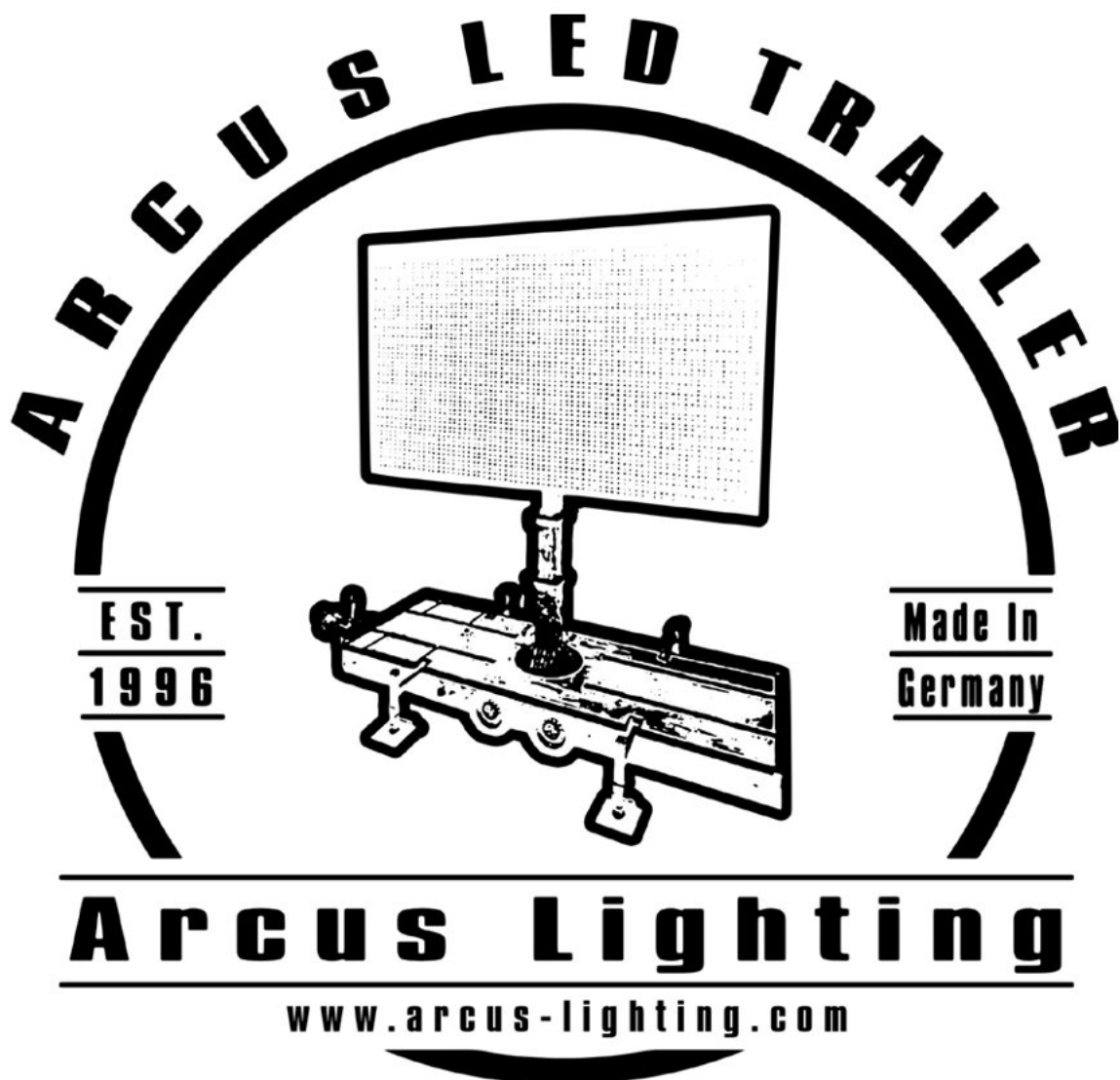


ARCUS LED Screen Trailer SP4000

Nachweis Standsicherheit



Nachweis Standsicherheit

Projekt	2016-0027 LED Trailer SP4000 mit und ohne PA Wings Hubhöhe max. 5000 mm ohne Kastenaufbau
Auftraggeber	Arcus Licht- und Präsentationstechnik GmbH Obermeiers Feld 2-4 33104 Paderborn Deutschland

Diese statische Berechnung darf erst nach Prüfung durch die Bauaufsichtsbehörde zur Ausführung verwandt werden; soweit dies erforderlich ist.

Die Statik darf nur für das o. g. Projekt auf Grundlage der in den Vorbemerkungen genannten Annahmen und Unterlagen verwandt werden. Für im Grundriss bzw. Ausführung ähnliche Projekte muss eine eigenständige Berechnung erfolgen. Die Berechnung umfasst die im Inhaltsverzeichnis aufgeführten Seiten bzw. Pläne und Anlagen.

Die aufgeführten Informationen beziehen sich auf die in der Bedienungs- und Wartungsanleitung aufgeführten Gerätschaften und sind die hierfür Auszugweise relevanten Informationen. Vollständige und allumfängliche Unterlagen befinden sich beim Auftraggeber und dem Tragwerksplaner, Aussteller der statischen Berechnungen. Und können nach Prüfung durch den Auftraggeber, des Berechtigten Interesses, im relevanten Umfang zur Verfügung gestellt werden.

Alle aufgeführten Daten, Informationen und Berechnungen, gleich ob in Papierform, auf Datenträgern und/oder in elektronischen Medien Angaben, Abbildungen, Zeichnungen, Gewichts- oder Maßangaben bzw. sonstigen technischen Daten sowie die in Bezug genommene Normen oder Daten sind Eigentum des Auftraggebers. Alle Angaben ohne Gewähr und freibleibend. Technische Änderungen vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis

0.1. Revisionsliste	III
1. Grundlagen	1
1.1. Allgemeine Angaben	1
Inhalt Berechnungen	2
Nachweiskonzept Tragwerk	3
Bemerkungen / Festlegungen zur Berechnung	3
1.2. Normen	4
1.3. Literatur	4
1.4. Programme	4
2. Globale Lastannahmen / Lastfallkombinationen	5
2.1. Ständige Einwirkungen	5
2.2. Veränderliche Einwirkungen	5
Nutzlasten (LF 2xx)	5
Schnee (LF 3xx)	6
Wind (LF 4xx)	6-8
2.3. Außergewöhnliche Einwirkungen	8
Anprall	8
3. Nachweis der Standsicherheit	9
3.1. Kipp-, Gleit- und Lagesicherheit	9
Zustand in Betrieb	10-11
Zustand außer Betrieb	12
A. Anlagen A	A.1
A.1. Planung Arcus Licht- und Präsentationstechnik GmbH	A.1
Gesamtübersicht Trailer ohne PA Wing	A.1.1
Gesamtübersicht Trailer mit PA Wing	A.1.2

Projekt-Nr.: 2016-0027
Projekt: ARCUS GmbH – LED Trailer
Revisionsliste

Seite III/Rev. 0
12. Oktober 2023

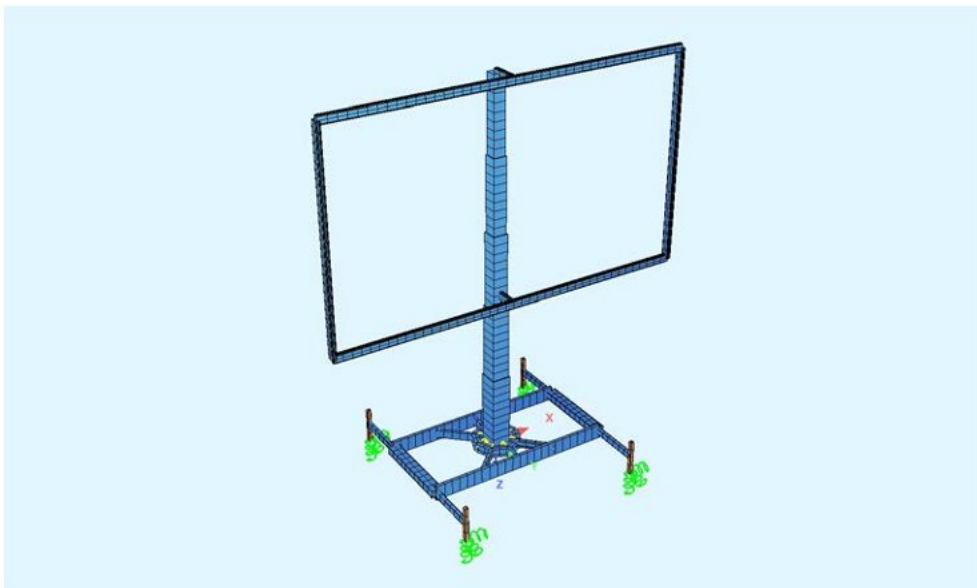
0.1. Revisionsliste

Berechnung/Nachweise	Seite	Rev.	Datum
Genehmigungsstatik	I-III	Rev.0	12.10.2023
	I-II		
Anlagen A	A.1 ff		

1. Grundlagen

1.1. Allgemeine Angaben

In der vorliegenden statischen Berechnung erfolgt der Nachweis der Gesamtstand-
 sicherheit (Kippen, Gleiten, Abheben) eines Trailers für die Nutzung als Fliegen- der
 Bau im Bereich der Veranstaltungs- und Eventtechnik.



Der Trailer dient als Basis für Anzeigetafeln aus LED-Paneelen. Auf dem Chassis des Trailers ist eine teleskopierbare LED-Wand installiert.

Im Betriebszustand ist die LED-Wand an einem vertikal verschieblichen Arm nach oben gefahren. Das Chassis wird zur Erhöhung der Standsicherheit im Betriebszustand seitlich abgestützt. Das Teleskopsystem mit der LED-Wand ist mit einem Drehkranz auf dem Chassis des Trailers installiert. So kann die nach oben ausgefahrenen LED-Wand durch Drehung um die vertikale Achse in den gewünschten Betriebszustand gebracht werden. Der Zentralrahmen aus kaltverformten Stahlprofilen bildet das Grundgerüst des Trailers und ist als Trägerrost konstruiert.

Für die Nachweise der Standsicherheit liegt die folgende Planung vor und dient als Grundlage für die Berechnungen:

Objektplanung Trailer siehe hierzu Gesamtübersicht Trailer, Seite A.1 ff.

Inhalt Berechnungen

Inhalt der Berechnungen ist der Nachweis der Sicherheit gegen Kippen, Gleiten und Abheben in den Betriebszuständen in und außer Betrieb nach DIN EN 13814.

Der Nachweis wird für die folgenden Trailer- und Aufbauvarianten geführt:

SP4000 4590*2665mm = 12.23m²

Ein Nachweis der Stahlbauteile des Trailers, der Querschnitte und der Konstruktionsdetails ist nicht Bestandteil der vorgelegten Berechnungen. Diese Nachweise erfolgen im Nachweis zum Trailer SP6000 und können bei der Arcus Licht- und Präsentations-technik GmbH eingesehen bzw. abgefordert werden.

Die Überprüfung der Konstruktion in verschiedenen Tragzuständen während des Transportes und während des Aufbaus sind in der Berechnung nicht enthalten.

Die Lastweiterleitung im Boden am Aufstellort ist nicht Inhalt der vorliegenden Berechnungen und muss gesondert geführt werden.

Nachweiskonzept Tragwerk

Aussteifung in Längsrichtung (Globale X-Richtung) räumliche Aussteifung über den Zentralrahmen

Aussteifung in Querrichtung (Globale Y-Richtung) wie vor

Bemerkungen / Festlegungen zur Berechnung

LED-Wand

Der Trailer kann mit verschiedenen Konfigurationen der LED-Wand betrieben werden. diese ergeben sich wie folgt:

SP4000 4590*2665mm = 12.23m²

Absenkung LED-Screen

Die Anlage kann gemäß EN 13814 bis zu einer Windgeschwindigkeit von 15m/s betrieben werden. Dies entspricht einer Windstärke von 7 nach der Beaufortskala. Bei Windgeschwindigkeiten über diesem Wert ist der Betrieb einzustellen und die Anlage ist herunterzufahren.

Wetterbeobachtung

Seitens des Betreibers muss eine kontinuierliche Wetterbeobachtung sichergestellt werden. Dies muss durch digitales Wettermonitoring (Windwächter) an exponierter Stelle vor Ort erfolgen. Weiterhin muss tagesaktuell, durch Einholung von Wettervorhersagen bei einem autorisierten Wetterdienst, eine Beobachtung und Bewertung der zu erwartenden Wetterlagen erfolgen.

Personal

Durch den Betreiber der Anlage ist dauernd ausreichend Personal für die notwendigen Maßnahmen (Absenkung LED-Screen, Windüberwachung) vorzuhalten.

Hinweis zum Absenken

Zur sicheren Absenkung ist früh genug mit dieser zu beginnen. Aufgrund von Unfallverhütungsvorschriften ist ein Absenken zum Zeitpunkt des Auftretens der max. Windgeschwindigkeit nicht möglich. Deshalb wird eine regelmäßige Abstimmung des Personals zum Rückbau mit dem Windüberwachungspersonal vorausgesetzt. Bei absehbarem Auftreten des max. Windereignisses sind früh genug die Rückbaumaßnahmen einzuleiten.

Nutzlasten

Die gesamte Konstruktion dient nicht dem regulären Aufenthalt von Personen, sondern wird nur für Wartungsarbeiten begangen.

1.2. Normen

- DIN EN 1990 - Grundlagen der Tragwerksplanung;
Deutsche Fassung EN 1990:2002
+ A1:2005 + A1:2005/AC:2010
- DIN EN 1991-1-1: 2010-12 Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke;
Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau
- DIN EN 1991-1-4: 2010-12 Allgemeine Einwirkungen; Windlasten
- DIN EN 1993-1-1: 2010-12 Bemessung und
Konstruktion von Stahlbauten
- DIN EN 1999-1-1: 2010-05 Bemessung und
Konstruktion von Aluminiumtragwerken
- DIN EN 13814: 2005-06 Fliegende Bauten und Anlagen für
Veranstaltungsplätze und Vergnügungsparks - Sicherheit

1.3. Literatur

-

1.4. Programme

- ASE III Advanced Solution Engine Sofistik AG Oberschleißheim
- PTC Mathcad Prime 3.0

2. Globale Lastannahmen / Lastfallkombinationen

Nachfolgend werden die globalen Lastannahmen, welche allgemein für das gesamte Projekt gelten definiert.

Diese werden mit nachfolgend angegebener Nummerierungssyntax ausgegeben:

LF 1**	Ständige Lasten
LF 2**	Nutz- und Betriebslasten
LF 3**	Schnee- und Eislasten
LF 4**	Windlasten
LF 5**	Anpralllasten
LF 6**	Temperatur- und Brandlasten
LF 7**	Baugrundsetzungen
LF 8**	Lasten aus Transport- und Montagezuständen
LF 9**	Erdbebenlasten

2.1. Ständige Einwirkungen (LF 1xx)

Gesamtgewicht Trailer einschließlich LED-Wand und optionaler PA Wing

SP4000	LED Wand	Gk = 1800 kg
SP4000	LED Wand + PA Wings	Gk = 2100 kg

2.2. Veränderliche Einwirkungen

Nutzlasten (LF 2xx)

Eine Nutzlast auf dem Trailer ist nicht vorgesehen.

Die untere Trailerfläche kann zu Reparaturzwecken begangen werden.

(LF 1xx)	Mannlast	Fk = 150 kg
-----------------	----------	--------------------

Schnee (LF 3xx)

Schneelasten werden aufgrund der temporären Aufbausituationen nicht in Ansatz gebracht. Dies setzt voraus, dass keine Schneeansammlung auf dem Dach möglich ist bzw. eine ständige Beräumung des Schnees gewährleistet ist. Bei möglicher Schneeansammlung bzw. -ablagerung ist der Betrieb einzustellen.

Wind (LF 4xx)

Windlasten

Ansatz der Windlast nach EN 13814 Pkt. 5.3.3.4. Die Norm unterscheidet einen Nachweis für Betriebszustand in Betrieb (BZ1 = max. Hubhöhe) und Betriebszustand außer Betrieb (BZ2 = LED-Screen eingefahren).

Betriebszustand in Betrieb (BZ1 = max. Hubhöhe)

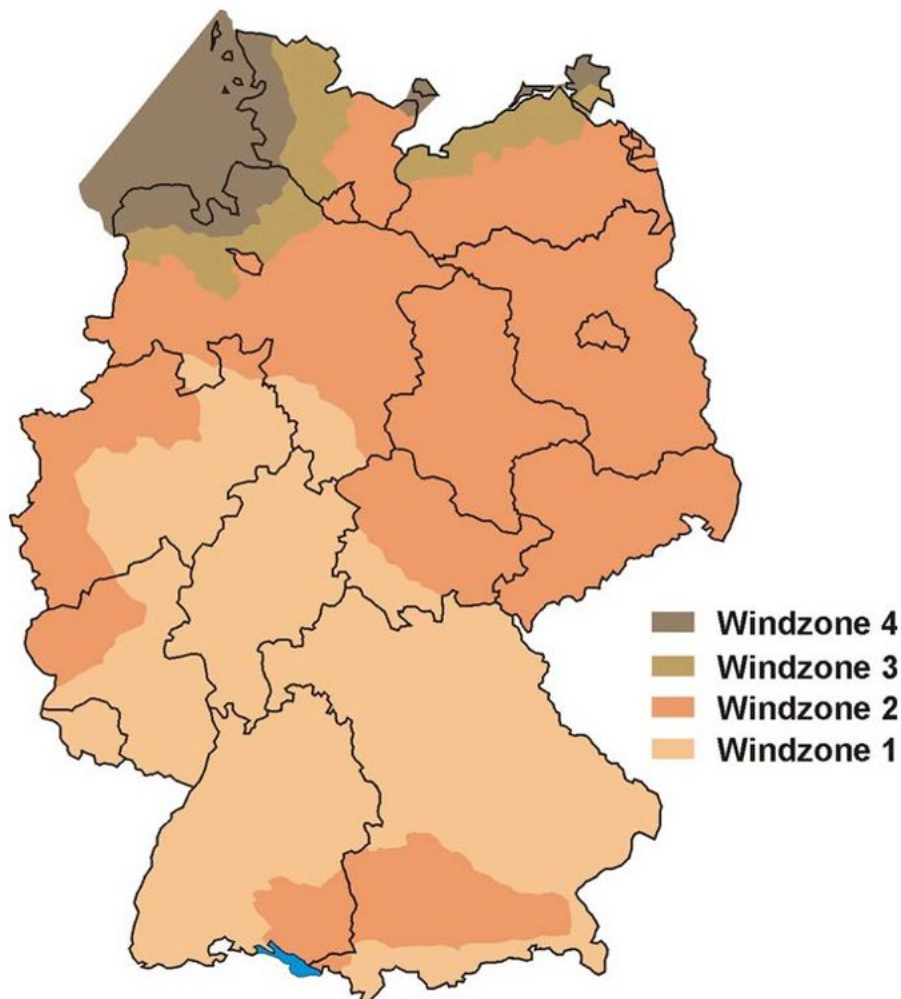
Nach Tabelle 1 ist für den Nachweis in Betrieb ein Staudruck von $q_{eq} = 0.20 \text{ kN/m}^2$ (Bauhöhe $\leq 8.00 \text{ m}$) anzusetzen.

Zustand außer Betrieb (BZ2 = LED-Screen eingefahren)

Für den Nachweis außer Betrieb wird entgegen der Tabelle 1 ein Staudruck nach EN 1991-1-4 angesetzt. Es werden entsprechend der Windlastzonen differenzierte Nachweise geführt.

Windlasten

Für die Zuordnung der Aufstellorte zu den Windlastzonen und Geländekategorien wird auf die nachfolgenden Grafiken verwiesen:



Windlasten

LED-Screen eingefahren Ohne zusätzliche Sicherungsmaßnahmen kann der Trailer mit eingefahrenen LED-Screen in WLZ 1 bis 4 für die Geländekategorien I-IV aufgestellt werden. Es ergibt sich ein Staudruck von:

Ermittlung des Böengeschwindigkeitsdruckes nach Tab. NA.B.2; DIN EN 19991-1-4 / NA (2010-12)	
Geländekategorie nach Tab. NA.B.1 =>	$GK := 1$
Windzone nach Tab. NA.A.1 =>	$WZ := 4$
Gebäudehöhe =>	$z := 3.20 \text{ m}$
Geschwindigkeitsdruck =>	$q_{b0} = 0.56 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Böengeschwindigkeitsdruck =>	$q_p = 1.173 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Die angegebenen Werte werden mit dem Faktor 0.7 entsprechend Anlage 2.7/8 Abs. 4.3 der Liste der technischen Baubestimmungen (Stand 2012) berücksichtigt und sind somit größer als die Staudrücke nach EN 13814: 2004 für Fliegende Bauten bis 8m Höhe.

Aerodynamische Faktoren Screen

Es werden Faktoren nach DIN EN 1991-1-4, Abs. 7.4.3 angesetzt:

Kraftbeiwert	$c_f = 1.8$
Ausmitte	$e = 4.59\text{m} * 0.25 = 1.15\text{m}$
Resultierende	$F_{LED} = 1.8 * 0.20\text{kN/m}^2 * 4.590\text{m} * 2.665\text{m} = 4.40\text{kN}$
Torsion	$M_{ke} = 4.40\text{kN} * 1.15\text{m} = 5.06\text{kNm}$

2.3. Außergewöhnliche Einwirkungen

Anprall

Anpralllasten aus Besucher- und Fahrzeugverkehr an die Konstruktion werden rechnerisch nicht angesetzt. Hierfür sind nach DIN EN 1990 geeignete konstruktive Maßnahmen zu treffen.

3. Nachweis der Standsicherheit

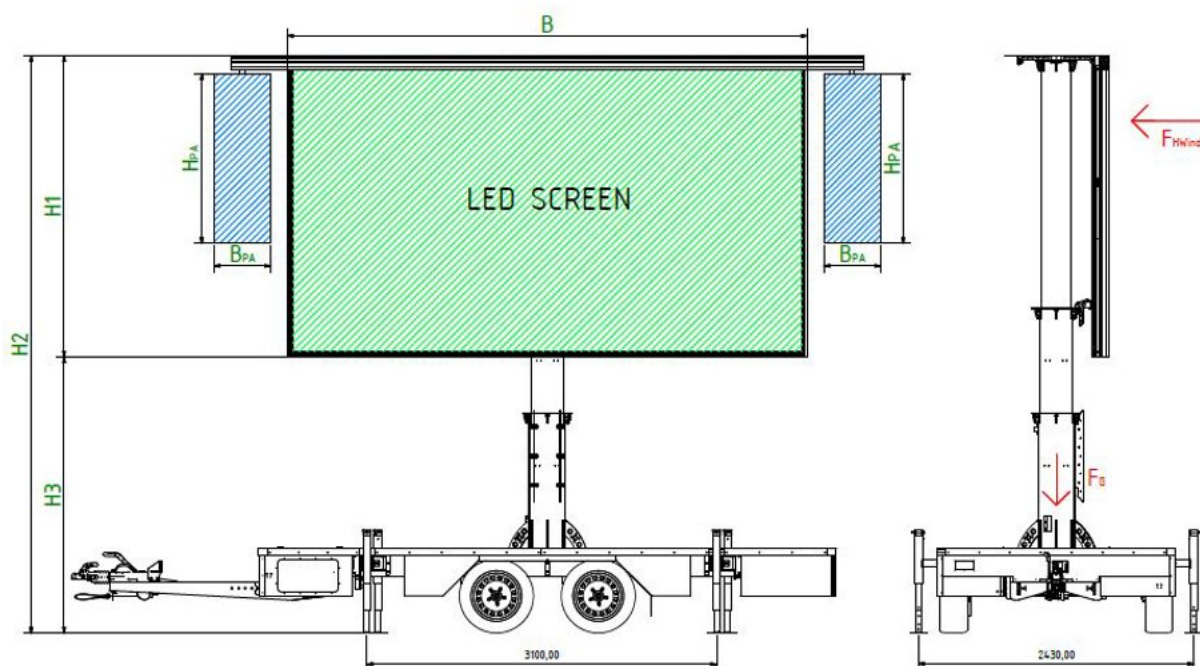
3.1. Kipp-, Gleit- und Lagesicherheit

Auf den folgenden Seiten wird die Sicherheit gegen Kippen, Gleiten und Abheben für die unter Globale Lastannahmen / Lastfallkombinationen, Seite 4 angesetzten Lasten nachgewiesen.

Die Nachweise werden nach DIN EN 13814 geführt. Die Sicherheitsbeiwerte werden gemäß Tabelle 2, DIN EN 13814 angesetzt.

Zustand in Betrieb

Für den Kippnachweis wird auf die nachfolgende Zeichnung verwiesen. Aus dieser ergibt sich der Drehpunkt für die Ermittlung des Stand- und Kippmomentes. Für die Nachweise wird davon ausgegangen, dass durch die Schubsteifigkeit der Konstruktion der gesamte Trailer aktiviert wird. Auf Grundlage dieser Annahme kann von einem globalen Drehpunkt am Fuß des Trailers ausgegangen werden.



Einwirkungen auf Trailer max. Hubhöhe = 5m ohne PA Wing

Abmessungen LED-Screen =>	B	H_1	H_2	$Ballast$	F_G
	(m)	(m)	(m)	(kN)	(kN)
SP4000 12.23m2	4.59	2.665	5.00	0	18

Gewicht LED => $G_{LED} := 0.00001 \frac{kN}{m^2} \cdot \overrightarrow{B \cdot H_1} = [0] \text{ kN}$

Wind auf Screen => $F_{HWind} := 1.8 \cdot 0.20 \frac{kN}{m^2} \cdot \overrightarrow{(B \cdot H_1)} = [4.404] \text{ kN}$

Kippnachweis Trailer

Standmoment => $M_{Stand} := (F_G + Ballast + G_{LED}) \cdot \frac{2430 \text{ mm}}{2} = [21.9] \text{ kN} \cdot m$

Kippmoment => $M_{Kipp} := \frac{\overrightarrow{F_{HWind}}}{2} \cdot (H_2 + (H_2 - H_1)) = [16.2] \text{ kN} \cdot m$

$$\eta_{Kipp} := \frac{1.2 \cdot M_{Kipp}}{1.0 \cdot M_{Stand}} = [0.89]$$

Gleitnachweis Trailer

Reibbeiwert nach DIN EN 13814 => $\mu := 0.40$ (Stahl auf Beton)

$$\eta_{Gleit} := \frac{1.2 \cdot F_{HWind}}{\mu \cdot 1.0 \cdot (F_G + Ballast + G_{LED})} = [0.734]$$

Einwirkungen auf Trailer max. Hubhöhe = 5m mit PA-Wing

Abmessungen LED-Screen +PA-Wing=>

	B_S	H_{S1}	H_{S2}	B_{PA}	H_{PA1}	H_{PA2}	Ballast	F_G	F_{GPA}
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)
"SP4000"	4.59	2.665	5.00	2.0.50	1.50	5.00	0.00	18.00	3.00

Gewicht LED => $G_{LED} := 0.00001 \frac{kN}{m^2} \cdot \overrightarrow{B_S \cdot H_{S1}} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} kN$

Wind auf Screen => $F_{HSWind} := 1.8 \cdot 0.20 \frac{kN}{m^2} \cdot \overrightarrow{(B_S \cdot H_{S1})} = \begin{bmatrix} 4.404 \\ 2.798 \end{bmatrix} kN$

Wind auf PA-Wing => $F_{HPAWind} := 1.8 \cdot 0.20 \frac{kN}{m^2} \cdot \overrightarrow{(B_{PA} \cdot H_{PA1})} = \begin{bmatrix} 0.54 \\ 0.54 \end{bmatrix} kN$

Kippnachweis Trailer

Standmoment =>

$$M_{Stand} := (F_G + Ballast + F_{GPA} + G_{LED}) \cdot \frac{2430 \text{ mm}}{2} = \begin{bmatrix} 25.52 \\ 18.23 \end{bmatrix} kN \cdot m$$

Kippmoment =>

$$M_{Kipp} := \frac{F_{HSWind}}{2} \cdot (H_{S2} + (H_{S2} - H_{S1})) + \frac{F_{HPAWind}}{2} \cdot (H_{PA2} + (H_{PA2} - H_{PA1}))$$

$$M_{Kipp} = \begin{bmatrix} 18.45 \\ 13.26 \end{bmatrix} kN \cdot m$$

$$\eta_{Kipp} := \frac{1.2 \cdot M_{Kipp}}{1.0 \cdot M_{Stand}} = \begin{bmatrix} 0.868 \\ 0.873 \end{bmatrix}$$

Gleitnachweis Trailer

Reibbeiwert nach DIN EN 13814 =>

$\mu := 0.40$ (Stahl auf Beton)

$$\eta_{Gleit} := \frac{1.2 \cdot (F_{HSWind} + F_{HPAWind})}{\mu \cdot 1.0 \cdot (F_G + Ballast + F_{GPA} + G_{LED})} = \begin{bmatrix} 0.706 \\ 0.668 \end{bmatrix}$$

Zustand außer Betrieb

Ab einer Windgeschwindigkeit von $v_0 \geq 15 \text{ m/s}$ muss der LED-Screen in den Zustand außer Betrieb gebracht werden.

Dies erfolgt durch Einfahren des Mastes und evtl. Einklappen der Screen-Fläche.

Da sich hier eine max. Höhe von $h_{\text{Trailer}} \leq 3200 \text{ mm}$ ergibt und dieser Aufbau der Straßenzulassung entspricht, wird auf einen Nachweis des Zustands außer Betrieb verzichtet.

Projekt-Nr.: 2016-0027

Projekt: ARCUS GmbH – LED Trailer

Anlagen A

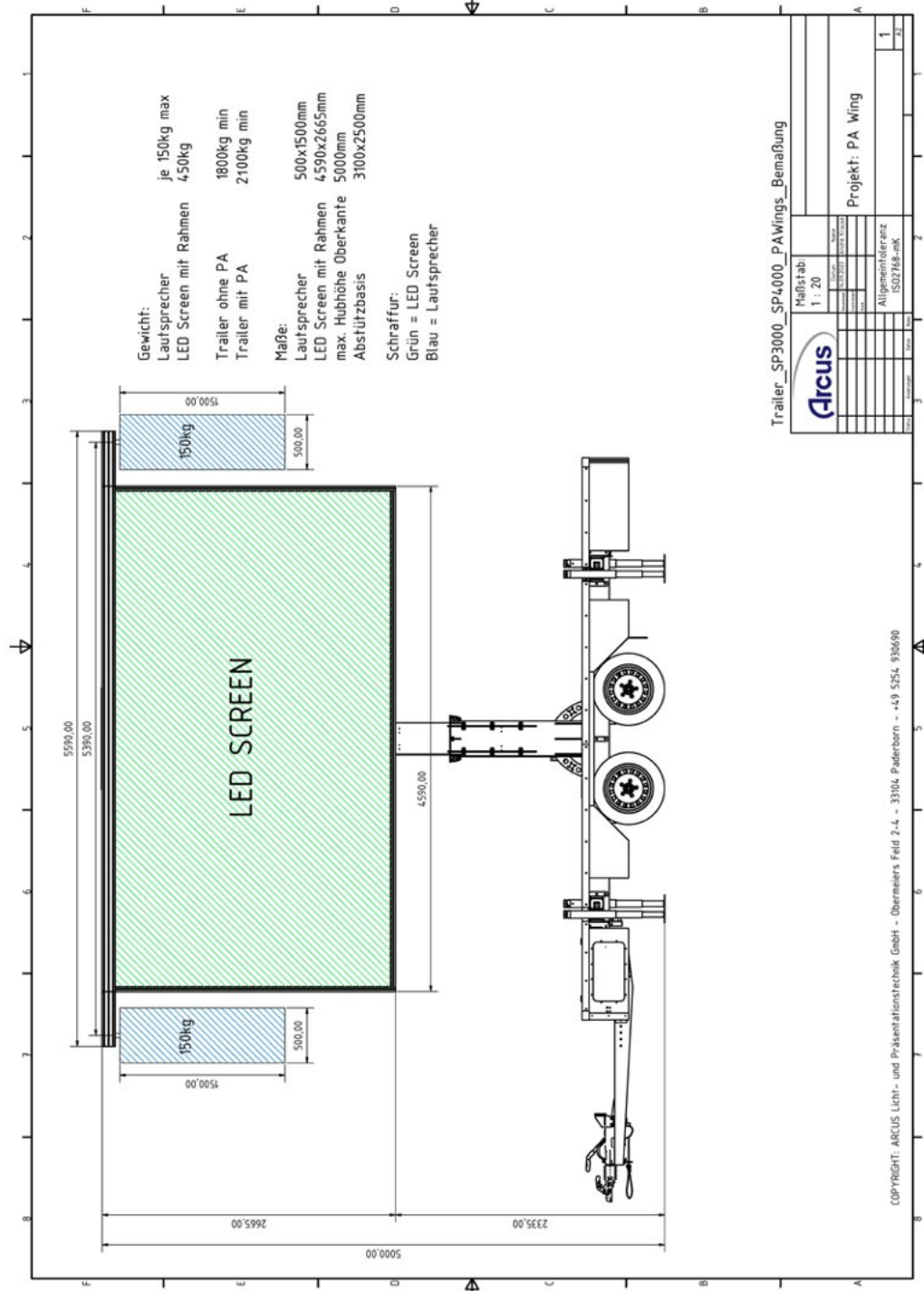
Anlagen A, A.1

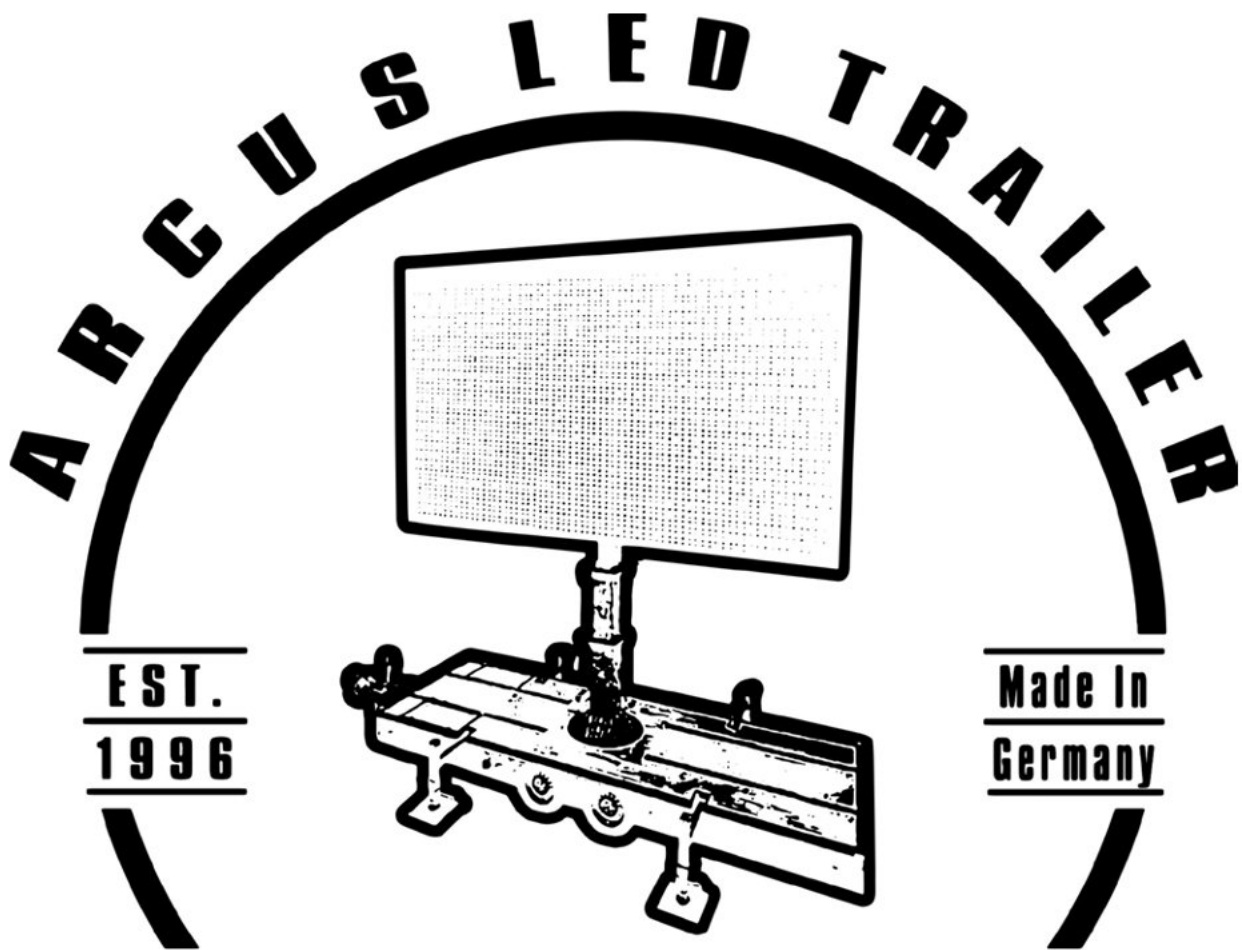
12. Oktober 2023

A. Anlagen A

A.1. Planung Arcus Licht- und Präsentationstechnik GmbH

A1.2. Gesamtübersicht Trailer mit PA Wing





Arcus Lighting

www.arcus-lighting.com