



**Hubrettungsfahrzeug DLK 23/12**

**Elektronisches Steuerungssystem "FireDeck-OS" by twinbits 3D**

---




**Modellbezeichnung: DLK 23/12 MAXRapTThor Aerial**

**System-Version: v2.1.0-2026**

**Dokument-Nummer: FB-HMI-001**


**Status: Einsatzbereit / Verifiziert**

---

 **Vorwort für den Maschinisten**

Dieses Handbuch dient der Einweisung in das elektronische Steuerungssystem einer Drehleiter 23/12. Die Simulation bildet die physikalischen Grenzwerte und Sicherheitsmechanismen realer Hubrettungsfahrzeuge originalgetreu ab. Ein sicherer Betrieb ist nur bei vollständiger Kenntnis der Display-Anzeigen und der Standsicherheits-Logik gewährleistet.

---

 **Inhaltsverzeichnis**

- 1. Systemstart & Benutzeroberfläche ..... Seite 2**
- 2. Abstützung und Standsicherheit ..... Seite 4**

3. Das Leistungsdiagramm .....	Seite 6
4. Steuerung & Adaptive Eingabegeräte .....	Seite 8
5. Interpretation der Telemetrie-Daten .....	Seite 10
6. Lastmodi und Korb-Sicherheitsbetrieb .....	Seite 12
7. Auswertung einer Übung.....	Seite 13

---

**⚠ Wichtige Sicherheitshinweise**

- Rot pulsierende Anzeigen signalisieren das Erreichen der Sicherheitsgrenze.
  - Bei aktivem Not-Aus ist eine manuelle Rückführung in den sicheren Bereich erforderlich.
  - Die Automatik ersetzt nicht die Sichtkontrolle durch den Maschinisten.
- 



Herausgeber: twinbits 3D

& Development

Datum: März 2026

*Alle Rechte an der Simulation und dem Design der Benutzeroberfläche vorbehalten.*

## Kapitel 1: Systemstart und Bedienoberfläche

Willkommen am Steuerstand unserer DLK 23/12. Dieses Kapitel macht Sie mit der Inbetriebnahme der Bordelektronik und den grundlegenden Anzeigelementen vertraut. Die gesamte Steuerung wird über das zentrale High-Definition-Display überwacht, das alle sicherheitsrelevanten Daten bündelt.

### 1.1 Inbetriebnahme (Boot-Sequenz)

Sobald die Stromversorgung des Aufbaus aktiviert wird, startet das Betriebssystem der Drehleiter.

- **Systemcheck:** Das Display führt eine Selbstdiagnose durch. Achten Sie auf das initiale Aufleuchten aller Warnsymbole.
- **Statusmeldung:** Nach erfolgreichem Check erscheint im zentralen Meldungspanel der Text "SYSTEM BEREIT" (sofern die Abstützung bereits erfolgt ist).

### 1.2 Die Benutzeroberfläche (GUI) im Überblick

Das Interface ist in logische Zonen unterteilt, um eine schnelle Informationsaufnahme im Einsatzstress zu ermöglichen:

1. Oben Links: Leistungsdiagramm

- Überwachung der Standsicherheit und Reichweite (siehe Kapitel 3).
2. Unten Links: Zentrales Meldungspanel
    - Textbasierte Status- und Warnmeldungen.
    - Hinterglas-Effekt: Ein rotes Pulsieren signalisiert kritische Zustände oder Bedienfehler.
  3. Mitte Unten: Telemetrie-Daten
    - Echtzeitanzeige von Aufrichtwinkel ( $^{\circ}$ ), Ausbaulänge (m), Rettungshöhe (m) und aktueller Ausladung (m).
  4. Unten Rechts: Abstütz-Status
    - Überwachung der Bodenkontakte VL, VR, HL, HR (siehe Kapitel 2).
  5. Rechts: DLK Bedienstandsfeld



### 1.3 Der Sicherheits-Stopp (Panik-Funktion)

Die Drehleiter verfügt über ein mehrstufiges Sicherheitssystem. Sollte eine gefährliche Situation entstehen oder die Sensorik Unregelmäßigkeiten melden, greift der Not-Aus (Panik-Stopp).

- **Auslöser:** Erreichen der physikalischen Belastungsgrenze, Verlust des Bodenkontakts einer Stütze oder manuelle Betätigung des Not-Aus-Schalters.
- **Reaktion:** Das Meldungspanel wechselt sofort auf pulsierendes Rot und zeigt "NOT-AUS AKTIVIERT".
- **Quittierung:** Um den Betrieb wieder aufzunehmen, muss die Ursache behoben werden (z.B. Einfahren des Leiterparks in den sicheren Bereich).

## Kapitel 2: Das Abstützsystem (Standicherheit)

Bevor der Hubrettungssatz in Betrieb genommen werden kann, muss das Fahrzeug sicher stabilisiert werden. Das System verfügt über eine vollvariable Abstützung, die Unebenheiten im Gelände ausgleicht und die Standsicherheit in jeder Lage garantiert.

### 2.1 Voraussetzungen für den Leiterbetrieb

Die Bordelektronik überwacht permanent den Bodenkontakt aller vier Stützen. Erst wenn das System eine ausreichende Lastverteilung und sicheren Stand erkennt, wird die Leitersperre aufgehoben.

- **Status: Nicht abgestützt:** Das Meldungspanel zeigt „STOPP: NICHT ABGESTÜTZT!“. Alle Bewegungen des Leiterparks sind softwareseitig blockiert.
- **Status: Abgestützt:** Sobald alle vier Stützen festen Bodenkontakt haben, wechselt das System in den Modus „SYSTEM BEREIT“.

### 2.2 Die Abstütz-Anzeige (HUD)

In der linken unteren Ecke Ihres Displays finden Sie die grafische Darstellung der vier Stützen mit Prozentangabe Auszugstatus:

- VL / VR: Vorne Links / Vorne Rechts
- HL / HR: Hinten Links / Hinten Rechts



Anzeige-Farbe	Bedeutung	System-Status
Rot / Dunkel	Stütze eingefahren oder kein Bodenkontakt.	Leiter gesperrt.
Rot	Stütze in Bewegung (Fahrmodus).	Leiter gesperrt.
Grün (Dauerlicht)	Sicherer Bodenkontakt hergestellt.	Leiter freigegeben (wenn alle 4 grün).

### 2.3 Variable Abstützbreite

Das System erkennt automatisch, wie weit die Stützen ausgefahren wurden (Schmal- vs. Vollabstützung).

- **Wichtig:** Eine geringere Abstützbreite führt automatisch zu einer Verkleinerung des sicheren Arbeitsbereichs im Leistungsdiagramm (Kapitel 3). Das System berechnet die physikalischen Grenzen in Echtzeit neu.

## 2.4 Sicherheitshinweise für den Maschinisten

1. **Untergrundprüfung:** Achten Sie darauf, dass die Stützen auf festem Untergrund (Asphalt, Beton) stehen. Bei weichem Boden sind die mitgeführten Unterlegplatten zu verwenden.
2. **Nivellierung:** Das System gleicht leichte Neigungen automatisch aus. Bei zu starkem Gefälle kann die Standsicherheit nicht garantiert werden; das System verweigert in diesem Fall die Freigabe.

**Kapitel 3: Sichtkontrolle:** Trotz der elektronischen Überwachung im HUD ist der Abstützvorgang immer durch eine Sichtprüfung des Maschinisten abzusichern.

## Kapitel 3: Das elektronische Lastüberwachungssystem (Belastungsdiagramm)

Das zentrale Display-Element Ihrer Drehleiter ist das **dynamische Leistungsdiagramm**. Es dient der permanenten Überwachung der Standsicherheit und zeigt dem Maschinisten in Echtzeit die physikalischen Grenzen des Hubrettungssatzes auf.



### 3.1 Aufbau des Diagramms

Das Diagramm setzt die **Rettungshöhe** (vertikale Achse) in Relation zur **Ausladung** (horizontale Achse).

- **Die grüne Fläche (Safe Zone):** Dies ist der berechnete Sicherheitsbereich. Solange sich der Leiterpark innerhalb dieser Fläche bewegt, ist der Betrieb stabil und sicher.
- **Der Positions-Marker (Roter Punkt):** Er repräsentiert die aktuelle Position der Leiterspitze (bzw. des Korbes).

- **Die Grenzlinien (Fadenkreuz):** Die blaue Linie zeigt Ihre aktuelle Ausladung, während die rote Linie das absolute physikalische Limit für den gewählten Lastmodus markiert.

### 3.2 Dynamische Lastmodi

Die Größe der grünen Fläche ist nicht starr. Sie verändert sich automatisch je nach Einsatzbedingungen:

1. **Personenzahl im Korb:** Je mehr Last (1, 2 oder 3 Personen) im Korb erkannt wird, desto kleiner wird der sichere Arbeitsbereich (die grüne Fläche schrumpft).
2. **Abstützbreite:** Das System erkennt, ob die Stützen voll ausgefahren oder schmal abgestützt sind, und passt das Diagramm sofort an.

### 3.3 Warnstufen und Sicherheitsabschaltung

Um Unfälle durch Kippen oder Materialüberlastung zu vermeiden, arbeitet das System mit einer zweistufigen Warnlogik:

Signal	Zustand	Auswirkung auf die Bedienung
Marker in grüner Fläche	Sicherer Betrieb	Alle Bewegungen sind mit maximaler Geschwindigkeit möglich.
Pulsierendes rotes Feld	Grenzbereich erreicht	Die Leiter nähert sich dem Limit. Die Geschwindigkeit wird automatisch gedrosselt.
Dauerhaft rotes Feld + Stopp	Sicherheitsstopp	Der Leiterpark stoppt automatisch. Nur noch Bewegungen in den sicheren Bereich (Einfahren/Aufrichten) sind zulässig.

**Hinweis für den Maschinisten:** Achten Sie beim Ausfahren (Teleskopieren) immer auf den Abstand des roten Markers zur rechten Kante der grünen Fläche. Ein vorausschauendes Reduzieren der Geschwindigkeit verhindert ein hartes Stoppen durch die Sicherheitsautomatik.

## Kapitel 4: Steuerung und Eingabegeräte

Die DLK 23/12 verfügt über ein adaptives Steuerungskonzept. Das System erkennt automatisch, welches Eingabegerät Sie bevorzugen, und passt die Benutzeroberfläche in Echtzeit an, um maximale Übersicht zu gewährleisten.

#### 4.1 OnScreen-Steuerung (Touch-Modus)



Für die Bedienung über mobile Endgeräte oder Touchscreens werden zwei virtuelle Joysticks eingeblendet:

- **Linker Joystick (Leiterpark-Rotation)/ (Hoch/Runter):** Steuert das Schwenken des gesamten Aufbaus nach links oder rechts und das Aufrichten oder Neigen des Leiterparks.
- **Rechter Joystick (Leiter-Geometrie):**
  - **Vertikal (Aus/Ein):** Aus- oder Einfahren der Teleskop-Elemente.
- 

#### 4.2 Gamepad- und Joystick-Unterstützung

Sobald ein externes Steuergerät (z.B. Xbox-Controller oder Flug-Joystick) erkannt wird, wechselt das System in den **Immersions-Modus**:

- **Automatisches Ausblenden:** Die virtuellen OnScreen-Joysticks werden sanft ausgeblendet, sobald eine Bewegung an den physischen Sticks des Gamepads registriert wird. Dies maximiert die Sicht auf den Einsatzort.
- **Reaktivierung:** Durch Berühren des Bildschirms oder Bewegen der Maus werden die OnScreen-Elemente sofort wieder sichtbar.

#### 4.3 Kombinationsbewegungen

Die moderne Steuerungselektronik erlaubt das gleichzeitige Ausführen von bis zu drei Bewegungen (Drehen, Aufrichten, Teleskopieren).

- **Hinweis:** Die maximale Geschwindigkeit einzelner Bewegungen kann sich bei gleichzeitiger Ausführung leicht verringern, um die Hydraulikpumpen und die Standsicherheit nicht zu überlasten.

#### 4.4 Geschwindigkeitsregelung (Feinfahrt)

Die Geschwindigkeit der Leiterbewegung ist proportional zum Ausschlag Ihres Joysticks:

1. **Geringer Ausschlag:** Präzises Anfahren von Fenstern oder Balkonen ("Feinfahr-Modus").

2. **Voller Ausschlag:** Schnelles Erreichen der Rettungshöhe.
3. **Sicherheitsdrosselung:** Nähert sich der Leiterpark der Grenze des **Leistungsdiagramms (siehe Kap. 3)**, drosselt das System die Geschwindigkeit automatisch auf ein sicheres Maß ab, um ein hartes Abschalten zu vermeiden.
4. **4.5 Detaillierte Tastenbelegung**
5. Die Steuerung der DLK 23/12 ist auf maximale Präzision ausgelegt. Je nach verwendetem Eingabegerät gelten folgende Belegungen:
6. 🎮 **Gamepad-Steuerung (Empfohlen)**
7. Die Belegung orientiert sich an echten Joystick-Steuerungen moderner Hubrettungsfahrzeuge.



Taste / Achse	Aktion	Beschreibung
Linker Stick (L/R)	Drehen	Schwenkt den Leiterpark nach links oder rechts.
Linker Stick (A/N)	Aufrichten / Neigen	Bewegt den Leiterpark vertikal (Winkeländerung).
Rechter Stick (AUS/EIN)	Teleskopieren	Fährt die Leitersegmente aus oder ein.
Schultertasten (L1/R1)	Feinfahrt	Halten, um die Geschwindigkeit für Präzisionsmanöver zu halbieren.
Steuerkreuz (Unten)	Not-Aus Quittierung	Setzt das System nach einer Sicherheitsabschaltung zurück.
Start / Menü	Display-Wechsel	Schaltet zwischen den Ansichten (Diagramm / Kamera) um.

#### ☰ Tastatur-Steuerung (PC-Fallback)

Falls kein Gamepad angeschlossen ist, kann die Leiter über die Tastatur bedient werden.

- **A / D:** Leiterpark drehen.
- **W / S:** Aufrichten / Neigen.
- **Pfeil Links / Rechts:** Teleskop ein- und ausfahren

## 4.6 Sonderfunktionen und Systemquittierung

Neben der direkten Steuerung verfügt die DLK MAX RapTTThor Aerial über automatisierte Abläufe und Sicherheits-Overrides, die über spezifische Tasten angesteuert werden:

Taste (PC)	Gamepad (Alt)	Aktion	Funktion
[ P ]	Y-Button	Autoparken	Startet die automatische Rückführung des Leiterparks in die Ablage (Transportposition).
[ R ]	X-Button	System Reset	Schaltet das System nach einer Sicherheitsabschaltung (Not-Aus) wieder frei.

### Autoparken (Taste P)

Diese Funktion unterstützt den Maschinisten beim Beenden des Einsatzes.

- **Ablauf:** Bei Betätigung berechnet das System den sichersten Weg zurück in die Halterung. Zuerst wird der Leiterpark eingefahren (Teleskop), dann zentriert und schließlich sanft abgelegt.
- **Sicherheit:** Der Vorgang kann jederzeit durch Bewegen eines Joysticks abgebrochen werden, falls Hindernisse im Weg sind.

### System-Freischaltung (Taste R)

Wenn das System aufgrund einer Überlastung oder eines Fehlbedienungs-Stopps (rotes Pulsieren im Display) blockiert:

1. Bringen Sie die Leiter manuell oder durch kurzes Gegensteuern in einen stabilen Bereich.
2. Drücken Sie [ R ], um die Hydraulik und die Steuerungselektronik wieder freizugeben.
3. Die Anzeige wechselt von "**NOT-AUS**" zurück auf "**SYSTEM BEREIT**".

**Wichtig:** Die Taste [ R ] dient nicht dazu, physikalische Grenzen zu ignorieren! Das System verweigert die Freigabe permanent, solange eine akute Kippgefahr (z.B. keine Abstützung) besteht.

### Tastenbelegung & Steuerung

Taste	Aktion	Beschreibung
1	1 Person (90 kg)	Max. Ausladung: 27.5 m (Gelber Bereich)
2	2 Personen (180 kg)	Max. Ausladung: 24.5 m
3	3 Personen (270 kg)	Max. Ausladung: 20.5 m
P	Autom. Parken	Fährt Leiter ein, legt sie ab und richtet den Turm gerade aus.
R	Reset Panik-Stopp	Entriegelt die Steuerung nach einem Not-Halt.

## Kapitel 5: Telemetrie und Dateninterpretation

Während des Betriebs liefert die Sensorik des Leiterparks kontinuierlich präzise Messwerte an das Hauptdisplay. Diese Daten sind entscheidend, um Hindernisse sicher zu umfahren und die Position der Leiterspitze exakt zu bestimmen.

### 5.1 Die vier Kernwerte

Im unteren Bereich Ihres Displays finden Sie die Echtzeit-Telemetrie. Jeder Wert hat eine spezifische Bedeutung für die Einsatztaktik:

1. **Aufrichtwinkel (°):** \* Zeigt die Neigung des Leiterparks im Verhältnis zum Fahrgestell.
  - **Wichtig:** Ein Winkel von **0°** bedeutet eine waagerechte Ausrichtung. Maximale Stabilität wird oft bei hohen Winkeln (über **60°**) erreicht.
2. **Ausbaulänge (m):** \* Die Gesamtlänge des Teleskopsatzes vom Drehpunkt bis zur Korpspitze.
  - Hilft dabei, die notwendige Leiterlänge für bestimmte Stockwerke vorab einzuschätzen.
3. **Rettungshöhe (m):** \* Die **vertikale** Distanz vom Boden bis zur Unterkante des Rettungskorbes.
  - **Einsatzregel:** Ein Standardstockwerk wird mit ca. **3 Metern** berechnet. Bei einer Anzeige von **12m** befinden Sie sich also etwa auf Höhe des 4. Obergeschosses.
4. **Ausladung (m):** \* Die **horizontale** Distanz zwischen dem Drehpunkt der Leiter und der senkrechten Projektion des Korbes auf den Boden.
  - Dies ist der kritischste Wert für das **Leistungsdiagramm (Kapitel 3)**, da eine hohe Ausladung die Hebelwirkung auf das Fahrzeug massiv erhöht.

### 5.2 Das Zusammenspiel der Werte

Die Telemetrie arbeitet nach trigonometrischen Prinzipien. Wenn Sie den Aufrichtwinkel verändern, passen sich Rettungshöhe und Ausladung automatisch an, auch ohne dass Sie das Teleskop ein- oder ausfahren.

- **Beispiel:** Wenn Sie die Leiter bei gleichbleibender Länge steiler aufrichten, **steigt** die Rettungshöhe, während die Ausladung **sinkt**. Der rote Punkt im Diagramm wandert nach links oben.

### 5.3 Präzisionsanzeige (Nachkommastellen)

Ihre Anzeige arbeitet auf **0,1 Meter genau**. Dies erlaubt ein extrem feinfühliges Heranfahren an empfindliche Strukturen wie Dachrinnen oder Balkongeländer.

**Tipp vom Profi:** Nutzen Sie die Ausladungsanzeige, um vor dem Schwenken sicherzustellen, dass Sie keine Hindernisse (wie Straßenlaternen oder Bäume) in der horizontalen Ebene rammen.

**Typische Rettungshöhen für verschiedene Gebäudearten:**

Gebäudeart	Rettungshöhe	Anmerkung
<b>Einfamilienhäuser</b>	bis 7 m	Einfamilienhäuser haben meist eine geringe Höhe, sodass in der Regel eine Rettung durch Leitern oder Hubrettungsgeräte möglich ist.
<b>Mehrfamilienhäuser</b>	10 m – 15 m	Abhängig von der Anzahl der Stockwerke und der Höhe des Gebäudes.
<b>Wohnhochhäuser</b>	15 m – 30 m	Hier werden größere Hubrettungsgeräte benötigt, vor allem bei Gebäuden mit mehreren Stockwerken.
<b>Bürogebäude (bis 5 Stockwerke)</b>	bis 15 m	Für Bürogebäude mit bis zu 5 Stockwerken sind meist Drehleitern ausreichend.
<b>Bürogebäude (mehr als 5 Stockwerke)</b>	20 m – 35 m	Bürogebäude mit mehr als 5 Stockwerken benötigen leistungsfähige Hubrettungsgeräte.
<b>Hotelgebäude</b>	15 m – 25 m	Je nach Stockwerkzahl und Höhe des Gebäudes. Auch hier werden Drehleitern oder Hubsteiger eingesetzt.
<b>Krankenhäuser</b>	20 m – 35 m	Krankenhäuser können je nach Stockwerkzahl und Bauhöhe unterschiedliche Rettungshöhen erfordern.
<b>Industriegebäude</b>	bis 20 m	Meist geringe Höhe, es sei denn, es handelt sich um Hochregallager oder spezifische Großanlagen.
<b>Hochhäuser (&gt; 30 m)</b>	> 35 m	Bei Hochhäusern (> 30 m) sind spezialisierte Drehleitern und Hubrettungsgeräte mit speziellen Ausstattungen erforderlich.

## Kapitel 6: Lastmodi und Korbbetrieb

Die DLK 23/12 ist für verschiedene Einsatzszenarien konzipiert – von der Menschenrettung bis zur Brandbekämpfung. Da jede zusätzliche Last im Rettungskorb die Hebelwirkung auf das Fahrzeug verstärkt, muss der Maschinist den passenden Lastmodus wählen.

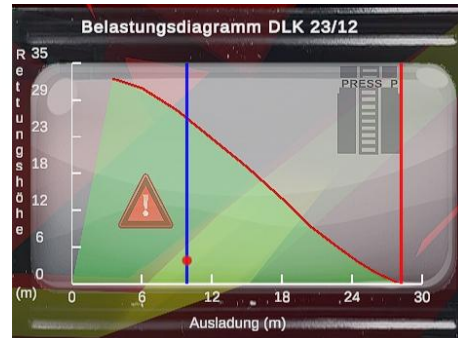
### 6.1 Die Korb-Traglast (Nutzlast)

Ihr System erkennt (oder erlaubt die Vorwahl), wie viele Personen sich im Korb befinden. Dies beeinflusst direkt die Berechnungen im **Leistungsdiagramm (Kapitel 3)**.



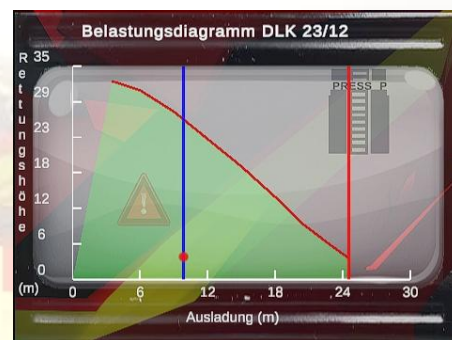
### 1-Personen-Modus (90 kg):

- Maximale Reichweite und Ausladung. Ideal für Erkundungen oder die Rettung einer einzelnen Person aus großer Distanz.



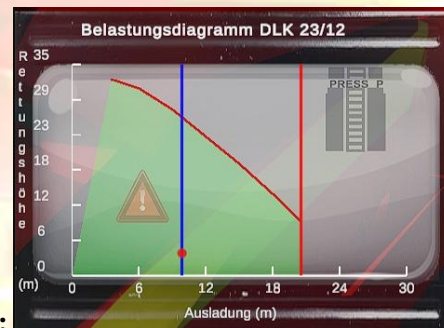
### 2-Personen-Modus (180 kg):

- Standardmodus für den Angriffstrup unter Atemschutz. Die Reichweite wird leicht eingeschränkt.



### 3-Personen-Modus (270 kg):

- Maximale Korbbelastung. Die Sicherheitssoftware verkleinert die grüne Fläche im Diagramm deutlich, um die Standsicherheit bei vollem Korb zu garantieren.



## 6.2 Überlast-Sicherung (Load Control)

Sollte die Last im Korb das zulässige Maß des gewählten Modus überschreiten (z.B. durch Wasser im Korb oder zusätzliche Ausrüstung), reagiert das System sofort:

1. **Optische Warnung:** Das Meldungspanel beginnt rot zu pulsieren.
2. **Akustisches Signal:** Ein Warnsummer ertönt im Bedienstand.
3. **Bewegungsstopp:** Alle Bewegungen, welche die Ausladung vergrößern würden, werden gesperrt. Nur das Einfahren oder Aufrichten bleibt möglich.

## 6.3 Die Korb-Kamera (Option)

Falls Ihr Fahrzeug mit einem Kamerasystem ausgestattet ist, können Sie das Live-Bild direkt auf das Hauptdisplay zuschalten. Dies ist besonders hilfreich bei:

- Anleitern an Fenstern bei Nacht.
- Erkundung von Flachdächern ohne direkten Sichtkontakt zum Maschinisten.

#### 6.4 Taktischer Hinweis: Das "Anleitern"

Fahren Sie Ziele immer mit einer **Sicherheitsreserve** an. Ein zu hartes Aufsetzen des Korbes auf ein Gebäude kann die Sensoren auslösen und einen Sicherheitsstopp erzwingen. Nutzen Sie im letzten Meter immer den **Feinfahr-Modus** (geringer Joystick-Ausschlag).

### 7. Auswertung einer Übung

Nach jedem erfolgreichen Abschluss einer Übungseinheit generiert das System automatisch eine detaillierte Leistungsanalyse. Ziel dieser Auswertung ist es, dem Maschinisten eine objektive Rückmeldung über seine Fahrweise, die gewählte Taktik und die Einhaltung von Sicherheitsgrenzen zu geben.

#### 7.1 Das Analyse-Panel (Summary)

Sobald das Einsatzziel erreicht oder die Übung manuell beendet wurde, erscheint das Auswertungspanel. Hier werden folgende Kennzahlen präsentiert:

- **Einsatzzeit:** Die reine Bewegungszeit des Leiterparks. Hierbei geht es nicht um Schnelligkeit um jeden Preis, sondern um eine flüssige und zügige Arbeitsweise.
- **Gefahrenre Strecke vs. Direkter Weg:** Das System misst die Distanz, die der Korb im Raum zurückgelegt hat, und vergleicht sie mit der Luftlinie zum Ziel.
- **Effizienz-Score:** Ein Wert in Prozent, der die Wirtschaftlichkeit der Steuerung ausdrückt. Ein hoher Wert (über 80%) deutet auf eine vorausschauende Steuerung durch kombinierte Bewegungen (Gieren, Neigen und Ausfahren gleichzeitig) hin.
- **Sicherheits-Stopps:** Hier werden Verstöße gegen die hardwareseitigen Begrenzungen (Abschaltgrenzen) geloggt. In der professionellen Ausbildung gilt: Ein guter Maschinist bewegt die Leiter zügig, vermeidet aber das abrupte Abschalten durch die Sicherheitsautomatik, um Schwingungen und Materialbelastung zu minimieren.

#### 7.2 Bewertungsschlüssel

Das System vergibt basierend auf der Leistung eine Medaille:

- **Gold:** Keine Sicherheitsverstöße und eine Effizienz von über 80%.
- **Silber:** Geringe Anzahl an Stopps und gute taktische Anfahrt.
- **Bronze:** Die Übung wurde erfolgreich beendet, zeigt aber Optimierungspotenzial bei der Wahl des Standplatzes oder der Hebelbedienung.

#### 7.3 Daten-Export (CSV-Log)

Für eine langfristige Ausbildungsdokumentation wird im Hintergrund eine CSV-Datei erstellt. Diese ist im Verzeichnis des Simulators (bzw. unter AppData/LocalLow/twinbits) abgelegt. Diese Datei enthält im 2-Sekunden-Intervall:

1. **Positionsdaten:** Höhe und Ausladung für jedes Segment.
2. **Stabilitätswerte:** Den Status der Abstützung während der Belastung.
3. **Ereignisse:** Den exakten Zeitpunkt von Limit-Verstößen.

**Tipp für Ausbilder:** Nutzen Sie den Button „Log-Ordner öffnen“, um die Datei direkt in Excel zu importieren. So können Fortschritte eines Lehrgangs über mehrere Tage hinweg grafisch dargestellt und verglichen werden.

## Kapitel 8: Rechtliche Hinweise & Impressum

### 8.1 Haftungsausschluss (Disclaimer)

- **Kein Ersatz für Realausbildung:** Die in dieser Software dargestellten Abläufe, Grenzwerte und Bedienlogiken sind eine digitale Nachbildung. Sie ersetzen unter keinen Umständen die offizielle Ausbildung an der Hubrettungsmaschine durch zertifizierte Ausbilder oder die Hersteller (z.B. Rosenbauer, Magirus).
- **Keine Haftung:** Der Entwickler übernimmt keine Haftung für Schäden, die durch die Fehlinterpretation der Simulationsinhalte oder durch den Versuch entstehen, Simulationslogiken auf reale Einsatzszenarien zu übertragen.

### 8.2 Urheberrecht (Copyright)

Alle Inhalte dieses Handbuchs sowie der Software (Texte, Grafiken, Benutzeroberfläche, Programmcode) sind urheberrechtlich geschützt.

- **Eigentum:** © 2026 [Bernd Schaumburg/DLK Simulator]. Alle Rechte vorbehalten.
- **Nutzung:** Die Vervielfältigung, Bearbeitung oder Verbreitung außerhalb der privaten Nutzung bedarf der schriftlichen Zustimmung des Urhebers.

### 8.3 Kontakt & Support

Bei technischen Fragen oder Anregungen zur Simulation wenden Sie sich bitte an:

- **Web:** [www.twinbits.de](http://www.twinbits.de)
- **Support:** siehe bitte unser Impressum