

Effektive Projektionsfläche (EPA)

Ermittlung der Windlast von Kamerainstallationen
anhand der EPA

März 2023

Zusammenfassung

Die effektive Projektionsfläche (EPA) einer Kamera (einschließlich ihrer Befestigung) dient zur Berechnung der Windlast der Kamera in verschiedenen Außeninstallationen, wo Windgeschwindigkeit und Luftdichte variieren können.

Sie finden die EPA-Werte von Axis Kameras einschließlich Befestigung im jeweiligen Datenblatt. Anderenfalls hilft Ihnen gerne der Axis Support weiter. Die angegebenen Werte gehen vom ungünstigsten Fall aus.

Inhalt

1	Einführung	4
2	Hintergrund – Windlast bei Kamerainstallationen im Außenbereich	4
	2.1 Die Windlastgleichung (Luftwiderstandsgleichung)	4
3	EPA – ein von der Umgebung unabhängiger Wert	5
4	Wie die EPA-Werte bei Axis bestimmt werden	6
5	Beispiel: Feststellung der Windlast einer Kamerainstallation	6

1 Einführung

Der EPA-Wert einer Kamera (einschließlich ihrer Befestigung) wird benötigt, um die Windlast der Kamera bei einer Außeninstallation auf einem Mast oder einer Brüstung berechnen zu können. Sie finden die EPA-Werte von Axis Kameras einschließlich Befestigung im jeweiligen Datenblatt. Anderenfalls hilft Ihnen gerne der Axis Support weiter.

Dieses Whitepaper beschreibt kurz, wie die EPA-Werte bei Axis berechnet werden und zur Bestimmung der ungefähren Windlasten verwendet werden können.

2 Hintergrund – Windlast bei Kamerainstallationen im Außenbereich

Bei der Außeninstallation einer Kamera ist es wichtig, die zu erwartenden Windlasten zu kennen. Nur so kann man sicher sein, dass die Installation stabil genug ist, dass Mast und Schraubverbindungen ausreichend dimensioniert sind und so weiter. Mit der richtigen Installationsart kann man außerdem die Auswirkungen der Windlast auf die Kamera minimieren. Das ist besonders wichtig bei Kameras mit optischem Zoom zur Überwachung weit entfernter Objekte, weil diese Kameras beim Zoomen meist empfindlicher auf Vibrationen reagieren.

Die Windlast einer Kamera wird durch mehrere Faktoren beeinflusst. Zwei davon (Windgeschwindigkeit und Luftdichte) sind von der Installationsumgebung abhängig, die anderen beiden (Größe und Luftwiderstandsbeiwert der Kamera) von physikalischen Aspekten der Kamera. Diese physikalischen Aspekte bestimmen zusammengenommen die EPA.

Für eine exakte Berechnung der Windlast müssen noch ein paar andere, komplexere Windfaktoren wie Eigenfrequenz und Wirbelablösung berücksichtigt werden. Diese sprengen den Rahmen dieses Whitepapers, können aber bei kritischen Installationen durchaus wichtig sein.

2.1 Die Windlastgleichung (Luftwiderstandsgleichung)

Der Luftwiderstand (F_D) eines Objekts hängt von seiner Frontfläche (A) (d.h. seinem Querschnitt), seinem Luftwiderstandsbeiwert (C_d), der Luftdichte (ρ) und der Windgeschwindigkeit (v) ab. Der Luftwiderstand wird in N gemessen und wie folgt berechnet:

$$F_D = \frac{1}{2} \rho v^2 C_d A$$

Luftdichte (ρ): Genau wie der Luftdruck sinkt die Luftdichte mit zunehmender Höhe. Die Luftdichte ändert sich außerdem abhängig von Abweichungen bei Atmosphärendruck, Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Bei Berechnungen des Luftwiderstands wird üblicherweise eine Luftdichte von $1,2 \text{ kg/m}^3$ angenommen, was dem Luftdruck auf Seehöhe bei einer Temperatur von 15 °C entspricht.

Windgeschwindigkeit (v): Die Windgeschwindigkeit geht im Quadrat in die Berechnung ein (v^2), entsprechend ihres großen Einflusses auf den Luftwiderstand. Die Windgeschwindigkeit hat die Einheit m/s.

Frontfläche (A): Wählt man als Frontfläche den größten Querschnitt des Objekts, geht man hinsichtlich der Windrichtung vom schlimmsten Fall aus. Die Frontfläche hat die Einheit m^2 .

Luftwiderstandsbeiwert (C_d): Der Luftwiderstandsbeiwert ist eine dimensionslose Größe, mit der der Luftwiderstand bzw. Widerstand eines Objekts (wie einer Kamera oder Befestigung) in einem fließenden Umfeld – wie Luft – bemessen werden kann. Der Luftwiderstandsbeiwert variiert abhängig von Form und Windrichtung und kann nur im Windkanal exakt gemessen werden. Je geringer der Luftwiderstandsbeiwert (bei vorgegebener Objektgröße), desto geringer der Luftwiderstand. Eine gleichmäßige Kugel hat normalerweise den C_d 0,47, ein Würfel der gleichen Querschnittsfläche normalerweise C_d 1,05.

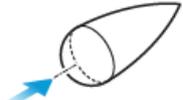
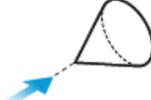
	0,47
	0,42
	1,05
	0,82
	1,15
	0,04
	0,50

Figure 1. Bei vorgegebener Windrichtung und Querschnittsfläche variiert der Luftwiderstandsbeiwert abhängig von der Form des Objekts, wie in der Illustration gezeigt.

3 EPA – ein von der Umgebung unabhängiger Wert

Die beiden von der Umgebung unabhängigen Faktoren der Luftwiderstand-Gleichung bilden die EPA:

$$\text{Effektive Projektionsfläche} = C_d A$$

Die gesamte EPA einer Kamera und ihrer Befestigung ergibt sich durch Addieren der EPA der Kamera und der EPA der Befestigung. Kennt man die EPA einer bestimmten Kombination aus Kamera und Befestigung,

kann man die Windlast an verschiedenen Installationsorten mit unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten und Luftdichten berechnen.

4 Wie die EPA-Werte bei Axis bestimmt werden

Die EPA-Werte von Axis Kameras und Befestigungen werden immer mit dem Luftwiderstandsbeiwert 1 berechnet. Dies soll einen Schätzwert für den ungünstigsten Fall ergeben. In der Realität ist der Luftwiderstandsbeiwert einer Axis Kamera relativ klein, aber je nach Installationsart der Kamera kann die Windlast bei Vibrationen oder unzureichenden Befestigungsoptionen trotzdem das Ergebnis beeinflussen.

Durch die Wahl der größten Querschnittsfläche der Kamera bzw. Befestigung für den Wert der Frontfläche geht man auch im Hinblick auf die Windrichtung vom schlechtestmöglichen Fall aus. Weil der Luftwiderstandsbeiwert C_d auf 1 gesetzt ist, ist die EPA einer Kamera bzw. Befestigung die der größten Querschnittsfläche in m^2 .

5 Beispiel: Feststellung der Windlast einer Kamerainstallation

Diese Illustration zeigt eine AXIS Q6315-LE PTZ Network Camera auf einer AXIS T91G61 Wall Mount Kamerahalterung. Die Gesamt-EPA der Installation ist die Summe der EPA der Kamera und der Befestigung.

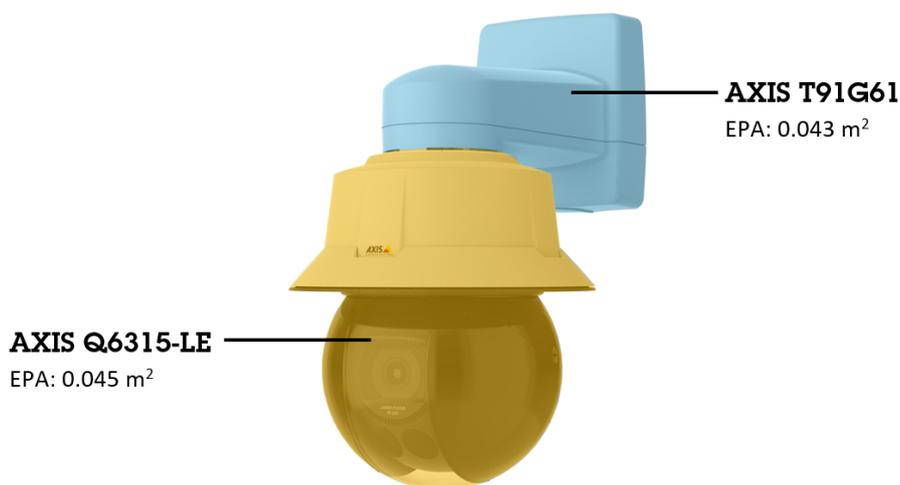


Figure 2. Die Gesamt-EPA (0,088 m²) der Installation ist die Summe aus der EPA der Kamera (0,045 m²) und der EPA der Befestigung (0,043 m²). (Die Farben dienen nur dazu, Befestigung und Kamera als separate Artikel kenntlich zu machen.)

Bei einer Luftdichte von 1,2 kg/m³ ergibt die Gleichung des Luftwiderstands folgende Windlast der Installation:

- ca. 1,3 N bei Windgeschwindigkeit 5 m/s.
- ca. 33 N bei Windgeschwindigkeit 25 m/s.

Über Axis Communications

Axis ermöglicht eine intelligente und sichere Welt durch Lösungen zur Verbesserung der Sicherheit und Geschäftsperformance. Als Unternehmen für Netzwerktechnologie und Branchenführer bietet Axis Lösungen in den Bereichen Videosicherheit, Zutrittskontrolle sowie Intercoms und Audiosysteme. Sie werden verstärkt durch intelligente Analyseanwendungen und unterstützt durch gute Schulungen.

Axis beschäftigt rund 4.000 engagierte Mitarbeiter in über 50 Ländern und arbeitet weltweit mit Technologie- und Systemintegrationspartnern zusammen, um den Kunden Lösungen anbieten zu können. Axis wurde 1984 gegründet und der Hauptsitz befindet sich in Lund, Schweden