Bedienungsanleitung
*pv*Eco

SERBOT
SWISS INNOVATIONS

Stand März 2021, Änderungen vorbehalten.

Der Nachdruck dieser Anleitung, auch auszugsweise, gleichgültig in welcher Form, ist ohne ausdrückliche, schriftliche Genehmigung des Herausgebers verboten.

Gegenüber Darstellungen und Angaben in dieser Anleitung sind technische Änderungen, die zur Verbesserung der Maschine notwendig werden, vorbehalten.

SERBOT AG
Galgenried 22
CH-6370 Stans
Telefon: +41 41 612 11 01
E-Mail: marketing@serbot.ch
Internet: www.serbot.ch

ACHTUNG
Lesen Sie dieses Handbuch vor Inbetriebnahme der Anlage sorgfältig durch!

Bei Unsicherheiten oder Störungen, wenden Sie sich bitte an:

Serbot AG
Stanserstrasse 97
CH-6374 Buochs
Tel.: +41 41 612 11 01
E-Mail: info@serbot.ch

Inhaltsverzeichnis

ALLGEMEINE HINWEISE 6

1.1 STELLENWERT DER BETRIEBSANLEITUNG 6
1.2 GEWÄHRLEISTUNG UND HAFTUNG 6
1.3 VERWENDETE ZEICHEN, SYMBOLE UND ABKÜRZUNGEN 7
1.4 URHEBERRECHT 8

2 BETRIEBSSICHERHEIT 8

2.1 ALLGEMEINE SICHERHEITSVORSCHRIFTEN & -ÜBERLEGUNGEN 8
2.1.1 GRUNDSATZ 8
2.2 BESTIMMUNGSGEMÄßE VERWENDUNG 9
2.3 QUALIFIKATION DES PERSONALS 9
2.4 SICHERHEITSTECHNISCHE GRUNDZÜGE DER PV-REINIGUNG MIT SYSTEM PVECO 10
2.5 RISIKOMINIMIERUNG 11
2.6 PERSONENSCHUTZ 12
2.7 SICHERER UMGANG MIT DEM REINIGUNGSSYSTEM PVECO 13
2.8 VERÄNDERUNGEN AM REINIGUNGSSYSTEM PVECO 15
2.9 ENTSORGUNG 15

3 EIGENSCHAFTEN DES ROBOTER-REINIGUNGSSYSTEMS PVECO 16

3.1 TECHNISCHE DATEN 16
3.2 AUFBAU UND FUNKTIONEN DES REINIGUNGSROBOTERS PVECO 17
3.2.1 CHASSIS 18
3.2.2 FAHRWERKSEINHEIT 19
3.2.3 ELEKTROBOX (ZENTRALE STEUERELEKTRONIK) DES ROBOTERS 19
3.2.4 REINIGUNGSEINHEIT/BÜRSTENEINHEIT 20
3.2.5 ZUSATZGEWICHT 21
3.2.6 VERSORGUNGSSCHLAUCH 21
3.2.7 ABDECKUNG 21
3.3 FUNK-FERNSTEUERUNG 22
3.4 VERSORGUNGSSCHLAUCH 23
3.5 ELEKTROBOX –DIE ABSICHERUNG DER STROMVERSORGUNG 24
3.6 KURZANLEITUNG INBETRIEBNAHME DES REINIGUNGSSYSTEMS 25

4 REINIGUNG MIT DEM SYSTEM PVECO 26

4.1 KURZANLEITUNG PV-REINIGUNG MIT DEM PVECO 26
4.2 WEITERE REINIGUNGSOPTIONEN 27

5 TRANSPORT, LAGERUNG, KONTROLLE, PFLEGE UND WARTUNG 28

5.1 TRANSPORT, LAGERUNG UND LÄNGER DAUERNDE STILLLEGUNG 28
5.2 KONTROLLARBEITEN 28
5.3 REINIGUNGS- UND PFLEGEARBEITEN 30
5.4 KONTROLL- UND PFLEGEINTERVALLE 30
5.5 WARTUNG 30
5.6 WEITERFÜHRENDE QUELLEN UND ADRESSEN 31

5.7 BESTELLINFORMATIONEN 31

6 KONFORMITÄTSERKLÄRUNG 32

NOTIZEN 33

Allgemeine Hinweise

Einen guten Start!	Bevor das Reinigungssystem das erste Mal in Betrieb genommen werden darf, muss diese Bedienungsanleitung sorgfältig durchgelesen werden. Sollten dabei Unklarheiten auftauchen, setzen Sie sich bitte mit der Herstellerfirma, Serbot AG, in Verbindung. **Beachten Sie insbesondere:** Kapitel 2 “Betriebssicherheit“.
Haftungsausschluss	Bei Schäden durch Installations- oder Bedienfehler haftet der Betreiber des Reinigungssystems.
Dokumentations-pflicht	Ein Exemplar dieser Bedienungsanleitung muss ständig mit dem Reinigungssystem mitgeführt werden und insbesondere am Einsatzort verfügbar sein.

1.1 Stellenwert der Betriebsanleitung

Bedienungsanleitung Reinigungssystem	Betriebsanleitungen werden vom Hersteller oder Lieferanten dem Produkt beigefügt, um dem Verwender/Benutzer bzw. Betreiber/Unternehmer, die wesentlichen Kenntnisse für eine sachgerechte und sichere Verwendung zu vermitteln.
Systemspezifische Kenntnisse des Bedienungspersonals	Diese Betriebsanleitung muss gelesen und verstanden werden. Darüber hinaus darf die Anlage nur von autorisierten-Personen in Betrieb genommen werden. Ansonsten erlöschen die Garantieleistung und jeglicher Haftanspruch.
Allgemeine Kenntnisse des Bedienungspersonals	Neben dieser Bedienungsanleitung müssen auch die im Verwendungsland und an der Einsatzstelle geltenden Vorschriften, in Bezug auf Unfallverhütung und Umweltschutz, beachtet werden. Gegebenenfalls müssen Auskünfte bei den zuständigen Behörden und Anlagenbetreibern eingeholt werden.

1.2 Gewährleistung und Haftung

Garantieleistung & Haftung	Bei bestimmungsgemäßer Verwendung beträgt die Garantieleistung 1 Jahr, ausgenommen davon sind Verschleißteile. Eigenmächtige Veränderungen am Reinigungsroboter pvEco, sowie jeglichen Einzelkomponenten, sind aus sicherheitstechnischen Gründen verboten. Für hieraus resultierende Schäden haftet der Hersteller nicht. Das Risiko trägt allein der Verursacher.
HINWEIS	**Bei nicht bestimmungsgemäßer Verwendung erlöschen die Gewährleistung und jeglicher Haftanspruch.**

1.3 Verwendete Zeichen, Symbole und Abkürzungen

Gefahren- & Warnhinweise	Die Bedienungsanleitung weist auf Gefahren, und die entsprechende Vorbeugung hin, wie sie sich aus dem Umgang mit dem Reinigungsroboter pvEco ergeben. Selbstverständlich sind für den sicheren Betrieb des Reinigungssystems, ebenso die allgemeinen, wie auch die lokalen Sicherheitsbestimmungen, zu berücksichtigen.
ACHTUNG	***ACHTUNG*** weist auf Vorkehrungen zum sicheren Betrieb und zur Vermeidung von Geräteschäden hin!
⚠ **WARNUNG**	WARNUNG weist auf Maßnahmen hin, deren Missachtung erhebliche Gefahren für Mensch und Material nach sich ziehen!
⚠ **GEFAHR !**	GEFAHR ! weist auf höchste Verletzungs- und Lebensgefahr hin!
HINWEIS	***HINWEIS*** weist auf eine spezielle Gegebenheit hin!
Gefahren- & Warnsymbole	Zusätzlich kommen die folgenden Gefahren- und Warnsymbole zur Verwendung, um abgebildete oder beschriebene Sicherheitshinweise zu verdeutlichen.

Allgemeine Gefahrensituation
Gefahr für Personen und Material.

Warnung vor Spannung (240V/AC)

Absturzgefahr

Stolpergefahr

Rutschgefahr

Gefahr durch herabfallende Gegenstände

Sichtkontrolle

Windwarnung

Eiswarnung

1.4 Urheberrecht

Copyright	Bei nicht bestimmungsgemäßer Verwendung erlischt die Gewährleistung und jeglicher Haftungsanspruch.

2 Betriebssicherheit

2.1 Allgemeine Sicherheitsvorschriften & -überlegungen

⚠ WARNUNG	**Jede Person, die mit Arbeiten am Reinigungssystem (Bedienung, Wartung etc.) beauftragt ist, muss mit diesen allgemeinen Sicherheitsbestimmungen vertraut sein und diese strikt befolgen.**

2.1.1 Grundsatz

Sicherheit hat Vorrang!	Das Reinigungssystem ist nach dem derzeitigen Stand der Technik und den anerkannten sicherheitstechnischen Regeln gebaut. Dennoch können bei der Verwendung, Gefahren für Leib und Leben des Benutzers, oder Dritter, sowie erhebliche Sachschäden entstehen, wenn Sie:
Unsachgemässe Verwendung	• Das Reinigungssystem und seine Komponenten nicht bestimmungsgemäss einsetzen!
Abänderungen & Umbau	• Das Reinigungssystem unsachgemäß verändern oder umbauen!
Bestimmungen & Hinweise	• Die Sicherheitsbestimmungen und Sicherheitshinweise nicht beachten!
Personalinstruktion	• Das Reinigungssystem von nicht eingewiesenen Personen bedienen lassen!
Ordnungsgemässe Bedienung	• Das Reinigungssystem nicht ordnungsgemäss bedienen!
Sorgfalt & Verantwortung	Betreiben Sie das Reinigungssystem deshalb nur im technisch einwandfreien Zustand, sowie bestimmungsgemäss, sicherheits- und gefahrenbewusst, unter Beachtung dieser Betriebsanleitung.
Funktionsstörungen & ihre Behebung ⚠ WARNUNG	**Bei Störungen, welche die Sicherheit beeinträchtigen und bei Veränderungen des Betriebsverhaltens, ist das Reinigungssystem sofort stillzusetzen und die Störung dem zuständigen Service-Personal der SERBOT AG zu melden.**

2.2 Bestimmungsgemäße Verwendung

HINWEIS

Diese Betriebsanleitung wird Ihnen als Käufer unseres Erzeugnisses übergeben, um eine für Sie optimale und dauerhafte Nutzung sicherzustellen.

Zur Gewährleistung eines störungsfreien Betriebes ist die Betriebsanleitung Ihrem Bedien- und Wartungspersonal jederzeit zugänglich zu machen.

Nach DIN 3100 gehört zur bestimmungsgemäßen Verwendung des Erzeugnisses, die Einhaltung aller Vorgaben aus der Betriebsanleitung, da sonst eine Garantieleistung durch die Firma Serbot AG entfällt.

Bestimmungsgemässe Verwendung

Der Bestimmungszweck des pvEco Reinigungssystems ist die Reinigung von Photovoltaik Anlagen mit maximal 15° Neigung gegenüber der Horizontalen (entspricht 27 % Steigung/Gefälle). Steilere Flächen dürfen nur unter Verwendung einer professionellen Absturzsicherung befahren werden.

Missbräuchliche Verwendung

⚠ WARNUNG

Die Garantieleistung der Serbot AG erlischt bei Nichteinhaltung der in dieser Gebrauchsanleitung spezifizierten Einsatzbedingungen. Insbesondere sind dies:

- Befahren von Ebenen mit mehr als 15° Neigung ohne den Roboter zu sichern.
- Benutzung bei Windgeschwindigkeiten > 45 km/h (Windstärke 6 Beaufort-Skala) gemäss DIN EN 1808:2015-08.
- Benutzung bei Temperaturen außerhalb des Bereiches von 5°C bis 60°C.
- Befahren von Aufbauten und Flächen, welche das Gewicht des Roboters nicht tragen können
- Benutzung bei Gewitter.

2.3 Qualifikation des Personals

Verpflichtung des Betreibers

Der Betreiber ist verpflichtet:

- Die Betriebsanleitung zu beachten.
- Mind. eine verantwortliche sachkundige Person zu benennen.
- Schäden und Störungen dem Hersteller sofort zu melden.
- Notwendige regelmäßige Wartungen, Kontrollen und Prüfungen zu veranlassen.

HINWEIS

Die Anlage darf erst in Betrieb genommen werden, wenn mindestens eine sachkundige Person vor Ort ist.

Sicherer Betrieb des Reinigungssystems

Der Besitzer des Reinigungssystems bezeichnet die für diese Aufgabe vorgesehenen, verantwortlichen Personen.
Die verantwortliche Person muss sich zwingender Weise für den Betrieb des Reinigungssystems mit den lokalen Sicherheitsbestimmungen auskennen und diese umsetzen können.

Entsprechende Schulungen, z.B. für Arbeiten auf Dach-Solaranlagen werden von örtlichen Unfallversicherungen oder entsprechende Arbeitssicherheitsbehörden angeboten.

Geeignete Anbieter finden sich bei den Arbeitssicherheitsbehörden der jeweiligen Länder. Die SERBOT AG führt keine solcher Schulungen durch.

⚠ WARNUNG

Ebenso muss die Berücksichtigung der elementaren Sicherheitsregeln im Umgang mit **Haushaltstrom (230V/AC bis 16A) und** mit Wasser unter Druck (bis 6 bar) gewährleistet sein.

Das Bedienungspersonal muss psychisch und physisch fit sein.

Hilfspersonal

Hilfspersonal muss von einem verantwortlichen Systembetreiber (gemäß obenstehender Definition) ausgebildet werden und darf nur unter dessen ständiger Aufsicht mit dem Reinigungssystem arbeiten.

Wartung & Reparatur

Wartungs- und Reparaturarbeiten am Reinigungsroboter pvEco erfordern besondere Kenntnisse.

⚠ WARNUNG

Vom verantwortlichen Betreiber dürfen nur die Wartungs- und Reparaturarbeiten durchgeführt werden, welche in dieser Bedienungsanleitung beschrieben sind, vorausgesetzt, er verfügt über die entsprechenden fachlichen Grundkenntnisse und Fertigkeiten.

⚠ WARNUNG

Alle anderen Wartungs- und insbesondere Reparaturarbeiten dürfen nur durch das Fachpersonal der SERBOT AG durchgeführt werden oder durch von SERBOT AG bezeichnete Servicepartner.

Sicherheitsmaxime: Im Zweifelsfall abklären.

Bei Unsicherheiten / Störungen: Geräte stilllegen und Probleme klären.

HINWEIS

Der Kundendienst der SERBOT AG steht als Ansprechpartner auch für solche Anliegen zur Verfügung.

2.4 Sicherheitstechnische Grundzüge der PV-Reinigung mit System pvEco

Bedienungs-komponenten.

Das Reinigungssystem wird über folgende Hauptkomponenten konfiguriert und bedient:

Basis-Ausstattung:

- Funk-Fernsteuerung des Reinigungsroboters.
- Versorgungsschlauch mit Strom- und Wasserleitung (Standardlänge 50 m, Verlängerung optional, s. unten).

Zusätzliche Arbeitsgeräte & Sicherheit.

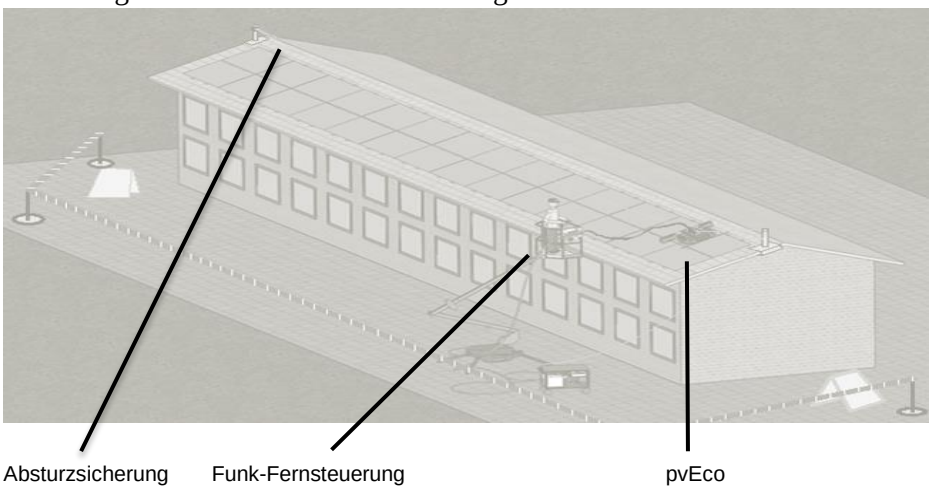
Neben externer Strom-und Wasserversorgung erfordert der Einsatz des pvEco-Reinigungssystems je nach Situation weitere Arbeitsgeräte:

- Sicherheitsabsperrung und Warnschilder.
- Hebevorrichtung wie Hebebühne, Baugerüst o.ä.
- Fallsicherung für den Roboter.
- Bergungssystem/-gerätschaft.

Einrichten des Arbeitsplatzes

Die benötigten Komponenten werden auf der PV-Anlage gemäss nachstehenden Abbildungen platziert.

Dachanlage	Beispielhafte Geräte- und Sicherungsdisposition bei der Reinigung einer PV-Dachanlage mit Roboter-Absturzsicherung:



Allgemein	Durch die Funk-Fernsteuerung kann sich der Bediener frei bewegen. Vor dem Reinigungsbetrieb sucht er sich einen sicheren Standplatz, mit guter Sicht auf die PV-Fläche und auf den Roboter, um das Gerät präzise steuern zu können.
ACHTUNG	Ein Warnschild macht die Passanten auf die laufenden Arbeiten aufmerksam: Z.B. Vorsicht Reinigungsbetrieb!
⚠ **GEFAHR !**	Schon bei geringer Absturzhöhe geht vom Reinigungsroboter unmittelbare Lebensgefahr für Personen im Aufschlagbereich aus. Der potentielle Aufschlagbereich muss deshalb deutlich erkennbar abgesperrt werden. Auch dann, wenn der Roboter absturzgesichert geführt wird.

2.5 Risikominimierung

Gefährdungspotential für Personal & Passanten	Verschiedene Situationen im Reinigungsbetrieb bergen ein Gefährdungspotential für Menschen. Es ist unerlässlich, diese zu kennen und bei der Vorbereitung und Durchführung von Reinigungsfahrten, fortlaufend und vorausschauend geeignete Vorsorgemassnahmen zu ergreifen. Im Ernstfall sind spezifische Sicherheits-kenntnisse und professionelles Rettungsmaterial von unschätzbarem Wert.
Kontakt-verlust ⚠ **GEFAHR !**	Ein plötzlicher Absturz kann erfolgen, wenn: - Ein Photovoltaik Panel oder die Unterkonstruktion bricht. - Eine Fehlmanipulation an der Fernsteuerung getätigt wird. - Mit dem Roboter unzulässige Untergründe (z.B. gefrorene Partien) befahren werden. - Medienschlauch ungünstiger Winkel, gezerrt oder dieser anderweitig zusätzlich belastet wird.

Elektrischer Schlag

GEFAHR !

Die Stromzufuhr auf den Roboter erfolgt mit 230 bzw.110 Volt AC, abgesichert auf 5 bzw. 10 Ampere und 30 Milliampere Fehlerstrom. Somit stellt auch eine Beschädigung des Versorgungsschlauchs eine Gefahr dar.

Jede Beschädigung des Versorgungsschlauchs, ganz speziell im laufenden Betrieb muss vermieden werden.

WARNUNG

Das gleiche gilt für die zuführenden Leitungen; für Strom im speziellen, aber auch fürs Wasser.

Eine regelmässige Sichtkontrolle aller oben aufgeführten Leitungen ist unabdingbar. Im Idealfall erfolgt dies vor und während jeder Reinigungsfahrt.

2.6 Personenschutz

Persönliche Schutzausrüstung

Tragen Sie die Schutzausrüstung entsprechend der Tätigkeit und den jeweiligen Bestimmungen des Einsatzortes (Land, Kommune, Firma). Tragen Sie festes Schuhwerk mit einer weichen, durchtrittsicheren Sohle. Der Einsatz der PSA unterliegt den örtlichen Bestimmungen.

Signalisierung des Arbeits- und des Absturzbereiches

Signalisierungsmaterial, Warnschilder und Absperrungen müssen entsprechend dem Gefährdungspotential und den Bestimmungen des Einsatzortes vorbereitet und vor der Reinigung aufgestellt werden.

Fahrzeug und mobile Systemkomponente

Beim Abstellen der Komponenten an der PV-Anlage sind die Bestimmungen der Strassenverkehrsordnung einzuhalten.

Unter unglücklichen Umständen könnte der Roboter unerwartet weit geschleudert werden.

WARNUNG

Der signalisierte Sicherheitsabstand sollte deshalb grosszügig bemessen werden!

Schläuche und Leitungen

ACHTUNG

Stolperfallen durch ungeeignete Auslage sowie technisches Versagen von Schläuchen und Leitungen durch Quetschung, Abscherung oder Abriss sind zu vermeiden:

- Versorgungsschlauch
- Elektrische Zuleitungen
- Wasserzuführung

→ Überfahrbrücken, Umlenkrollen, Befestigungsmaterial bereithalten und gegebenenfalls einsetzen

Begehung von PV-Anlagen

Eine Panne des Roboters kann erfordern, dass das Gerät auf der PV-Anlage statisch gesichert oder sogar von dort geborgen werden muss. Diese Arbeiten dürfen nur durch Personal ausgeführt werden, welches für Arbeiten auf Dächern im Allgemeinen und für die Begehung von Solaranlagen im speziellen qualifiziert ist (vgl. Anhang „Baustellen- und Unfallverhütungsverordnung“).

Sicherheitseinstufung von Solaranlagen

Viele Solaranlagen weisen keine professionellen Sicherungsverankerungen auf, wie sie für Arbeiten in grosser Höhe üblich sind. Dieser Umstand ist darauf zurückzuführen, dass Solaranlagen als Installationen ohne regelmässigen Wartungsbedarf eingestuft werden. D.h. eine regelmässige Reinigung ist nicht eingeplant worden. Entsprechend muss sich die Sicherungstechnik an den Gegebenheiten orientieren. Dies fällt in die Zuständigkeit des verantwortlichen Gerätebetreibers.

Klimatische Bedingungen

Den klimatischen Bedingungen am Einsatzort ist Rechnung zu tragen. Entsprechende Schutzkleidung, angemessene Ruhepausen, ausreichende Verpflegung und Flüssigkeitsaufnahme sind für die Sicherheit des Bedienpersonals unerlässlich (klimatische Einflüsse auf das Reinigungssystem siehe unten).

2.7 Sicherer Umgang mit dem Reinigungssystem pvEco

Voraussicht & Vorbereitung

Folgende Arbeiten beim Einsatz des pvEco-Reinigungssystems erfordern spezielle Voraussicht und Vorbereitung:

- Beurteilung der Sicherheit der PV-Anlage, des Unterbaus und anderer tragender Strukturen, die während des Einsatzes beansprucht werden.
- Beurteilung der klimatischen Einflüsse (z.B. Temperatur/Gewitter/Winde) auf die Funktionstüchtigkeit und die Sicherheit des Reinigungssystems.
- Beurteilung der lokalen Versorgungsqualität mit Strom und Wasser.
- Anheben/Abheben des Roboters auf/von der PV- Anlage.
- Vorreinigung der Aufsetzfläche.
- Reinigungsfahrt
- Eventueller Pannenfall.
- Eventuelle Bergungssituation.
- Reinigungsbereich grossräumig absperren.

Sicherheit der PV Anlage und des Unterbaus

Die Kenntnis der einschlägigen Sicherheitsstandards hilft bei der Beurteilung. Der Flächen-Auflagedruck des Roboters beträgt deutlich weniger als die Hälfte derjenigen eines Menschen. Das Gewicht des Roboters liegt etwa bei der Hälfte, während sich dessen Gewicht auf eine viel grössere Fläche verteilt. Für Solarpanels gilt der Standard EN/IEC 61215/61646. Er beschreibt die mechanische Belastbarkeit von Solarpanels. Sie liegt deutlich über der möglichen Belastung durch den Roboter und lässt eine Begehung durch Menschen zu. Geht man davon aus, dass die Dimensionierung des Unterbaus entsprechend solide ist, sollte sowohl die Sicherung im Pannenfall, als auch die Bergung durch eine vorschriftsgemäss qualifizierte und gesicherte Person gefahrlos abgewickelt werden können. Höchste Aufmerksamkeit muss den vorgesehenen Sicherungspunkten gewidmet werden. Sie müssen einem Fangstoss widerstehen können, der ein Vielfaches der gesicherten Last, bzw. Person betragen kann.

Klimatische Einflüsse auf das Reinigungssystem

Das ganze Reinigungssystem vom Dachfahrwagen bis zum Reinigungsroboter ist auf den Einsatz in nasser Umgebung ausgelegt und getestet (Spritzwasserschutz). Folgende Grenzen müssen hingegen eingehalten werden und stellen die Grenze der Herstellergewährleistung von SERBOT AG dar:

WARNUNG

Bestehen Zweifel, ob die maximale Windgeschwindigkeit (Gewitter, Böen) überschritten, oder die Minimaltemperatur an der Einsatzstelle des Roboters unterschritten wird, muss die Reinigung unterbrochen und das Gerät ggf. geborgen werden:

- Windstärke: Maximal 12.5 m/s = 45 km/h. Das entspricht 6 Beaufort, bzw. Windstärke 6 oder wenn nach meteorologischer Definition von „starkem Wind“ gesprochen wird.
  Es ist zu bedenken, dass infolge baulicher und landschaftlicher Gegebenheiten lokal aerodynamische Beschleunigungseffekte auftreten können. Die Angaben einer Wettervorhersage z.B. sind nur als Richtwerte zu betrachten

- Temperatur: Die Temperatur der befahrenen Oberfläche muss mindestens 4° Celsius betragen! Es muss berücksichtigt werden, dass Feuchtigkeit, Lufttemperatur und Windgeschwindigkeit sowie der nächtliche Temperaturverlauf lokal erhebliche Abweichungen nach unten gegenüber der Wettervorhersage verursachen können

- Bei Gewitter besteht eine erhöhte Gefahr eines Blitzeinschlages in den Roboter!

WARNUNG

Sind die Nachttemperaturen unter 4° Celsius gefallen, oder findet ein Kälteeinbruch statt, muss die Reinigung ausgesetzt und das Gerät geborgen werden.

GEFAHR !

Das Befahren oder Begehen von verschneiten oder vereisten PV-Anlagen ist selbstredend strikt verboten!

Versorgung des Systems mit Strom und Wasser

Eine einwandfrei funktionierende Versorgung des Reinigungssystems ist für die Betriebssicherheit essentiell. Folgende Parameter müssen garantiert werden:

1. Elektrizität:
   - Die elektrische Versorgungseinheit kann wahlweise mit 230 oder 110 Volt AC gespeist werden.
   - Das Reinigungssystem **selber ist auf 5 A bei 230 V, bzw. 10 A bei 110 V abgesichert**.

2. Wasser:
   - Die benötigte Wassermenge zur Reinigung der Solarmodule liegt zwischen 0.15 und 0.4 l/m^2, respektive zwischen 1.5 und 4 l/min (120 – 300 l/h).
     Bei stark verschmutzten und auf fragmentierten Flächen steigen obige Werte infolge der herabgesetzten Fahrgeschwindigkeit. Bei steilen Anlagen erfordert die fachgerechte Nachführung der Absturzsicherung in der Regel auch zu herabgesetzter Arbeitsgeschwindigkeit.
   - Bei tiefem Wasserdruck muss außerdem eine Wasserpumpe in der Zuführung installiert werden (Disposition der elektrischen Versorgung siehe oben).

Inbetriebnahme und Reinigungsfahrt	Siehe Kap. 3.6 „Kurzanleitung Inbetriebnahme des Reinigungssystems“
Bergungsarbeiten	Tritt im Reinigungsbetrieb eine ernsthafte Störung auf, so dass der Reinigungs-roboter pvEco geborgen werden muss, gelten im Allgemeinen alle Sicherheitshinweise.
⚠ WARNUNG	Beachten Sie die zulässige Flächenbelastung des Untergrundes (unter Umständen 2 bis 3 Helfer plus Roboter).
⚠ WARNUNG	Im Zweifelsfall ist zur Bergung ein qualifiziertes Unternehmen zu kontaktieren (Kranfahrzeug-Firma, Industrie-Kletterer, Fassadenbauer, Dachdecker o.a.).

2.8 Veränderungen am Reinigungssystem pvEco

Hardware	Eigenmächtige Veränderungen an den Komponenten des Reinigungssystems pvEco sind aus Sicherheitsgründen nicht gestattet.
⚠ WARNUNG	**Bei Veränderungen jeglicher Art, erlöschen alle Gewährleistungen!** Sie dürfen aus Gründen der elektromagnetischen Verträglichkeit von Geräten, "EMV", keine Änderungen an den Installationen (Kabel, Anschlüsse, Abschirmung etc.) vornehmen.
Software	Änderungen an der Software sind nicht gestattet!
⚠ WARNUNG	**Bei Veränderungen jeglicher Art, erlöschen alle Gewährleistungen!**
Ersatzteile und Verbrauchsmaterial	Alle Teile und Komponenten sind speziell für das Reinigungssystem konzipiert, bzw. nach den Qualitätsstandards der SERBOT AG ausgewählt worden.
⚠ WARNUNG	Wir machen ausdrücklich darauf aufmerksam, dass nicht von uns gelieferte Ersatzteile und Sonderausstattungen von uns nicht freigegeben sind. Der Einbau und die Verwendung solcher Produkte kann die Sicherheit von Menschen und Gerätschaften beeinträchtigen. Verbrauchsmaterial muss entsprechend den Spezifikationen der Firma SERBOT AG ersetzt werden.

2.9 Entsorgung

Entsorgung & Recycling	Es ist für die sichere und umweltschonende Entsorgung von Betriebs- und Hilfsstoffen zu sorgen. Die Hersteller der verschiedenen Komponenten geben im Zweifelsfall Auskunft, bzw. nehmen ausgedientes Verbrauchsmaterial zurück • Defekte und nicht zu reparierende Bestandteile müssen umweltschonend entsorgt werden. Das Entsorgungsgut wird nach Material (Metall, Elektronik, Kunststoff) getrennt und dem Recycling zugeführt.

3 Eigenschaften des Roboter-Reinigungssystems pvEco

Einsatzzweck

Das Reinigungssystem pvEco wird zur maschinellen Reinigung von freistehenden oder auf Dächern montierten Photovoltaik-Anlagen verwendet.

Funktionsweise

Der Reinigungsroboter pvEco befährt PV-Anlagen auf Raupen. Der Antrieb erfolgt elektrisch, die Fernsteuerung erfolgt über Funk.
Die mechanische Reinigungsarbeit leistet eine rotierende Bürste, die sich vorne auf dem Reinigungsroboter befindet.
Als Reinigungsmedium wird Wasser verwendet, je nach Anwendung ist dieses demineralisiert. Dieses wird auf die rotierende Bürste gesprüht.

Vorteile der Roboterreinigung

Die Vorteile maschineller Reinigung von PV- Anlagen sind:

- Die Reinigungskraft arbeitet nicht direkt auf der PV-Anlage, sondern ausserhalb des Gefahrenbereichs.
- Deshalb müssen keine Genehmigungen für gefährliche Arbeit eingeholt werden (vorbehältlich Kap. 2).
- Die PV-Anlage wird gleichmässig und gründlich gereinigt.
- Panelrahmen werden mitgereinigt.
- Die Reinigungsleistung ist um ein Vielfaches höher als von Hand.

3.1 Technische Daten

Platzbedarf im Betrieb:

Spurbreite	446	mm
Länge über alles	977	mm
Maximale Hindernishöhe	20	mm
Bürstenbreite (mit Getriebe)	650	mm

Gewichte:

Roboter	22	kg
Bürsteneinheit	10	kg
Gesamtgewicht Roboter	32	kg
Versorgungsschlauch	0.5	kg/m

Geschwindigkeit und Reinigungsleistung:

Max. Fahrgeschwindigkeit	24	m/min
Max. Reinigungsleistung/h	550	m^2/h
Mittlere Reinigungsleistung	370	m^2/h

Strom- und Wasserversorgung:

Lastabsicherung Elektrobox	10	A
Betriebsspannung (3-phasig)	230	V/AC
Fehlerstromabsicherung	30	mA
Nennleistung Roboter	<1	kW
Nennleistung Bürsteneinheit	240	W
Wasserverbrauch	92.5	l/h

Funkfernsteuerung:

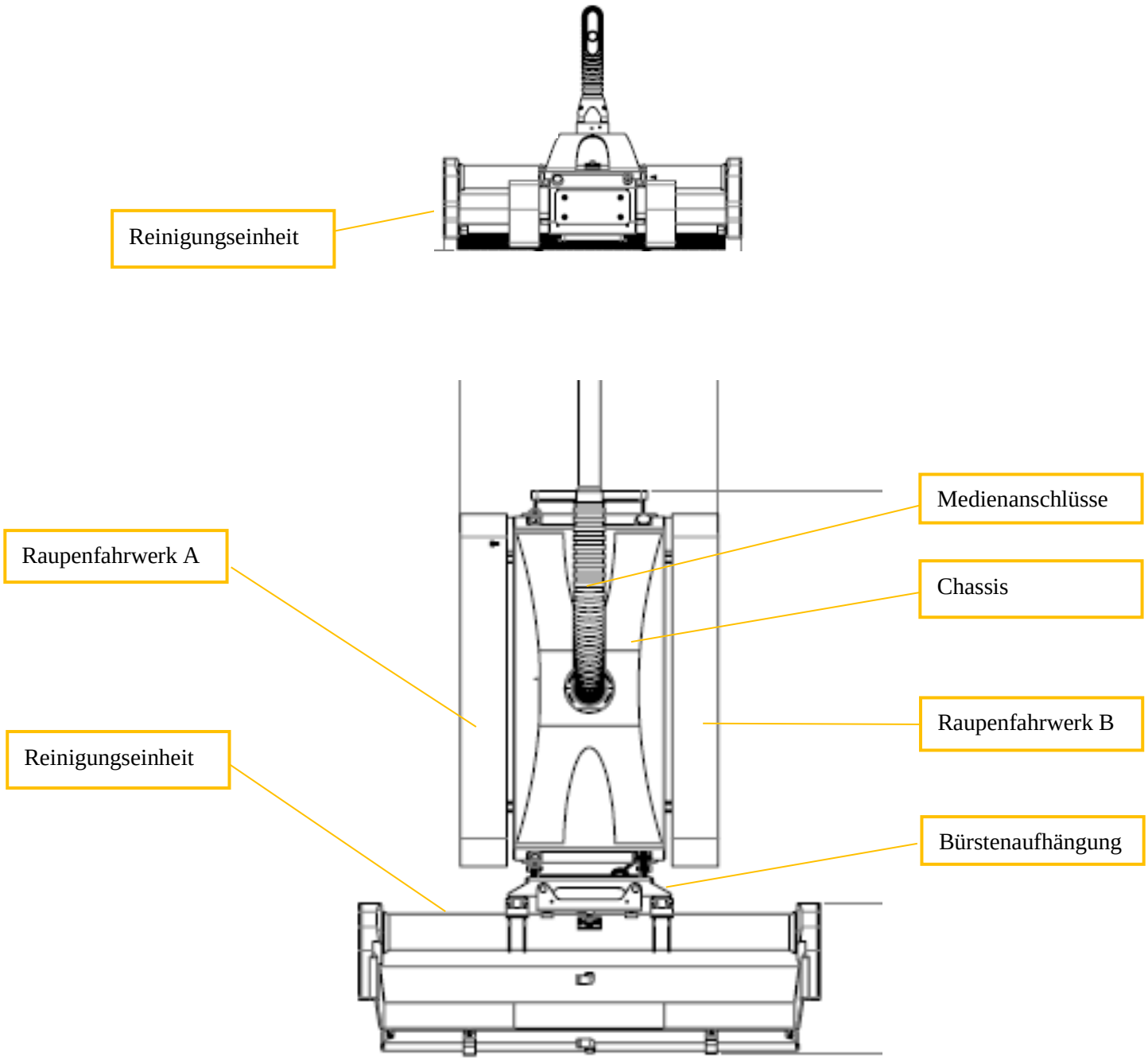
Reichweite	150	m
Aussenmasse (BxTxH)	190x190x70	mm
Gewicht	0.6	kg

Weitere Spezifikationen:

Geräuschentwicklung	≪70	dB(A)
IP-Schutzklasse	IP 54	

3.2 Aufbau und Funktionen des Reinigungsroboters pvEco

Übersicht pvEco



Baugruppen des Roboters

Der Reinigungsroboter pvEco setzt sich aus diesen Baugruppen zusammen:

1. **Chassis:** Das Chassis ist der Grundträger, an dem alle Hauptbaugruppen befestigt sind.
2. **Fahrwerk:** Das Fahrwerk besteht aus einer linken und einer rechten Einheit, genannt **Raupenfahrwerk A** und **Raupenfahrwerk B**. Das gesamte Fahrwerk ist zuständig für die linearen und die rotativen Bewegungen des Reinigungsroboters pvEco.
   Die **Raupenbänder aus Gummi** sind für die Haftung des Reinigungsroboters pvEco auf dem jeweiligen Untergrund verantwortlich.
3. **Elektrobox des Roboters:** Im wasserdichten Gehäuse zwischen den Raupen, sind die Gleichrichtungs- und Reglereinheit, der Funkempfänger und die Sicherungen untergebracht.
4. **Reinigungseinheit:** Vereint in einer Baugruppe besteht die Bürsteneinheit aus der Walzenbürste, der Abdeckung mit Sprühbalken, dem Motor mit Getriebe und dem Antriebsstrang.
   In günstiger Lage, nahe bei den Aufhängungen der Reinigungseinheiten, befinden sich die Hydro-Kupplungen, über welche das Reinigungswasser auf die Reinigungsbürsten verteilt wird
5. **Zusatzgewicht:** Bei Bedarf können unten am Chassis an den dafür vorgesehenen Aufnahmepunkten Zusatzgewichte angebracht werden, um den Anpressdruck der Bürsten zu erhöhen und gleichzeitig eine geringfügig bessere Haftung der Raupenbänder auf der befahrenen Oberfläche (vgl. Erläuterungen zum Befahren von geneigten Flächen).
6. **Abdeckung:** Die Abdeckung dient zum Schutz der am pvEco direkt befestigten Komponenten.
   Darüber hinaus unterstreicht sie optisch das durchdachte Konzept und die hochwertige Verarbeitung des Geräts in der Tradition der Firma Serbot AG.

Fahren & Drehen mit dem pvEco

Die Konstruktion des Reinigungsroboters erlaubt vorwärts und rückwärts fahren, sowie Richtungsänderungen durch unterschiedliche Temporegulierung der Antriebsmotoren.
Je stärker die gewünschte Richtungsänderung, desto grösser wird der Unterschied zwischen den beiden Raupen, bis hin zu gegenläufiger Bewegung (drehen am Ort).

⚠ WARNUNG

Dabei gilt es zu beachten, dass die Haftung der Gummiraupen auf der Oberfläche herabgesetzt wird. Je nach Geschwindigkeit des Roboters und je nach Neigung des Untergrundes kann der Roboter dadurch ins Rutschen geraten.
Bei grösseren Neigungen kann das zu nicht mehr zu bremsendem Abrutschen führen. Dies gilt es durch vorsichtiges Manövrieren (Tempo reduzieren, sanfte Korrekturen) zu vermeiden. Im Zweifelsfall empfiehlt sich eine Sicherung des Geräts auch bei Neigungen unter 15°.

3.2.1 Chassis

Aufgabe des Chassis

Das Chassis ist der Grundträger, an dem alle Hauptbaugruppen befestigt sind. Es hat die Aufgabe, alle Komponenten in der richtigen Position miteinander zu verbinden und dem Reinigungsroboter pvEco die nötige Stabilität zu geben.
Das Chassis besteht aus:

- Dem geschweissten Grundrahmen.
- Den angenieteten Aufnahme- und Positionierungsblechen.
- Den angeschraubten Verbindungsstreben.
- Den Aufnahmepunkten für Zusatzgewichte.

3.2.2 Fahrwerkseinheit

Aufbau Fahrwerk

Das Fahrwerk besteht aus einer linken und einer rechten Einheit, genannt **Raupenfahrwerk A** und **Raupenfahrwerk B**. Das gesamte Fahrwerk ist zuständig für die linearen, sowie die rotativen Bewegungen des Reinigungsroboters pvEco. Beide Raupenfahrwerke bestehen je aus:

- Führungsrollen im Zusammenspiel mit Führungsarmen sowie Federungs- und Dämpfungselementen. Insbesondere die Dämpfungselemente sind hohen Belastungen ausgesetzt und müssen wie alle Teile des Fahrwerks regelmässig inspiziert werden (siehe Kap. X Wartung und Unterhalt).
- Raupenbänder aus Gummi. Sie vermitteln die Haftung zwischen Roboter und Untergrund.
  Die Raupenbänder unterliegen weniger dem Verschleiss durch Abrieb, als durch Kerbverletzungen und durch chemische Einflüsse wie z.B. derjenige von Ozon, welches durch starke UV-Einstrahlung in Bodennähe in hoher Konzentration entsteht, und den Gummi verspröden lässt.

Antriebsprinzip

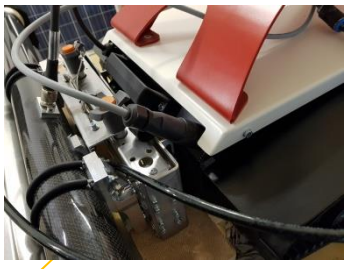
Die Raupenfahrwerke werden durch Elektromotoren angetrieben. Zum Geradeaus- und zum Rückwärtsfahren bewegen die Antriebe die Raupen gleichläufig, mit gleicher Drehzahl. Die Kurvenfahrt des Roboters ergibt sich aus der Abweichung der Geschwindigkeiten der Raupenfahrwerke. Die Antriebsmotoren erhalten ihre Steuerbefehle direkt aus der zentralen Steuerelektronik in der Elektrobox des Roboters.

Überfahren von Fugen, Halteprofilen

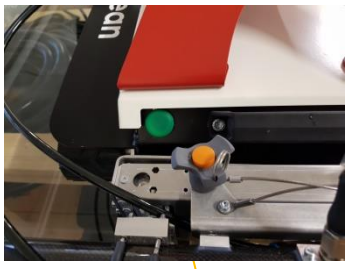
Das Raupenfahrwerk erlaubt, Halteprofile von gut 30 mm Höhe und Fugen bis zu 150 mm Breite zu überfahren. Dies geschieht vorzugsweise rückwärts, mit der flacher ansteigenden Raupenseite nach zum Hindernis hin. Dadurch reduziert sich die Belastung auf die Führungsarme und die Federung der Raupeneinheit.

3.2.3 Elektrobox (zentrale Steuerelektronik) des Roboters

Übersicht



Elektroanschluss



Signallicht

Elektrische Versorgung

Ein AC/DC-Konverter in der Elektrobox wandelt die zugeführte Spannung von 110/230 V/AC in die benötigten Arbeitsspannungen um.

Steuerungssoftware

Die Steuerungssoftware koordiniert die Fortbewegung des Reinigungsroboters pvEco sowie die Funktionen der Bürsteneinheit. Dazu führt sie die Befehle aus, die sie über die Funkfernsteuerung erhält.
Veränderungen der Steuerungssoftware sind nicht zulässig.

3.2.4 Reinigungseinheit/Bürsteneinheit

Aufbau

Die Reinigungseinheit besteht aus den folgenden Einzelteilen:

1. Walzenbürste
2. Antriebsstrang inkl. Getriebemotor
3. Sprühbalken
4. Nachsprühbalken (optional a.A.)
5. Abdeckung
6. Elektrischer Anschluss
7. Wasser Anschluss

Kompatibilität

Die Bürsteneinheit findet auf allen Modellen der GEKKO Reinigungsroboter der Firma Serbot AG Verwendung und ist mit diesen zu 100 % kompatibel.

1. Walzenbürste

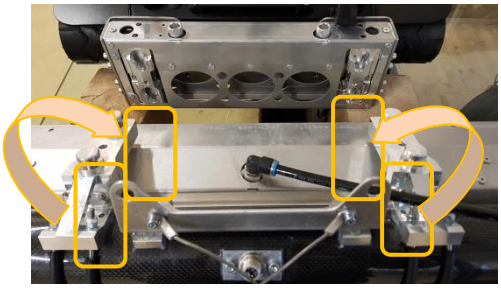
Die Walzenbürste besteht aus einem Hohlkörper, auf dem die Borsten im V-Schnitt dreireihig eingepresst sind. Die Borsten bestehen aus Polyamid-Fasern.

2. Antriebsstrang inkl. Getriebemotor

Zum Antreiben der Bürste wird ein 24V DC Motor eingesetzt. Das anschliessende Planetengetriebe erhöht das Drehmoment entsprechen. Das Drehmoment, resp. die Drehzahl wird durch einen Zahnriemen auf die Walzenbürste übertragen.

3. Aufhängung

An der Reinigungseinheit sind zwei Adapter mit je zwei Haltepilzen montiert. Diese werden in die Führungsschlitze an der Aufhängung eingehängt und mit zwei Sperrbolzen gesichert.



An der Aufhängung kann zudem die horizontale Ausrichtung der Bürste justiert werden.

4. Sprühbalken

Über den Sprühbalken in der Bürstenabdeckung wird demineralisiertes Wasser (oder optional: normales Wasser mit Reinigungsmittel) auf die rotierende Bürste gespritzt. Das Sprühmedium weicht die Verschmutzung auf und erhöht so den Wirkungsgrad der Bürste, spült den abgelösten Schmutzt von Walzenbürste und Untergrund und verringert auch den Verschleiss der Walzenbürste (Schmiereffekt).

5. Vor- & Nachsprühbalken

Aus dem Sortiment der bewährten GEKKO Reinigungsroboter-Familie sind auf Anfrage Vor- und Nachsprühbalken erhältlich. Eine solche Zusatzinstallation kann sinnvoll sein, wenn besondere Verschmutzungen beseitigt oder zusätzliche Mittel, z.B. Versiegelung, aufgetragen werden sollen.

6. Abdeckung

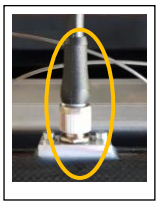
Die Abdeckung sammelt nach oben und vorne weggeschleudertes Reinigungswasser und lenkt es nach unten, wo es hilft, den abgetragenen Schmutz weg- und die gereinigte Fläche klarzuspülen.
Darüber hinaus schützt die Abdeckung der Bürsteneinheit vor der rotierenden Walze und eventuellen Beschädigungen oder Verletzungen durch diese.

7. Elektroanschluss

Die Bürsteneinheit wird direkt vom Wandler in der Elektrobox des pvEco aus mit 24 V/DC versorgt.

ACHTUNG

Quicklock-System: Die Buchse auf die Führungsstift im Flanschstecker ausrichten und über diesen stülpen, dann festziehen. Nicht überdrehen!



8. Wasseranschluss

Die Wasserversorgung der Bürste führt vom Versorgungsschlauch direkt auf die Sprühbalken. Zum An- und Abkoppeln der Bürsteneinheit vom Roboter weisen die Schläuche zu diesem Zweck Pneumatik-Schnellsteckverbindungen im Bereich der Aufhängung auf.

3.2.5 Zusatzgewicht

Zusatzgewichten

Mithilfe von Zusatzgewichten kann der Anpressdruck der Bürste den Gegebenheiten angepasst werden.
Speziell im Betrieb mit zwei Reinigungseinheiten ist Zusatzgewicht zwingend notwendig. Nicht nur, um den Anpressdruck der Walzenbürsten zu erhöhen, sondern auch um die Haftung der Raupenbänder aufrecht zu erhalten.

3.2.6 Versorgungsschlauch

Zugentlastung

Der pvEco zieht während dem Betrieb den Versorgungschlauch hinter sich her, damit die Anschlüsse und Leitungen nicht ungewollten Schaden nehmen.

ACHTUNG

Den Versorgungsschlauch bis zum Anschlag einschieben und mit den drei Rändelschrauben sichern!

3.2.7 Abdeckung

Allgemein

Die Abdeckung dient zum Schutz der am pvEco-Chassis direkt befestigten Komponenten.

Handgriffe

Um den pvEco von Hand heben zu können, verfügt er über zwei Haltebügel mit je zwei Haltegriffen

Demontage

Um Einstellungen und Wartungsarbeiten in der Elektrobox des Roboters vornehmen zu können, muss die Abdeckung demontiert werden.

Folgende Schritte sind auszuführen:

- Versorgungschlauch entfernen
- Schrauben der Haltebügel demontieren und Haltebügel entfernen.
- Schrauben rundum Medienkonsole lösen

- Abdeckung vorsichtig anheben

ACHTUNG Bei erneuter Montage der Abdeckung darauf achten, dass keine Kabel oder Leitungen eingeklemmt werden und alle Dichtstellen sauber sind.

3.3 Funk-Fernsteuerung

Allgemein

Der Reinigungsroboter wird mittels einer Funkfernsteuerung bedient. Dies ermöglicht dem Bediener eine weitgehend freie Standortwahl bei der Arbeit mit dem Reinigungssystem pvEco.

Übersicht Sender

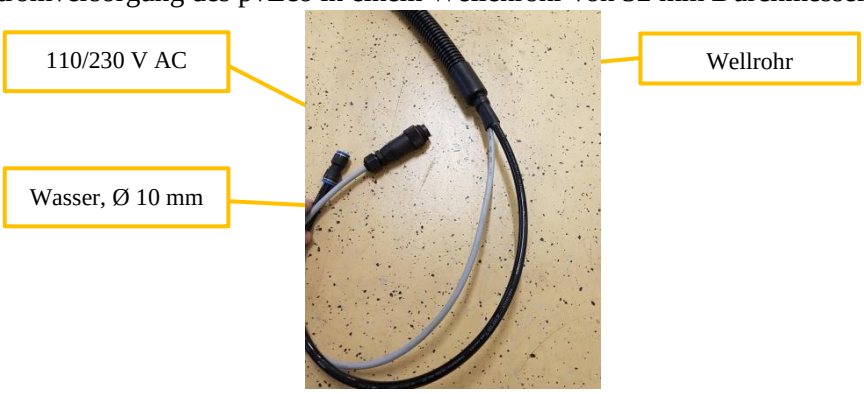
Stromversorgung des Senders

Der Sender der Funkfernsteuerung wird mit jeweils 4 Batterien des Typs AA betrieben. Es empfiehlt sich, mindestens einen Satz Reservebatterien im Reinigungsbetrieb mitzuführen. Das Batteriefach befindet sich auf der Unterseite des Gehäuses.

3.4 Versorgungsschlauch

Versorgungsschlauch

Der Versorgungsschlauch bündelt die Wasserzuführung und die elektrische Stromversorgung des pvEco in einem Wellenrohr von 32 mm Durchmesser.



ACHTUNG

Zum sicheren Verlegen von Schläuchen und Kabeln, insbesondere des Versorgungsschlauchs, an exponierten Stellen unbedingt Überfahrbrücken verwenden!

Der Versorgungsschlauch wird am Roboter angeflanscht.

Der Adapterkopf mit Führungsfeder gewährleistet die Zugentlastung des Wasserschlauchs und der Kabel im Wellenrohr und gewährleistet gleichzeitig eine flexible und praxistaugliche Krafteinleitung auf den pvEco für einen störungs- und behinderungsfreien Betrieb des Roboters.

Zum sicheren Verbinden von Roboter und Versorgungsschlauch sind folgende Schritte erforderlich:

Koppelung Versorgungsschlauch – Roboter

1. Das elektrische Versorgungskabel und die Wasserleitung, die aus dem Adapterkopf führen, von oben nach unten hindurchfädeln.
2. Den Adapterkopf bis zum Anschlag schieben und die drei Befestigungsschrauben durch die Gewindelöcher im Adapterkopf schrauben, aber nur mässig festziehen. Kontrollieren, ob die Schrauben in der Nut sitzen und der Kopf nicht mehr herausrutschen kann.

3. Die Steckverbindung der Stromzuleitung mit der Gewindeüberwurfkappe am Stecker auf der Buchse sichern. Kontrollieren, ob die Verbindung sitzt.
4. Den Wasserschlauch an den Verbindungschlauch zur Reinigungseinheit anschliessen; bzw. an die Verteilstücke bei mehreren Verbrauchern.

3.5 Elektrobox –die Absicherung der Stromversorgung

Elektrobox

Die Elektrobox ist unabdingbarer Bestandteil des pvEco-Reinigungssystems, weil sie die Betriebssicherheit der elektrischen Versorgung garantiert durch:

- Fehlerstromsicherung 30 mA.
- Maximalstromabsicherung auf 10 A bei 110 V Betriebsspannung und auf 5 A bei 230 V Betriebsspannung (vgl. Abschn. 2.7 "Sicherer Umgang mit dem Reinigungssystem pvEco").
- Notaus-Hauptschalter nach Industrie-Standard.
- Operationsanzeige mittels Leuchtknopf.

GEFAHR !

Die Elektrobox darf unter keinen Umständen aus dem Stromkreislauf des pvEco-Reinigungsystems entfernt werden!
Die Serbot AG lehnt bei Missachtung jede Haftung im Falle von Elektrounfällen oder Schäden an Mensch und Gerätschaft sowie befahrenen Flächen und Anlagen ab.

3.6 Kurzanleitung Inbetriebnahme des Reinigungssystems

Vorbereitung	Ausführung
❶ **Anfahrtswege und Parkmöglichkeiten abklären.** **Wettervorhersage konsultieren.**	① **Transportfahrzeug sicher und zweckmässig abstellen**. Strassenverkehrs- und Sicherheitsverordnungen beachten.
❷ **Einsatzbereich besichtigen:** - Sicherheitsmarkierungen & Warntafeln. - Sicherungsmöglichkeiten & -material. - Bedarf für Hebevorrichtung. - Linienführung der Reinigungsfahrt. - Bedarf an Überfahrbrücken.	② **Einsatzbereich einrichten**: - Gefahrenbereich signalisieren. - Reinigungssystem bereitstellen. - Sicherungsmaterial vorbereiten. - Hebevorrichtung bereitstellen. - Linienführung festlegen (siehe Punkt ⑤)
❸ **Versorgungsdisposition abklären:** Elektro- und Wasseranschluss; Zugänge, Distanzen, Spezifikationen der Anschlüsse und Sicherheit der Leitungs-Auslage.	③ **Elektro- und Wasserversorgung installieren:** Gegebenenfalls Überfahrschwellen o.ä. verlegen.
❹ **Bedarf an Verbrauchsmaterial berechnen und bereitstellen.**	④ **Verbrauchsmaterial am Einsatzort bereithalten.**
❺ **Reinigungssystem einsatzfähig halten:** - Service und Unterhaltsarbeiten durchführen. - Funktionskontrolle des Systems nach längeren Standzeiten oder Reparaturen. - Sichtkontrolle beanspruchter Komponenten - Reservebatterien für Funkfernsteuerung. - Zusatzgeräte wie Wasserpumpe etc. nach Herstellerangabe warten. - Leistungsfähigkeit des Demineralisierungs-systems prüfen und ggf. Ersatzkompo-nenten bereitstellen.	⑤ **Reinigungssystem betriebsbereit machen:** - Versorgungschlauch auslegen. - Gegen Beschädigung sichern. - Bürsteneinheit auf Roboter anbringen. - Elektrobox, -schlauch und Roboter sowie Bürsteneinheit verbinden. - Versorgung einschalten: Strom, Wasser, Zusatzgeräte. - Funkfernsteuerung starten. - Betriebsbereitschaft des Roboters abwarten.
❻ **Sicherheitsdispositiv stetig weiter entwickeln**: - Kurse belegen, Veranstaltungen besuchen. - Adressen hilfreicher Betriebe für den Notfall in der Einsatzregion recherchieren. - Umgang mit Sicherungs- und Bergungsmaterial unter fachkundiger Aufsicht erlernen und regelmässig trainieren. - Bei Kauf, Miete & Umgang mit Hebebühnen, Baugestellen u.ä. auf fachkundige Beratung achten. - Vorschriften für den Einsatz abklären.	⑥ **Roboter auf die PV-Anlage bringen**: - Anheben auf die Anlage zweckmässig und unter Berücksichtigung der Vorschriften vorbereiten. - Landesspezifische Sicherheits- und Betriebsvorschriften einhalten. - Aufsetzfläche vorreinigen. - Roboter anheben und aufsetzen. - Gegebenenfalls Absturzsicherung für den Roboter anbringen. - Zusätzliche Verbindungen zum Anheben lösen. - Reinigung starten.
❼ **Versorgung des Bedienpersonals:** Zweckmässige Kleidung, Nahrung, sanitäre Versorgung etc. vorbereiten, Wetterinformationen aktualisieren.	⑦ **Verfassung des Bedienpersonal:** Umfassend vorbereitet, ausgeruht und konzentriert zum Reinigungsbetrieb übergehen.

4 Reinigung mit dem System pvEco

4.1 Kurzanleitung PV-Reinigung mit dem pvEco

Vorbereitung	Ausführung
❶ Die **PV-Anlage wurde in Augenschein genommen** und eine **zweckmässige Fahrlinie** überlegt. Dabei gilt: - **Haftungsverlust der Raupen** führt zu Abrutschen oder zu unkontrollierten Manövern. - Es können **Hindernisse bis 1.5 cm Höhe** passiert werden. Allerdings bremsen alle Hindernisse die **Rotationsbürste** und beeinträchtigen die Reinigungsqualität. - Die **Raupen** müssen sich **stets auf einer sauberen Fläche** befinden, um einwandfrei zu funktionieren. - Es wird möglichst **in horizontalen, parallelen Streifen von oben nach unten** gereinigt, damit **kein Schmutzwasser über gereinigte Panels** läuft.	① Die **Fahrlinie** führt demnach so, dass… - die **Spalten zwischen den Panels in Fahrtrichtung entweder zwischen den Raupen** liegen (stabiler) oder beide Raupen auf den Panels. - die Raupen beim **Wenden möglichst wenige Spalten oder Ränder** tangieren. - **Spalten von 8 bis maximal 15 cm Breite** vorsichtig, **mit laufender Bürste, senkrecht** und **rückwärts (!)** überfahren werden. - die Reinigungsfahrt im Bereich von **Hindernissen mit mehr als 1.5 cm Höhe** parallel zu diesen verlaufen muss, damit die Rotationsbürste nicht unnötig gebremst wird. - der Roboter auf eine **vorgereinigte Fläche** aufgesetzt und von dort aus **stets im gereinigten Bereich** manövriert wird. - von der gereinigten Startfläche aus, ein **geeigneter Startpunkt** angefahren wird; normalerweise **oben links oder rechts**, dann **in parallelen Steifen abwärts**.
❷ **Fortsetzung von 5.1**: Die Aufsetzfläche ist vorgereinigt, der Roboter auf der PV-Anlage aufgesetzt.	② Das **Bedienpersonal ist physisch und psychisch fit**
❸ Das **Bedienpersonal ist mit allen Fahrbefehlen und Sicherheitsroutinen vertraut**, insbesondere: - **Aufsetzen/Abheben** des Roboters. - **Fahren/Drehen** des Roboters. - **Reinigungsfunktionen** der Bürste. - **Sicherheitsfunktionen** des Systems. - **Sicherungs- und Bergungsmassnahmen**. - **Handhabung von weiteren Vorrichtungen und Geräten**, die bei der Roboter-Reinigung zum Einsatz kommen. - **Einschätzung der Wetterentwicklung** und **Einhaltung der Einsatzgrenzen** des Systems. - **Sicherheitsvorgaben und -vorschriften** des Landes, der Kommune, der Branche und der Firma.	③ Das sachkundige **Bedienpersonal** … - **manövriert den Roboter** mit eingeschalteter und abgesenkter Bürsteneinheit, stets im sauberen Bereich der Panels, **an den Startpunkt**. - **führt Versorgungsschlauch und Sicherungsvorrichtung während der ganzen Reinigungsfahrt sorgfältig nach**, ggf. unter Verwendung geeigneter Umlenkungen. - führt die **Reinigungsfahrt entsprechend der festgelegten Linie** durch. - **optimiert die Reinigungsleistung** durch Anpassen der Fahrgeschwindigkeit während der Reinigungsfahrt und durch Justierungen an Roboter und Versorgungs-einheit während Betriebspausen. - **beobachtet den Wetterverlauf**, bewertet Umschwünge und **zieht rechtzeitig Konsequenzen bezüglich des Reinigungseinsatzes**.

❹ Der **Abschluss des Reinigungseinsatzes wird mental** vorbereitet. Insbesondere sollte berücksichtigt werden: - **Abheben ist eine Schwierigkeitsstufe höher als Anheben**. - Alle **Handgriffe müssen klar** und benötigtes **Material und Geräte bereit** sein. - **Im Zweifelsfall Hilfe organisieren**. Schwierige und gefahrenträchtige Situationen nicht alleine angehen.	④ Das Bedienpersonal geht bei der **Beendigung der Reinigungsfahrt strikt nach den Sicherheitsvorgaben** und entsprechend angepassten Überlegungen vor: - **Abhebeort** bestimmen. - **Gerätschaft** vorbereiten. - Roboter an Abhebeort manövrieren. - **Roboter abheben**. - **Medienversorgung** (Spannung, Druckluft, Wasser) **stilllegen**: ○ **Wasserduck** über **Entlüftungsventil des Wasserfilters** ablassen. ○ **Stromzufuhr** unterbrechen. - **Systemkomponenten trennen und transportgerecht zusammenräumen**. - **Einsatzort aufräumen**. - **Rücktransport vorbereiten**.

4.2 Weitere Reinigungsoptionen

Optimierung der Reinigungsleistung	Die Betreiber eines pvEco sind normalerweise bereits erfahren in der Reinigung von Solaranlagen und haben sich aus diesem Grund für dieses Reinigungssystem entschieden. Der Schwerpunkt der Entwicklungsarbeit bei Serbot AG liegt bei den mechanischen Reinigungsfähigkeiten des Systems, sowie einem minimalen Wasserverbrauch. Die weitere Optimierung der Reinigungsleistung ist durch optionale Komponenten gewährleistet: Reinigungsmittelzugabe (Dosierpumpe), Vor- und Nachsprühbalken, die Verwendung von Osmosewasser ist möglich.
Beispiele & Varianten	Je nach Verschmutzungsgrad und -art der Fassade kann der Operateur verschiedene Reinigungsverfahren wählen. Bei einer "normal" verschmutzten Anlage wird die "Standard Reinigung" empfohlen.
Standard Reinigung	Bürstenreinigung mit Wasserzufuhr auf den Hauptsprühbalken; Demineralisierung des Wassers mit BRITA Filter PURITY 1200 Clean.
Plus Vorsprühen	Vorsprühen mit demineralisiertem Wasser; optionaler Vorsprühbalken erforderlich.
Plus Reinigungsmittel	Wasserzufuhr auf die Bürste (Haupt-Sprühbalken) mit Reinigungsmittel versetzen; optionale Dosierpumpe erforderlich.
Plus Nachwaschen	Nachspülen mit demineralisiertem Wasser; optionaler Nachsprühbalken erforderlich.
Maximale Qualität	Die Erfahrung hat gezeigt, dass gewisse PV- Anlagen besonders stark verschmutzt sind (z.B. landwirtschaftliche Gebäude oder gewerbliche Bauten). Bei solchen Anlagen kann zusätzlich der Anpressdruck der Bürste erhöht oder mit warmem Wasser (max. 60C°) gearbeitet werden.

5 Transport, Lagerung, Kontrolle, Pflege und Wartung

5.1 Transport, Lagerung und länger dauernde Stilllegung

Transport

Der Transport und die Lagerung erfolgen auf einer geeigneten Unterlage.
Jede Verschmutzung und Druck auf die Raupen sollte vermieden werden.
Beim Transport müssen sowohl der Roboter selber wie auch alle mitgeführten Komponenten fachgerecht und vorschriftsgemäss gesichert werden.

Lagerbedingungen

Das Reinigungssystem muss staubfrei, warm und trocken gelagert werden. Dabei müssen folgende Bedingungen eingehalten werden:

- Lagertemperatur: +10 °C bis +35 °C.
- Feuchtigkeit: < 70 % rel. Luftfeuchtigkeit.

Frostschäden

Das Reinigungssystem darf unter keinen Umständen Temperaturen unter 0°C ausgesetzt werden! Einfrieren des Wassers in den Leitungen und weiteren Komponenten, ziehen unweigerlich Beschädigungen nach sich.
Sollte dies dennoch vorkommen, muss Serbot AG verständigt und das System durch Service-Personal der Serbot AG geprüft werden. Serbot AG lehnt sonst jegliche Haftung für Folgeschäden ab, sowohl direkte als auch indirekte.

Stilllegung

Wird das Reinigungssystem länger als eine Woche ausser Betrieb genommen, sind neben den beschriebenen Kontroll- und Wartungsarbeiten, folgende Vorkehrungen zu treffen:

1. Raupen reinigen; Roboter aufgehängt oder aufgebocken.
2. Roboter hängend oder aufgebockt 3 bis 5 Minuten trocken laufen lassen.
3. Lagerungs- und Umlenkpunkte der Aufhängung der Führungsrollen des Raupenantriebs mit feuchtigkeitsverdrängendem Konservierungsöl einsprühen.
4. Anstehende Kontroll- und Wartungsarbeiten durchführen, bzw. durchführen lassen, vgl. Kap. 5.x.

5.2 Kontrollarbeiten

Schläuche, Leitungen und Anschlüsse

Sichtkontrolle aller zu- und wegführenden Schläuche, Leitungen und Anschlüsse:

a) Am Roboter.
b) Am Versorgungsschlauch.
c) Am Wasserfilter.
d) An der Elektrobox.
e) An allen zuführenden Wasser-Schläuchen, -Ventilen, -Kupplungen und -Verteilern.
f) An allen zuführenden Elektro-Kabeln, -Steckern, -Verzweigungen und -Sicherungen.
g) Ggf. auch an Wasserpumpe und weiteren peripheren Geräten und Aggregaten.

Raupenbänder

Sichtkontrolle der Raupenbänder auf Beschädigung und Verschmutzung. Risse im Anfangsstadium zeigen sich unter Umständen nur beim Durchdrehen der Raupe an der Stelle wo das Band den engsten Radius passiert; d.h. entweder ganz vorne oder ganz hinten. Den Roboter dazu aufhängen oder sicher aufbocken und Raupe langsam durchlaufen lassen.

Bürstenauflage

Den Reinigungsroboter PvEco auf eine horizontale glatte Unterlage stellen, Betriebsbereitschaft herstellen, Bürste(n) aktivieren und die optimale Funktionsfähigkeit kontrollieren:

- **Parallelität und Breite des "Streifens"**:
  Gleichmässiger Andruck der Bürste kann provisorisch bei laufender Bürste von Hand erfühlt werden.
  Genauer wird es mit dem "Streifentest", bei welchem auf einem eingestaubten Untergrund die Bürste in Drehung versetzt wird und anschliessen der entstehende Reinigungsstreifen bezüglich Breite und Parallelität beurteilt wird. Die Breite dieses Streifens wird werksseitig auf 3 bis 5 cm Breite eingestellt. Dies entspricht dem vom Hersteller der Rotationsbürste empfohlenen Anpressdruck. Zur Schonung der Borsten kann der Anpressdruck bei schwacher Verunreinigung reduziert werden. Bei starker Verschmutzung kann er noch etwas erhöht werden, was aber stärkeren Verschleiss der Borsten und höhere Belastung des Bürstenantriebs mit sich bringt; sowohl mechanisch als auch elektrisch.
- **Rundlauf:**
  Bei auf fester, horizontaler Unterlage stehendem Roboter den Rundlauf der Walzenbürste beobachten. Es sollte kein Aufschaukeln des Roboters stattfinden. Ein leichter Schlag ist tolerierbar.
- **Drehzahlkontrolle:**
  Bei trockener Oberfläche findet ein deutlicher Drehzahlabfall statt, es sollte aber nicht zum Stillstand kommen. Dann die Fläche mit Wasser benetzen. Der Drehzahlabfall sollte deutlich steigen (bis das Wasser abgetrocknet ist).

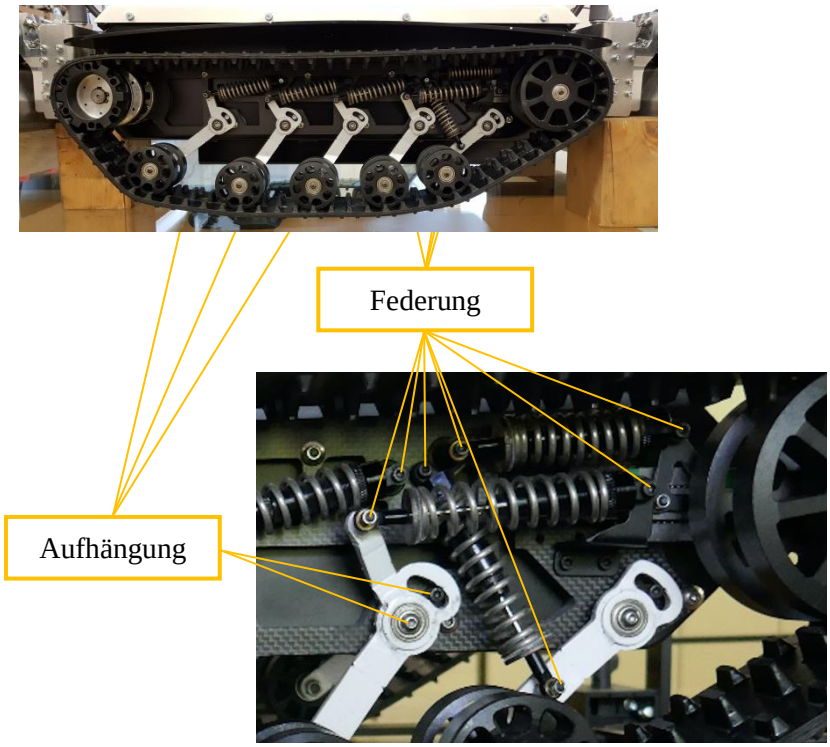
Mechanische Verbindungen allgemein

1. Sicherheitsrelevante Schrauben und Muttern auf festen Sitz prüfen und gegebenenfalls festziehen (Standarddrehmomente).
2. Drehbare Verbindungen auf Leichtgängigkeit prüfen und nötigenfalls schmieren (Universalfett).

Raupenantrieb

ACHTUNG

Sämtliche Schrauben am Raupenantrieb müssen vor und nach jedem Einsatz sorgfältig inspiziert werden.



⚠ WARNUNG

Die Vernachlässigung dieser Kontrolle kann zu erheblichen Funktionsstörungen mit entsprechenden Umtrieben und Arbeitsunterbrüchen führen.

AC-DC-Wandler

Der AC-DC-Wandler des pvEco ist ein Verschleissteil. Die Lebenserwartung des Bauteils unterliegt herstellungsbedingt einer grossen Streuung. Deshalb sollten die Anwender des pvEco-Reinigungssystems mit dem Wechsel dieses Bauteils vertraut sein:

5.3 Reinigungs- und Pflegearbeiten

Gehäuse und Mechanik des Reinigungsroboters

Mit feuchtem Lappen reinigen, trockenreiben. In trockener, warmer Umgebung trocknen lassen.

Raupenbänder

Mit feuchtem Lappen, allenfalls mit mildem Reinigungsmittel versetzt, abreiben. Trockenreiben. In trockener, warmer Umgebung trocknen lassen.

Raupenfahrwerk

Zugängliche Teile mit trockenem Pinsel von grobem Schmutz befreien, dann leicht mit säurefreiem, wasserverdrängendem Korrosionsschutz besprühen.

5.4 Kontroll- und Pflegeintervalle

Übersicht

Kontrolle & Pflege (Durch den Anwender)	Nach Bedarf, spätestens alle xx Betriebsstunden
Schläuche, Leitungen und Anschlüsse	**50**
Raupenbänder	**20**
Mechanische Verbindungen	**50**
Raupenfahrwerk	**10**
Bürstenauflage	**50**
Gehäuse & Mechanik Roboter	**n.B.**
Stilllegung	**n.B.**

Korrekturen und Reparaturen

Festgestellte Mängel und Schäden werden nach Rücksprache mit Serbot AG korrigiert, bzw. behoben.

Wechselintervalle Verschleißteile	Nach Bedarf, spätestens alle xx km
Bürstenkörper	**125**
Raupenbänder	**n.B.**
Federelemente	**n.B.**
Dämpfer	**n.B.**
AC-DC-Wandler	**n.B.**

5.5 Wartung

Wartungsintervalle

Die Wartung des Reinigungssystems müssen **jährlich** durchgeführt werden, um eine einwandfreie und optimale Langlebigkeit der Anlage zu gewährleisten.

HINWEIS

Die Wartung am Reinigungssystem dürfen nur autorisierte Personen von Serbot durchgeführt werden. Ansonsten lehnt Serbot jeder Form von Haftung ab.

5.6 Weiterführende Quellen und Adressen

Sichern & Bergen – Vorschriften, Ausbildung, Material

Serbot AG empfiehlt allen Anwendern des PvEco Reinigungssystems, sich im eigenen Interesse umfassend über Sicherheitsfragen und -techniken zu informieren. Für die konkrete Ausbildung und die Materialbeschaffung empfehlen wir den Anwendern des Weiteren, sich an den Standards der Personensicherung zu orientieren und diese nicht nur auf die Personensicherung, sondern auch auf die Gerätesicherung anzuwenden. Die sicherheitstechnischen Vorschriften Ihres Landes finden Sie im Internet bei den jeweiligen Institutionen; ebenso Hinweise auf Kurse und Weiterbildungen. Es liegt in der Verantwortung des Systembetreibers, sich genau zu informieren und die nötigen Konsequenzen zu ziehen. Ein solides Sicherheitsdispositiv stellt auch eine wichtige Grundlage für Unfall-, Geräte- und Elementarversicherung dar, bzw. ein wichtiger Beitrag zu guten Konditionen und zuverlässigen Schutz. Wir empfehlen unseren Kunden ein wechselwirkendes Konzept –Arbeitssicherheit & Risikoversicherung – aufzubauen.

Arbeitssicherheit

In der Schweiz ist die SUVA (Schweizerische Unfallversicherungsanstalt) die zentrale Institution für Arbeitssicherheit: www.suva.ch Die Vorschriften bezüglich Begehung von Dächern im Allgemeinen und Solaranlagen im Speziellen finden sich in Bauarbeiten- und Unfallverhütungsverordnung.
Des Weiteren finden sich Kursangebote, Sicherheitsinformationen und vieles mehr. Im Besonderen weisen wir auf folgende Factsheets hin:

- Seilwurfsystem mit Industrieschleuder – „Dachdecker Schnellsicherung“; Factsheet Nr. 33032.D / www.suva.ch/waswo/33032
- Durchbruchsichere und beschränkt durchbruchsichere Dachflächen; Factsheet Nr. 33027.D / www.suva.ch/waswo/33027.d

Als Besonderheit der Informationen bei der SUVA kann hervorgehoben werden, dass sie jeweils in Deutsch, Französisch und Italienisch zur Verfügung stehen.

Sicherheitskurse

Sicheres Arbeiten auf dem Dach: www.dachsicherheit.ch sowie www.absturzrisiko.ch

Material

Es gibt eine breites Angebot an Sicherungs- und Bergungsmaterial, welches für den Einsatz mit dem Roboter-Reinigungssystem PvEco in Frage kommt. Sinnvollerweise bedient man sich eines Systems, das bei der Ausbildung vorgestellt und trainiert wurde. Die Serbot AG rät davon ab, mehrere Systeme verschiedener Hersteller zu kombinieren, sondern sich auf ein System zu spezialisieren.

Drittherstellerangaben

Sie können sich bei folgenden Herstellern von Zulieferkomponenten direkt über aktuelle Entwicklungen sowie Entsorgungs-, bzw. Recycling-Fragen informieren.

BRITA

BRITA Demineralisierungsfiltersysteme:
Homepage: https://www.brita.de
Purity Clean extra: https://www.brita.ch/de_CH/downloads

5.7 Bestellinformationen

Wartung, Ersatzteile und Verbrauchsmaterial können direkt bei uns bestellt werden:

SERBOT AG
Galgenried 22
CH-6370 Stans
Tel. 0041 41 612 11 01
Mail: info@serbot.ch

6 Konformitätserklärung

EG-Konformitätserklärung pvEco

Hiermit erklären wir,

SERBOT AG
Galgenried 22
CH-6370 Stans,

dass das nachfolgend bezeichnete Produkt aufgrund seiner Konzipierung und Bauart, sowie in der von uns in Verkehr gebrachten Ausführung, den einschlägigen grundlegenden Sicherheitsanforderungen der EG - Richtlinien entsprechen.
Bei einer nicht mit uns abgestimmten Änderung des Produktes verliert diese Erklärung ihre Gültigkeit.

Bezeichnung des Produkts:	***Reinigungsroboter für PV-Anlagen***
Produkttyp:	***pvEco-S01***
Serien - Nr:	***siehe Typenschild am Gerät***
Einschlägige EG - Richtlinien:	***EG - Maschinenrichtlinie (2006/42/EG) ab 29.12.2009*** ***EG - Niederspannungsrichtlinie (2006/95/EG)*** ***EG - EMV - Richtlinie (2004/108/EG)***
Angewandte harmonisierte Normen insbesondere:	***EN ISO 12100-1 / -2***

Die technischen Unterlagen wurden zusammengestellt von:

Beat Stocker
SERBOT AG
Stanserstrasse 97
CH- 6347 Buochs

Ort:	Datum:	Hersteller - Unterschrift:
Zug	24. Februar 2014	

Angaben zum Unterzeichner: Beat Stocker, CEO

Notizen