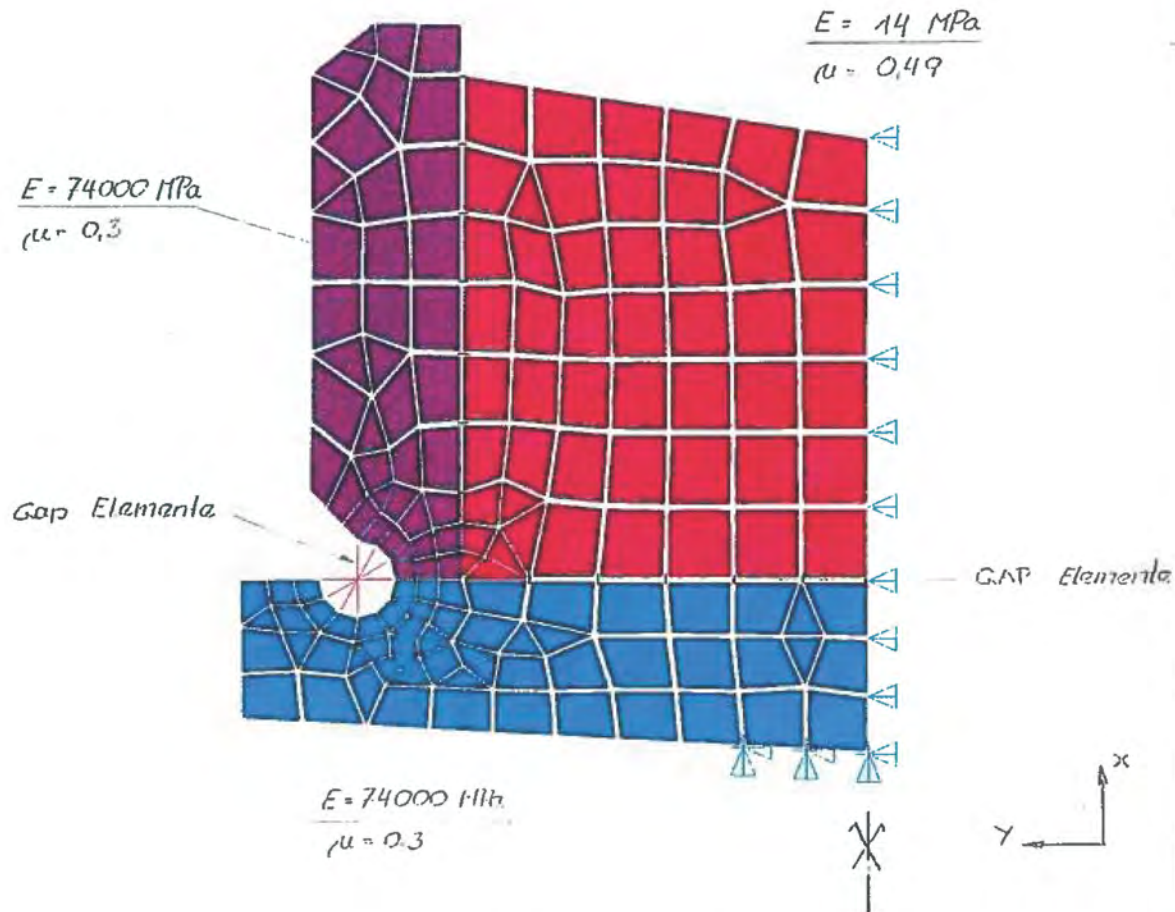
XV =1
YV =-2
ZV =1
DIST=271.124
VUP =X
PRECISE HIDDEN

① [6]

Sicherheitsrolle 400.65.100A Variante 2

1

FINITE-ELEMENTE NETZ & RANDBEDINGUNGEN



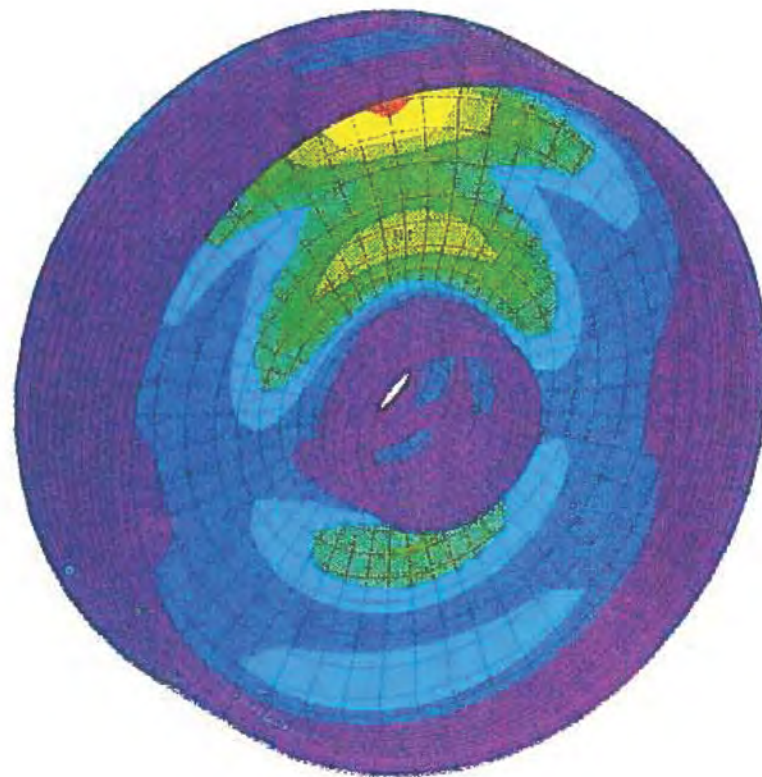
ANSYS 4.4A1
 MAR 4 1993
 9:15:28
 PLOT NO. 1
 POST1 ELEMENTS
 TYPE NUM
 TDIS

ZV =1
 *DIST=50
 XF =180.19
 YF =25
 VUP =X

BORDSCHEIBE FUER SEILROLLE 400.65.100A

Variante 1 & 2

1. Lastfall 1: $V=9750 \text{ N}$ $H=1500 \text{ N}$

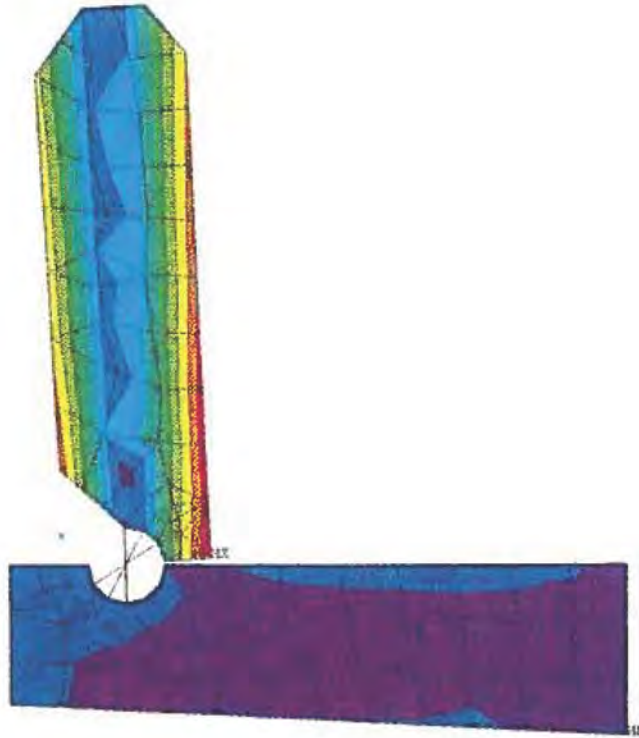


ANSYS 5.0
 MAY 22 1993
 16:36:26
 PLOT NO. 2
 NODAL SOLUTION
 STEP=9999
 SEQV (AVG)
 DMX =0.159042
 SMN =0.041369
 SMX =20.979
 0.041369
 2.368
 4.694
 7.021
 9.347
 11.673
 14
 16.326
 18.653
 20.979



Sicherheitsrolle 400.65.100A Variante 2

1 LASTFALL 2: SEILROLLE VORGESpanNT - VSP= 35000 N



ANSYS 5.0
MAY 22 1993
18:44:54
PLOT NO. 1
NODAL SOLUTION
STEP=2
SUB =15
TIME=2
SEQV (AVG)
DMX =1.696
SMN =0.270701
SMX =60.689
0.270701
6.984
13.697
20.41
27.123
33.836
40.549
47.262
53.975
60.689

BORDSCHEIBE FUER SEILROLLE 400.65.100A Variante 1