

**Zoo Berlin - Netzanlagen Raubkatzen**

**Entwurfsplanungsbericht Tragwerksplanung**

Projekt/Nr. | 3789 | Teil | 04

Datum | 11.02.2022 | Seite | 1

**Zoo Berlin - Netzanlagen  
Raubkatzen**

**Projekt** **Netzanlagen für die Erweiterung der  
Jaguar- und Leopardenfreiflächen am  
Raubtierhaus**

**Ort** Zoologischer Garten Berlin  
Hardenbergplatz 8  
10787 Berlin

**Auftraggeber /  
Bauherr** Zoologischer Garten  
Berlin AG  
Hardenbergplatz 8  
10787 Berlin



**Objekt- und Tragwerks-  
planung Ingenieurbau** schlaich  
bergemann partner  
Brunnenstrasse 110c  
13355 Berlin



**Objektplanung Freianla-  
gen** dan pearlman Erleb-  
nisarchitektur GmbH  
Kiefholzstraße 2  
12435 Berlin



**Objekt- und Tragwerks-  
planung Netze** officium Design  
Engineering GmbH  
Gymanasiumstr. 1  
70178 Stuttgart



**Planung Technische Aus-  
rüstung** b.i.g. bechtold  
INGENIEURGESELLSCHAFT  
MBH  
Keithstrasse 6  
10787 Berlin



Projekt/Nr. | 3789 \_\_\_\_\_ Teil | 04 \_\_\_\_\_

Datum | 11.02.2022 \_\_\_\_\_ Seite | 2 \_\_\_\_\_

Zoo Berlin - Netzanlagen  
Raubkatzen

Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Verwendete Normen .....</b>	<b>1-1</b>
<b>2</b>	<b>Baustoffe/Materialien .....</b>	<b>2-1</b>
<b>3</b>	<b>Lastannahmen .....</b>	<b>3-1</b>
3.1	Eigenlasten .....	3-1
3.2	Verkehrslasten .....	3-1
3.3	Windlasten .....	3-1
3.4	Schneelasten .....	3-2
3.5	Eislasten .....	3-2
3.6	Temperatureinwirkungen .....	3-3
3.7	Außergewöhnliche Lasten .....	3-3
3.8	Einwirkungen infolge Erdbeben .....	3-4
<b>4</b>	<b>Netzanlagen .....</b>	<b>4-1</b>
<b>5</b>	<b>Statische Systembeschreibung Brücke .....</b>	<b>5-1</b>

## 1            **Verwendete Normen**

Die nachfolgend aufgeführten Normen gelten in ihrer jeweilig aktuellsten Ausgabe und mit ihren zugehörigen Unternormen und nationalen Anhängen.

DIN EN 1090	Qualitätssicherung Stahlbau
DIN EN 1990	Grundlagen der Tragwerksplanung
DIN EN 1991	Lastannahmen
DIN EN 1992	Stahlbetonbau
DIN EN 1993	Stahlbau
DIN EN 1997	Geotechnik

## 2 Baustoffe/Materialien

Verwendete Materialien:

- Beton C30/37
- Betonstahl BSt 500 S (A)
- Konstruktionsstahl S235, S355
- Drähte Seilnetz Werkstoff 1.4401, Nennfestigkeit 1770N/mm<sup>2</sup>
- Netzanbindung Edelstahlrohr bzw. -seil Werkstoff 1.4401

### **3 Lastannahmen**

#### **3.1 Eigenlasten**

Im Folgenden werden die Wichten der Verwendung findenden Materialien dargestellt.

Stahl:  $\gamma_s = 78,5 \text{ kN/m}^3$   
Stahlbeton:  $\gamma_c = 25,0 \text{ kN/m}^3$   
Stahlnetz  $\gamma_N = 5,0 \text{ kN/m}^3$

#### **3.2 Verkehrslasten**

Ansatz gemäß: *DIN EN 1991-1-1:2010-12* und *DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12*

Die Brücke wird für Jaguare ausgelegt. Diese haben im Zoologischen Garten Berlin ein Gewicht von rund 40 bis max. 160 kg.

Damit kann für die Brücke das Belastungsmodell „Kleinvieh“ (Kategorie B1) nach obiger Norm gewählt werden.

Es ergeben sich somit folgende vertikale statischen Lasten:

$q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$   
 $Q_k = 2,0 \text{ kN}$  (Aufstandsfläche 50x50 mm)

#### **3.3 Windlasten**

Ansatz gemäß: *DIN EN 1991-1-4:2010-12* und *DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12*

Bauort: Berlin

Geländehöhe A: ca. 34 m ü. NN

Bauhöhe über GOK:  $\leq 10 \text{ m}$

→ Windzone 2, Binnenland

Bei der Übernetzung erfolgt eine Abminderung dieser Windlasten aufgrund der offenen Netzstruktur gemäß Werten aus Windkanaltests mit Faktor 0,1 - 0,3 je nach Ausrichtung der Netzflächen.

**Zoo Berlin - Netzanlagen  
Raubkatzen**

### 3.4 Schneelasten

Ansatz gemäß: *DIN EN 1991-1-3:2010-12* und *DIN EN 1991-1-3/NA:2019-04*

Bauort: Berlin

Geländehöhe A: ca. 34 m ü. NN

→ Schneelastzone 2

Charakteristische Schneelast auf den Boden:

$$s_k = 0,25 + 1,91 * ((A + 140) / 760)^2 = 0,35 < 0,85 \rightarrow s_k = 0,85 \text{ kN/m}^2$$

Außergewöhnliche Schneelast auf den Boden im Norddeutschen Tiefland:

$$s_{Ad} = 1,96 \text{ kN/m}^2 = 2,3 * 0,85$$

#### Schnee auf Netzanlage

Auf Basis der bisherigen Erfahrungen werden die charakteristischen Schneelasten trotz der offenen Netzstruktur ohne Abminderung angesetzt.

Zusätzlich werden die unterschiedlichen Neigungswinkel in der Netzfläche mit den entsprechenden Neigungsbeiwerten berücksichtigt.

#### Schnee auf Brücke

Die Brückengehfläche wird auf der sicheren Seite als Flach-/Pulldach behandelt. Näherungsweise kann dies auch bei den Bögen und dem dazwischen gespannten Netz erfolgen.

$$\rightarrow \mu_1 = 0,8$$

Auf die mehr als 60° gegenüber der Horizontalen geneigten, die Bögen ausfachten Netze braucht kein Schnee angesetzt werden.

Charakteristische Schneelast auf die Brücke:

$$s = 0,68 \text{ kN/m}^2 = 0,8 * 0,85$$

Außergewöhnliche Schneelast auf die Brücke (Norddeutsches Tiefland):

$$s = 1,57 \text{ kN/m}^2 = 0,8 * 1,96$$

### 3.5 Eislasten

Ansatz gemäß: *DIN EN 1991-1-3/NA:2019-04*. Somit ist für Standort Berlin folgender Ansatz: Linienlast 0,005 kN/m auf alle Netzseile gleichmäßige Vereisung. Die dadurch entstandene Vergrößerung des Querschnitts ergibt sich eine Vergrößerung der Windangriffsfläche. Dies ist lt. Norm entsprechend zu berücksichtigen. Weiterhin werden die Regelungen in der *DIN EN 50341-2-4* bzgl. Eisbildung in der weiteren Planung berücksichtigt.

**Zoo Berlin - Netzanlagen  
 Raubkatzen**

**3.6 Temperatureinwirkungen**

Ansatz gemäß: *DIN EN 1991-1-5:2010-12* und *DIN EN 1991-1-5/NA:2010-12*

**3.7 Außergewöhnliche Lasten**

*Tieranpralllasten*

Die Anpralllasten auf die Netzstruktur, Glasscheiben und Tragwerk durch „springendes Tier“ werden entsprechend des Tiergewichts und der maximal erreichbaren Geschwindigkeit festgelegt (s. Haltungsanforderungskatalog). Dabei wurde zunächst ein Abgleich mit den Lasten aus der Umbaumaßnahme Raubtierhaus gemacht.

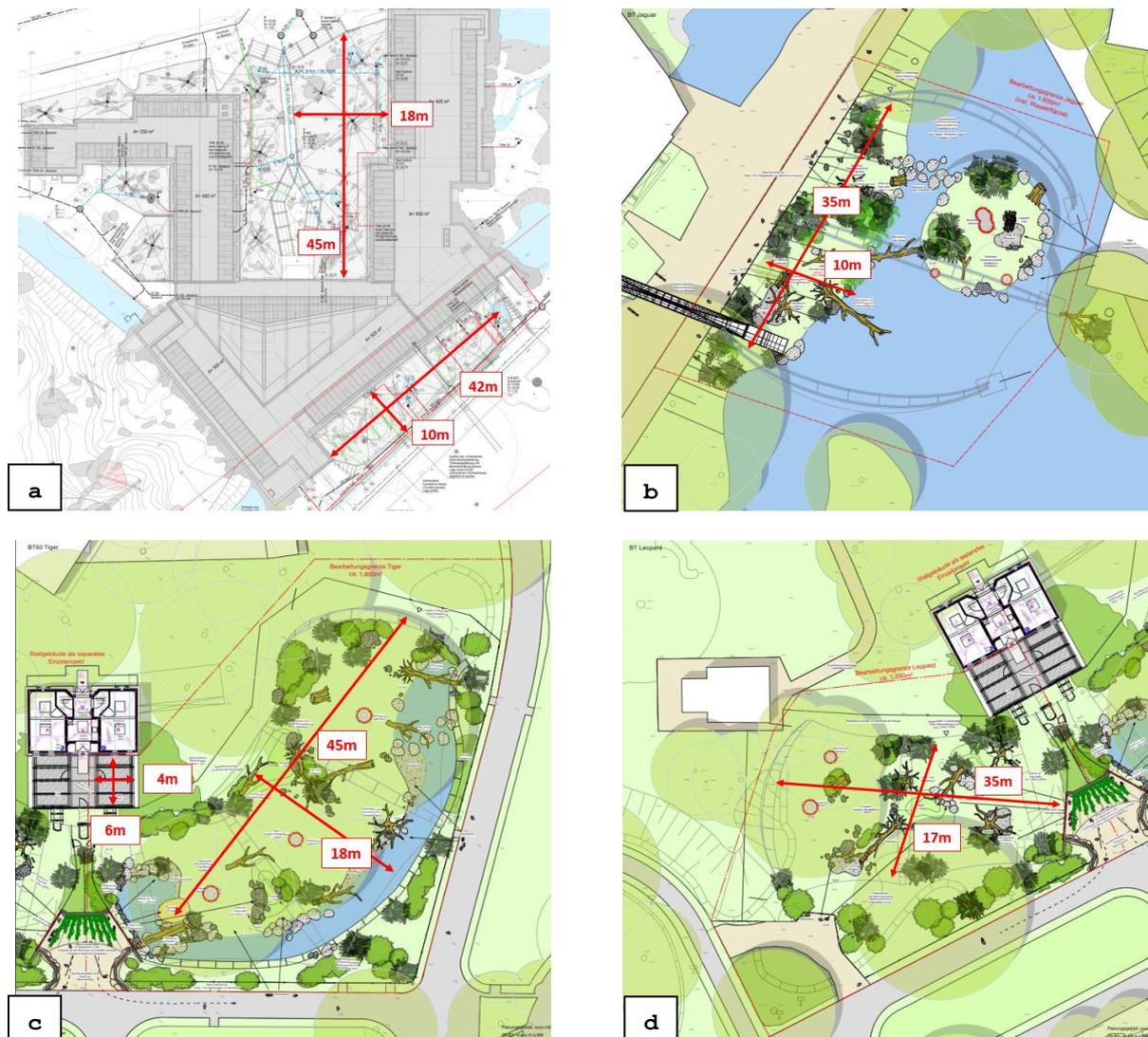


Abbildung: Vergleich der maximalen Laufstrecke in den a) Außenanlagen Raubtierhaus, b) Jaguargehege, c) Tigergehege/Vorgehege und d) Leopardengehege

**Zoo Berlin - Netzanlagen  
Raubkatzen**

Nach Abstimmung mit dem Zoo wurden die folgenden maximal erreichbaren Geschwindigkeiten für die jeweiligen Tiere vereinbart. Es ist wichtig zu beachten, dass alle drei Großkatzenarten bei einem freien Anlaufstrecken von 30 m eine Geschwindigkeit von 60 km/h erreichen könnten. Daher muss der freie Anlauf in allen Gehegen durch die Gehegegestaltung verunmöglicht werden um die maximale Anprallgeschwindigkeit von 30 km/h anzuwenden (analog zu den Außenanlagen Raubtierhaus).

Großkatze	Masse	v <sub>max</sub>	Maximale Laufstrecke		Erreichbare Geschwindigkeit	
			Vorgehege	Netzanlage	Vorgehege	Netzanlage
	[kg]	[km/h]	[m]	[m]	[km/h]	[km/h]
Jaguar	160	60	-	35	-	30
Tiger	280	60	6	45	20	30
Leopard	90	60	6	35	20	30

Tabelle: Maximal erreichbare Geschwindigkeiten nach Abstimmung mit dem Zoo

Großkatze	Anprallfläche Kopf	Anprallfläche Tatzen	Anprallhöhe Kopf	Anprallhöhe Tatzen
	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
Jaguar	26x28	70x30	65	160
Tiger	35x25	100x69	100	200
Leopard	24x14	70x30	65	160

Tabelle: Anprallflächen und Anprallhöhen

*Schneelasten*

Weiterhin ist der Lastfall „Schnee im norddeutschen Tiefland“ (siehe Schneelasten) als außergewöhnliche Last zu berücksichtigen.

**3.8 Einwirkungen infolge Erdbeben**

Nach DIN EN 1998 brauchen am Bauort Berlin keine Einwirkungen infolge Erdbeben berücksichtigt zu werden.

#### 4 Netzanlagen

Das konstruktive Prinzip der beiden Anlagen lautet: die Bögen tragen die Netze, die vorgespannten Netze stützen die Bögen. Die Netze werden an einem durchgehenden Randelement (Seil oder Rundrohr) aus Edelstahl am Fußboden und an den Bögen angebunden. Im Bodenbereich soll die Randanbindung sichtgeschützt ausgeführt werden und somit den naturnahen Eindruck nicht stören. Zur Montage ist eine Vorkonfektionierung der einzelnen Netzfelder zur Minimierung der Montagezeiten angedacht.

## 5 Statische Systembeschreibung Brücke

Die Jaguarbrücke spannt als Bogen mit Zugband direkt vom Raubtierhaus bis zur Netzanlage am Raubtierhausteich. Die Brücke ist im Grundriss gerade und hat eine lichte Spannweite von knapp 20 m. Sie wird mit einer für die Jaguare nutzbaren Laufflächenbreite von 0,80 m ausgeführt.

Die beiden Bögen haben einen Stich von etwa 6 m und sind leicht nach innen geneigt. Die beiden Zugbänder folgen ebenfalls bogenförmig der Gradienten und haben dabei einen Stich von ca. 1,8 m. Die Bögen werden durch Drahtnetze aus Edelstahlseilen mit ca. 3mm Durchmesser, die zwischen ihnen und den Zugbändern aufgespannt sind, in ihrer Ebene gegen unsymmetrische Lasten ausgesteift. Die geneigten Bögen werden über Querträger verbunden, und so gegen Ausknicken aus der Ebene gesichert. So kann das gesamte Tragwerk extrem schlank ausgebildet werden.

Zwischen die Zugbänder wird die Lauffläche aus Gitterrosten gehängt, die statisch nicht zur globalen Tragwirkung der Brücke beiträgt. Die beiden Zugbänder werden wie auch die Bögen mit Querträgern verbunden. Zusätzliche Auskreuzungen unter der Gitterrostebene sorgen für die Aussteifung gegen Wind in Querrichtung.

Der Brückenüberbau wird auf der Seite des Raubtierhauses längsverschieblich auf einer Stahlbetonstütze aufgelegt, die unabhängig vom Raubtierhaus gegründet wird. Die längsverschiebliche Lagerung wird über Langlochverbindungen in Edelstahl realisiert. So entsteht eine zwängungsfreie und gleichzeitig robuste, wartungsfreie Lagerung, die auch im Stande ist abhebende Kräfte infolge Wind aufzunehmen. Der Festpunkt der Brücke liegt auf der Seite der Netzanlagen, wo eine geneigte Stahlbetonstütze als Kragarm bis zur Netzdurchdringung reicht. Hier wird die Stahl-Bogenbrücke biegesteif vergossen und ist damit auch robust und wartungsfrei.

Die Brücke wird an beiden Ende mittels Pfählen tiefgegründet. Hierfür werden unterhalb der Pfeiler Pfahlkopfplatten ausgebildet.