Innovation aus Tradition

Projekt Elektrowinde der Deutschen Alpensegelflugschule e.V.

Die Deutsche Alpensegelflugschule ist seit ihrem Bestehen für Pionierleistungen bekannt.
Beispiel hierfür ist die weltweit erste Viertrommel-Elektrowinde. Entworfen und konstruiert wurde die Winde von Rüdiger Ettelbrück.
Im Oktober 1995 wurden die ersten Testläufe und Probestarts erfolgreich durchgeführt, seither ist die Winde erfolgreich in Betrieb und hat bis zum Saisonende 2001 ca. 70.000 Starts absolviert.

Der Windenstart ist in Deutschland nach wie vor die gebräuchlichste Methode um ein Segelflugzeug in die Luft zu bekommen, die DASSU wendet das Windenstartverfahren bereits seit über 4 Jahrzehnten erfolgreich an. Mit dem deutlichen Anstieg der Startzahlen in Unterwössen konnte die Kapazität einer herkömmlichen Doppeltrommelwinde jedoch nicht mehr schritthalten. Es kam immer häufiger zu Engpässen, die nur durch den Einsatz von zwei parallel aufgebauten Winden behoben werden konnten. Aus den Erfahrungen mit dem Einsatz von zwei Doppeltrommelwinden mit Verbrennungsmotoren und den sich daraus ergebenden Problemen bezüglich Betriebslärm, Abgasen, Wartungs- und Betriebskosten, ergab sich die Idealvorstellung einer stationär aufgebauten Viertrommel-Elektrowinde.

Betreffs der Betriebskosten liegen nach 5 Jahren Erfahrung verlässliche Zahlen vor. Der Kraftstoffverbrauch für einen Schlepp mit der Dieselwinde liegt bei ca. 0,5 l Diesel. Der Energiebedarf für einen Elektrowindenstart liegt im Durchschnitt bei 1 kWh.

Die Unterhaltskosten liegen unter den Erwartungen, bisher wurden lediglich die Bremsbeläge der Ausziehbremse und ein Bremszylinder gewechselt. Die sonstigen Reparaturen begrenzen sich auf Kleinteile im Seileinzugsbereich, die durch Unachtsamkeit bei der Bedienung beschädigt wurden. Der Seilverschleiß und die Anzahl der Seilrisse hat sich im Vergleich zu den Dieselwinden auf 25% reduziert.

1. Technische Angaben:

Motordaten:

Typ:		Asynchron-Drehstrom-Motor
Nennleistung:	P	90 kW
Nenndrehzahl:	n	1480 min^{-1}
Nennspannung:	U_{Nenn}	400 V
Nennstrom:	I_{Nenn}	168 A
Nenndrehmoment:	M_{Nenn}	581 Nm
Anzugsmoment:	M_{Anzug}	1452 Nm
Kippmoment:	M_{Kipp}	1568 Nm
Wirkungsgrad:	$?_{M}$	94,7 %
Leistungsfaktor:	cosf	0,86
Isolierstoffklasse:		F
Bauform:		B3
Schutzart:		IP 54
Trägheitsmoment:	I_{d}	1,6 kgm^2
Masse:		660 kg
Kaltleiterschutz		

Reglerdaten:

Typ:		Lenze 6917E
Motor-Nennleistung:	P	110 kW
Ausgangs-Nennstrom:	I_a	210 A
Ausgangs-Nennspannung:	U_a	0...Un V
Ausgangsfrequenz:	f_a	0...400 Hz
Netzspannung:	U_N	3*340-505±0% V
Netzdrossel		
Zwischenkreisdrossel		
Bremschopper		
Bremswiderstand		

Getriebe:

Typ:		einstufiger Riementrieb
Übersetzungsverhältnis:	i	2
Wirkungsgrad:	$?_G$	90 %
<u>treibendes Rad:</u>	D_{klein}	250 mm
Masse:		14 kg
Trägheitsmoment:	I_d	0,1 kgm^2
<u>getriebenes Rad:</u>	$D_{groß}$	500 mm
Masse:		49 kg
Trägheitsmoment:	I_d	1,5 kgm^2

Seiltrommel:

Kerndurchmesser:	D_{Kern}	720 mm
Trommeldrehzahl:	n_{Tr}	740 min^{-1}
Masse:		180 kg
Trägheitsmoment:	I_d	30,25 kgm^2
Seildurchmesser:	D_{Seil}	4,6 mm
Seillänge:	L_{Seil}	1200 m
Seilmasse:	m_{Seil}	0,08 kg/m

Gewicht je Doppeltrommeleinheit : 3900 kg

Baubeschreibung der Schleppwinde

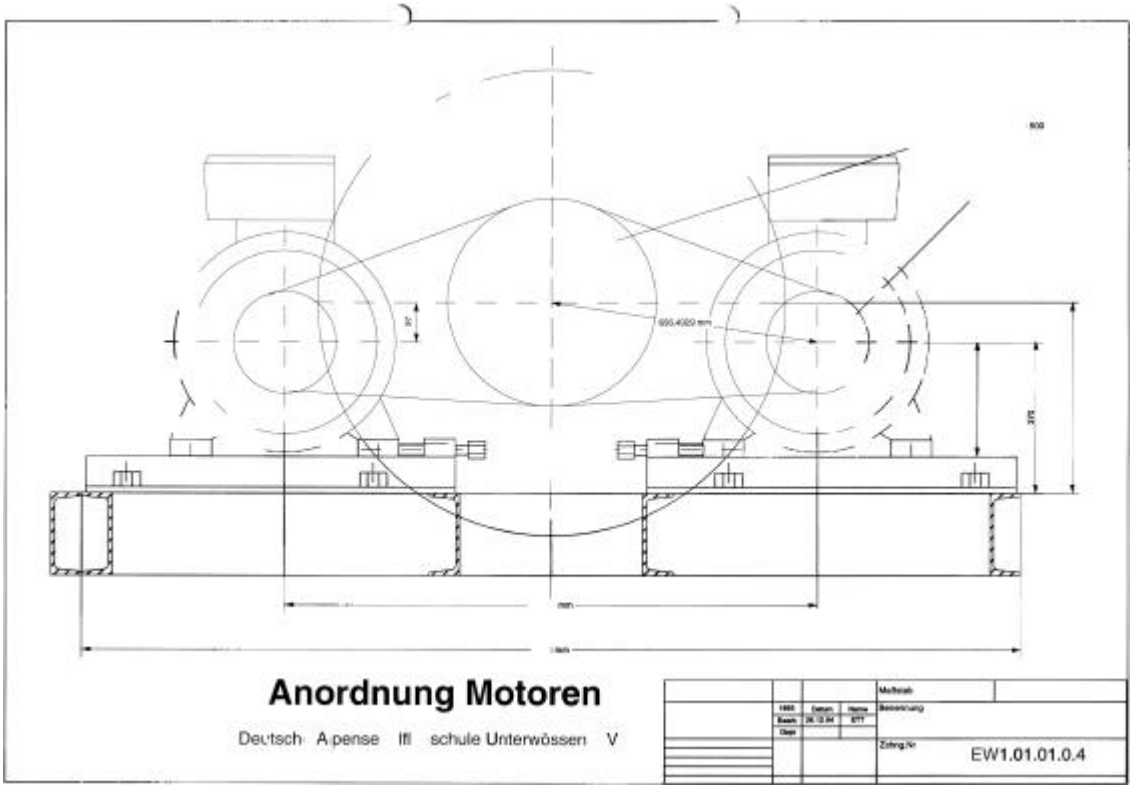
BAY-EL01

Die Viertrommel-Schleppwinde ist stationär aufgebaut und gegen Umwelteinflüsse durch eine Vollverkleidung aus rostfreiem Stahl geschützt.
Erstellt wurden zwei parallel aufgebaute Windeneinheiten mit jeweils zwei separat angetriebenen Trommeln, eine erhöht dahinter platzierte Fahrerkabine, sowie die notwendige Trafostation mit einem Transformator von 250 kVA Leistung, der die Hochspannung von 20000V in 400V umwandelt. Im Trafohaus ist auch der Schaltschrank mit Regelung sowie der Kompressor für die Pneumatikanlage eingebaut.
Um die Winde vor einem möglichen Hochwasser zu schützen, sind alle Komponenten auf einem Hügel aufgebaut. Der Hügel ist 3,2 m hoch und besteht aus ca. 800 t Schroppen
Die Betonplatte obenauf misst 7,5 x 6,5 m und ist 30 cm dick.
Der Zugang zur Plattform wird über zwei betonierte Treppen ermöglicht.

Die Windenkonstruktion besteht aus folgenden Baugruppen:

1. ANTRIEB KOMPLETT (4 STÜCK)
2. BREMSEINHEIT KOMLETT (4 STÜCK)
3. KAPPVORRICHTUNG (4 STÜCK)
4. SEILEINLAUF (4 STÜCK)
5. RAHMEN (2 STÜCK)
6. SEILFÜHRUNG (4 STÜCK)
7. VERKLEIDUNG (2 STÜCK)
8. KABINE
9. STEUERUNG

1. ANTRIEBSEINHEIT, für den Antrieb der einzelnen Seiltrommeln,



bestehend aus:

- MOTOR

  Asynchron-Drehstrom-Motor, Hersteller Siemens, als Fußmotor mit einer Nennleistung von 90 kW und einer Nenndrehzahl von 1480 min-1. Der Motor wird über Spannschienen mit der Rahmenkonstruktion verbunden und ist über Stellschrauben verschiebbar, um die erforderlichen Riemenspannung einzustellen.

- REGLER

  Frequenz-Umrichter, Hersteller Lenze, umschaltbar auf den Motor der jeweils angewählten Winde.
  Digitale Steuereinheit, mit 2x16-bit-Microcontroller.

- GETRIEBE

  Der Antrieb auf die Seiltrommeln erfolgt über einen Keilrippentrieb mit einer Untersetzung von i=2. Die Keilrippenräder sind aus Aluminium und jeweils über zentrierende Konusspannhülsen befestigt.

- TROMMEL-LAGER

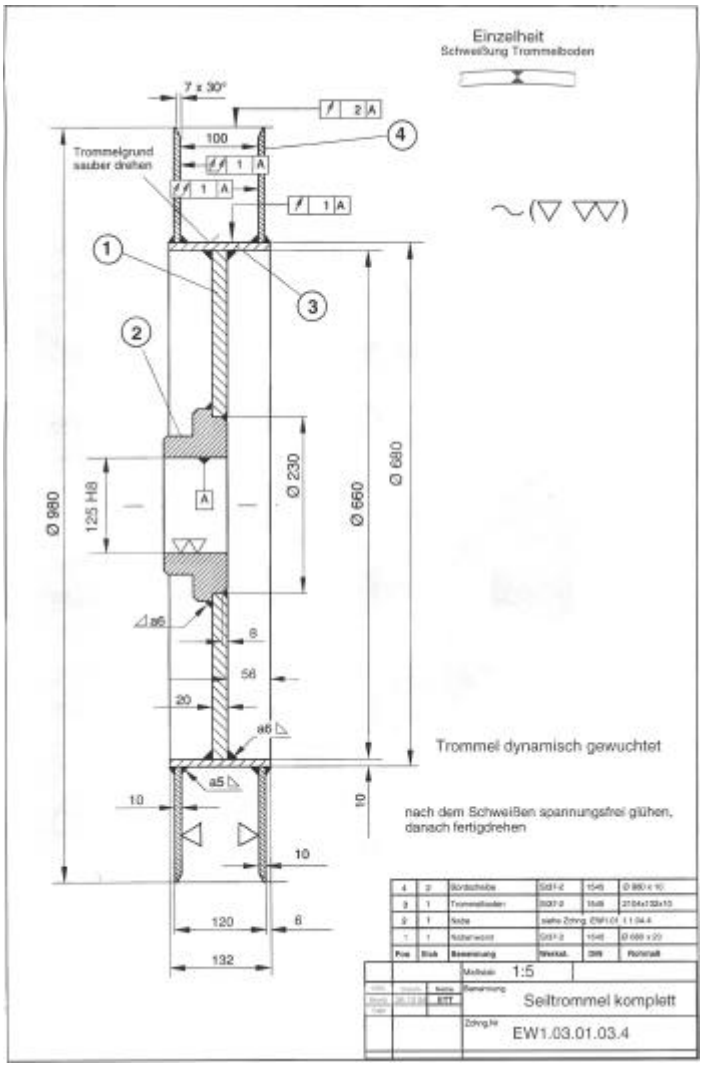
  Pendelrollenlager auf Spannhülsen mit Lebensdauerschmierung, als Stehlager in Gussgehäusen eingebaut. Die Stehlager werden auf den Anschraubkonsolen des Rahmens befestigt.

- TROMMEL-WELLE

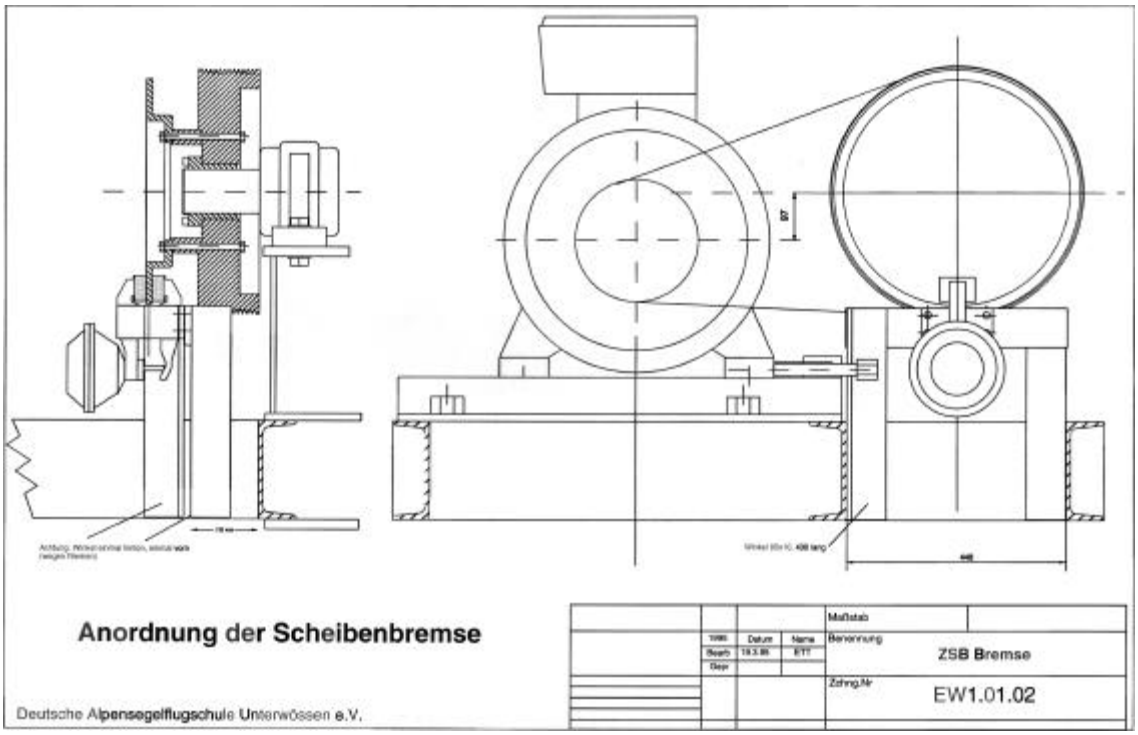
  In den Pendelrollenlagern gelagert, Festlagerseite an der großen Riemenscheibe.

- SEILTROMMEL

  als Schweißkonstruktion, fliegend gelagert.
  Kerndurchmesser 720 mm, Kernbreite 100 mm.
  Die Seiltrommel ist über zentrierende Konusspannhülsen auf der Welle befestigt. Die Trommeln sind statisch und dynamisch gewuchtet.
  Durch die geringe Wickelbreite und den Abstand zu den Azimutrollen kann auf eine Spulvorrichtung verzichtet werden.



2. BREMSEINHEIT, als Rückholbremse und Notbremse,



bestehend aus:

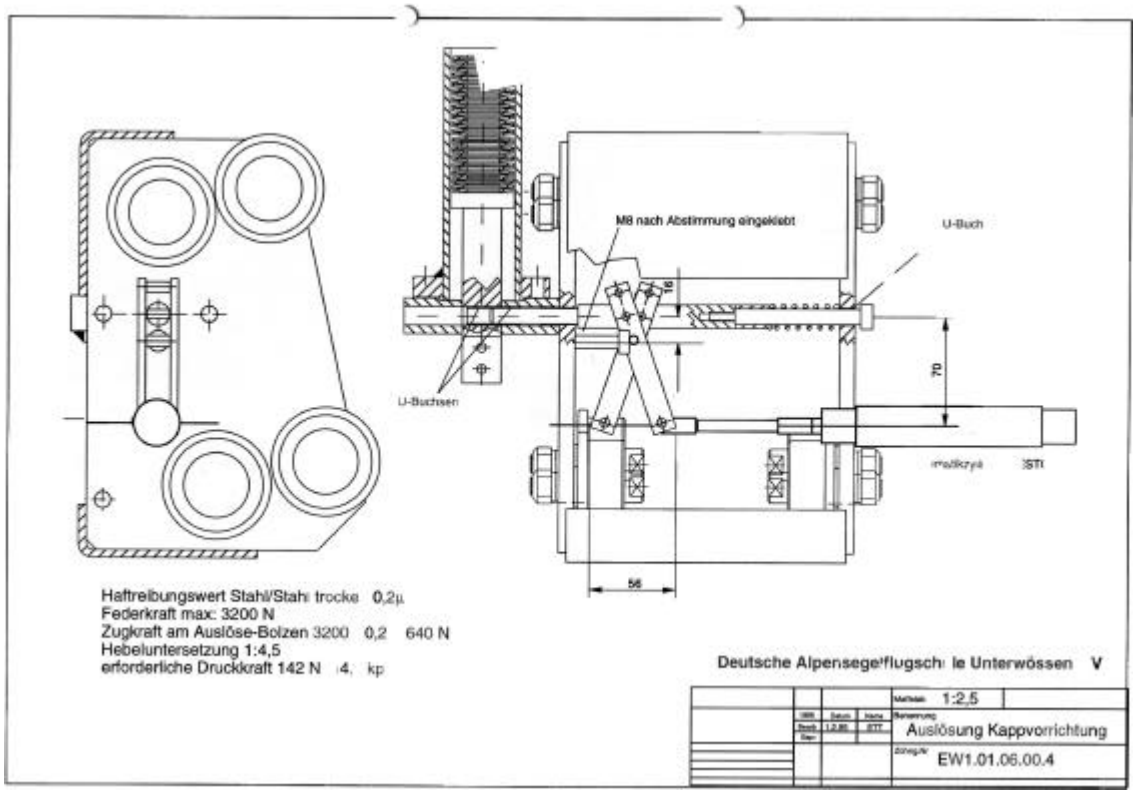
- BREMSZANGE

  Industrieausführung der DEUTSCHE VAN RIETSCHOTEN & HOUWENS GMBH, pneumatisch betätigt, mit Federrückstellung.
  Die Bremszange dient sowohl als Seilrückholbremse wie als Notbremse bei Ausfall des Reglers. Die Pneumatik wirkt auf alle Bremszangen gleichzeitig.

- BREMSSCHEIBE

  Industrieausführung der DEUTSCHE VAN RIETSCHOTEN & HOUWENS GMBH, axial am großen Keilrippenrad angeflanscht, damit auch bei Ausfall des Riemens sicher gebremst werden kann.

3. KAPPVORRICHTUNG, für das Kappen der Seile in Notfällen



bestehend aus:

- GEHÄUSE

  als geschweißte Winkelkonstruktion aus nitriertem Stahl.

- SCHLAGMESSER

  aus gehärtetem Werkzeugstahl mit unten offenen Führungen um ein Verklemmen durch Schmutz zu vermeiden.

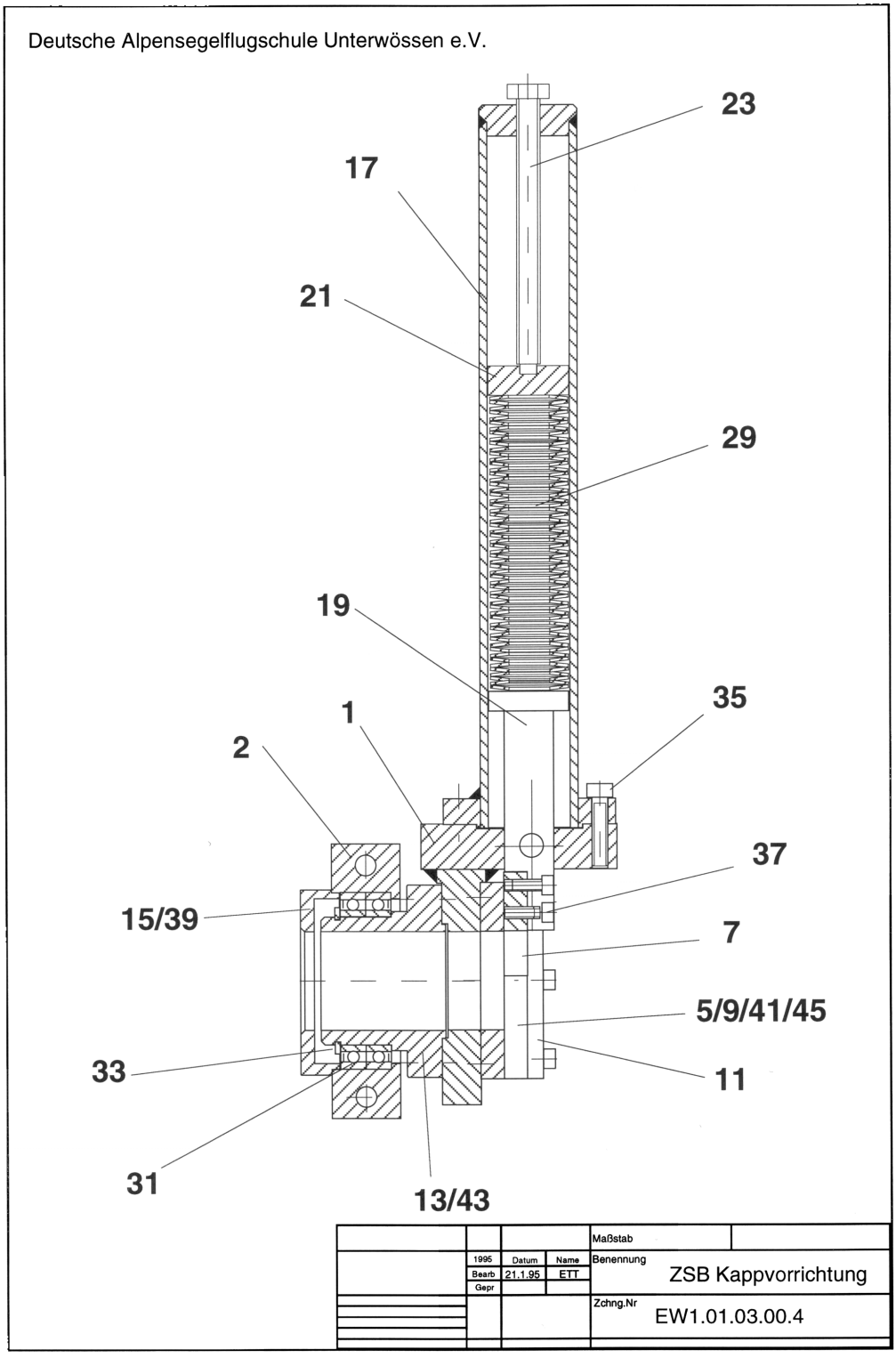
- FEDERVORSPANNUNG

  über Tellerfedern, durch Eindrehen einer Spannschraube gespannt. Maximale Vorspannung 300 kp.
  Der Messerbolzen wird durch einen Sicherungsstift in vorgespannter Position gehalten.

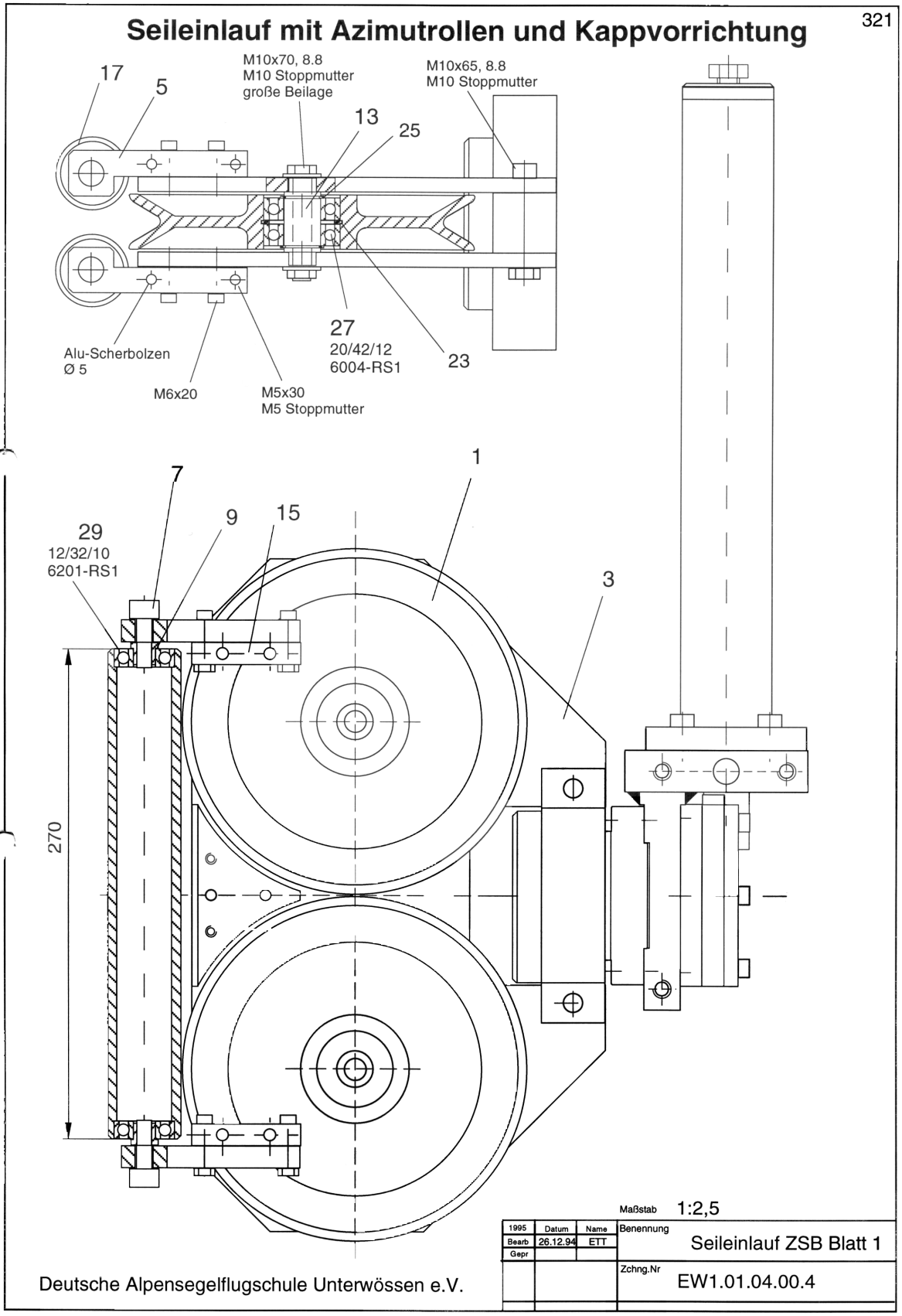
- AUSLÖSUNG

  des Sicherungsstifts über einen Hebel, der durch einen Pneumatikzylinder

betätigt wird. Ausgelöst wird über einen pneumatischen Nottaster in der Kabine, wodurch alle vier Seile gleichzeitig gekappt werden.
Der Druckluftspeicher hat in jedem Fall soviel Kapazität, dass auch bei Stromausfall ein sicheres Auslösen gewährleistet ist.



4. SEILEINLAUF (AZIMUTROLLEN) für eine sichere Einlaufumlenkung



- ROLLENPAAR GROSS

  aus gehärteten Seilrollen mit D_A = 190 mm,

  doppelt gelagert mit abgedichteten Rillenkugellagern.

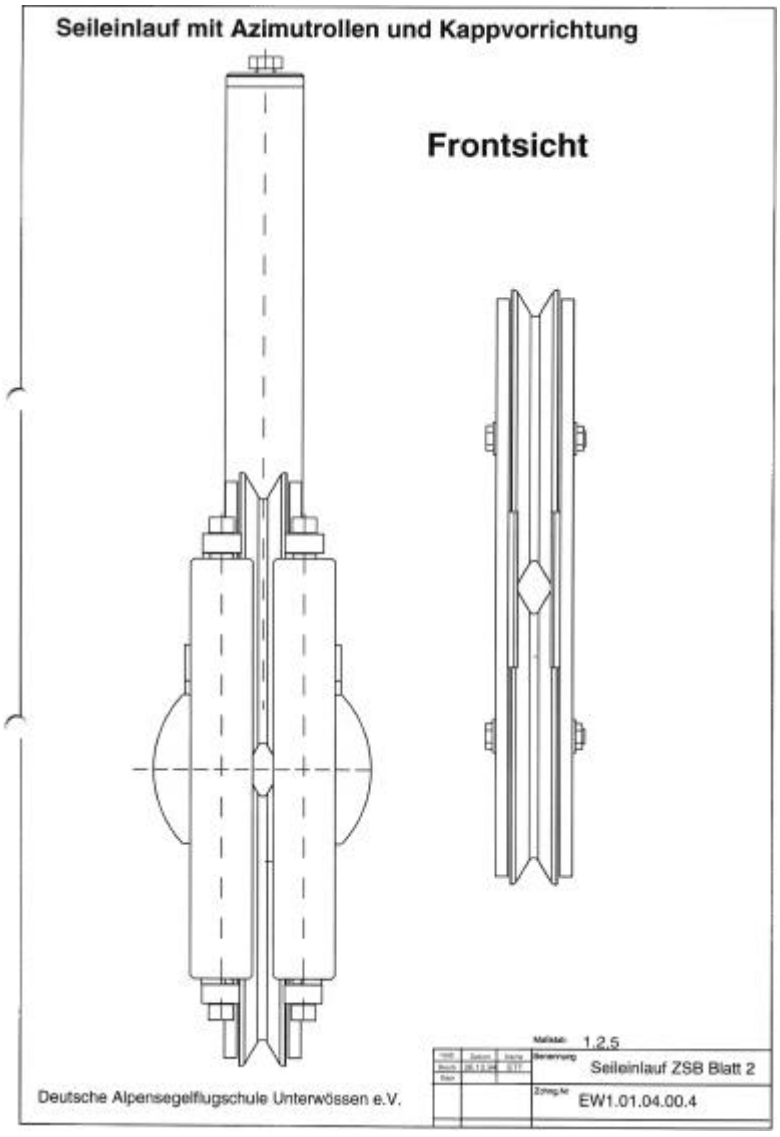
- ROLLENPAAR KLEIN

  aus gehärtetem Präzisionsrohr mit D_A = 40 mm,

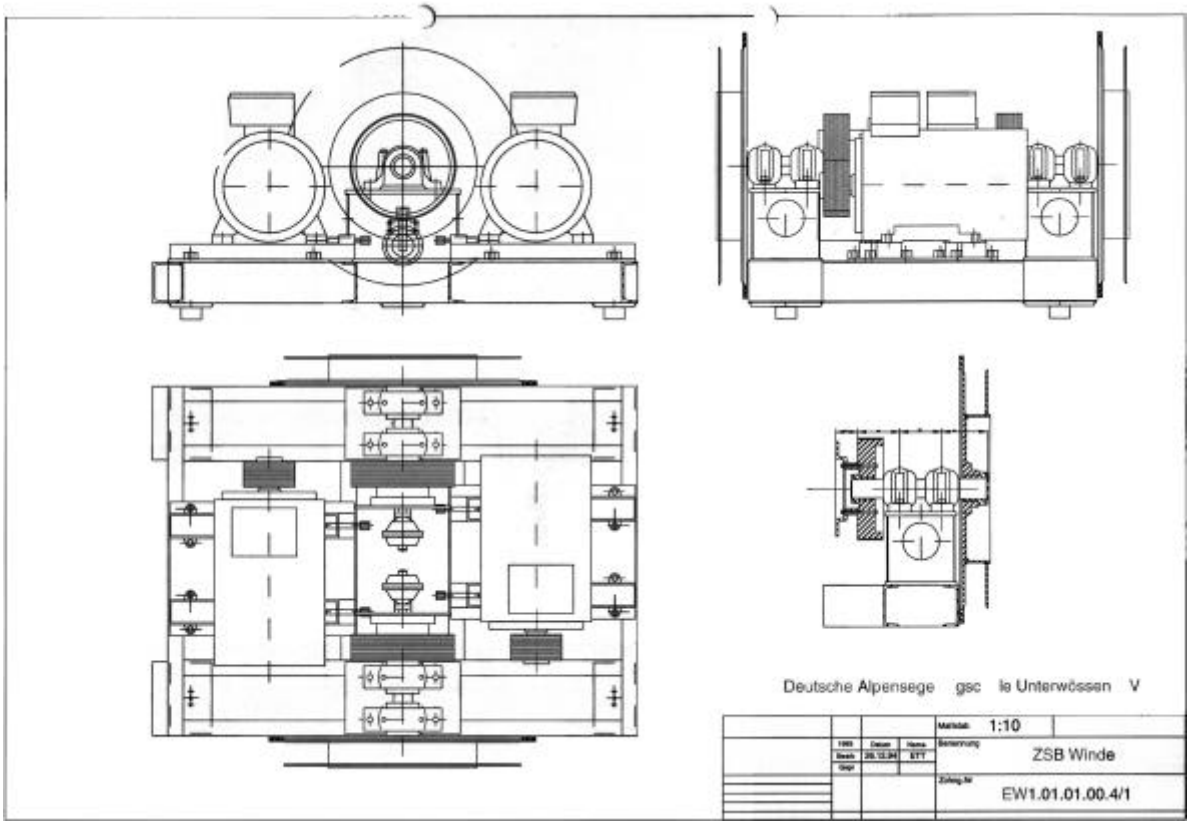
  doppelt gelagert mit abgedichteten Rillenkugellagern.

- AZIMUTGEHÄUSE

  aus massiven Platten, axial doppelt gelagert mit abgedichteten Rillenkugellagern. Die Aufhängung des kleinen Rollenpaars ist mit Sollbruchstellen ausgerüstet, die eine Beschädigung des Gehäuses gegen eingezogene Ringpaare weitgehend verhindern sollen. Das große Rollenpaar ist im Einlauf mit einem Schutz versehen um ein Einklemmen des Seils zwischen Rolle und Gehäuse auszuschließen.



5. GRUNDGESTELL, zur Aufnahme von zwei Trommeleinheiten,

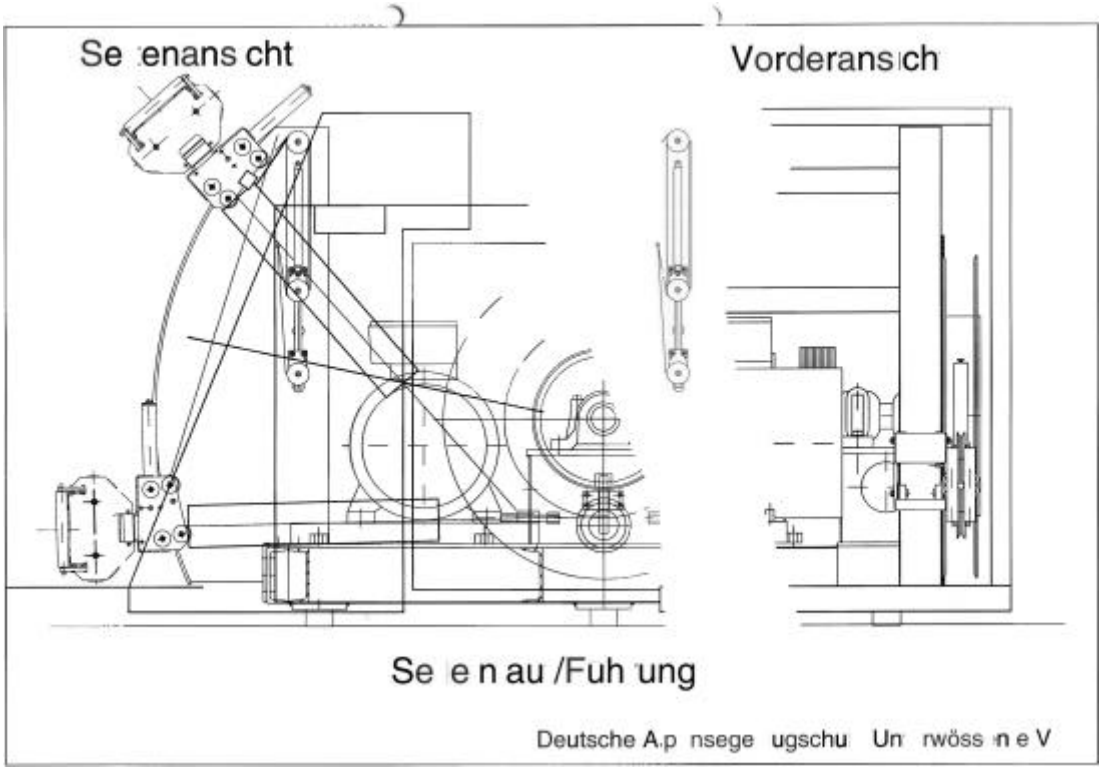


bestehend aus:

- RAHMEN

  massiven Profilen und stabilen Trägern mit aufgeschweißten Tragplatten und Konsolen für die Aufbauteile. Der Rahmen wird über Fußplatten, Gewindebolzen und Füße aus rostfreiem Stahl mit dem Fundament verbunden. Über Druckplatten und Einstellschrauben kann justiert werden. Auf einem Rahmen sind zwei Windeneinheiten aufgebaut. Korrosionsschutz durch mehrfache Lackierung.

6. SEILFÜHRUNG um den Seilverschleiß durch die starke Seilumlenkung auf den Azimutrollen zu verringern und die Seilbiegung zu reduzieren,



bestehend aus:

- FÜHRUNGSSEGMENT

  als Schweißkonstruktion , ausgebildet als Kurvenführung. Der komplette Azimutrollensatz ist auf einem Wagen befestigt, der auf einer Kurvenführung in vertikaler Richtung dem Seileinlaufwinkel folgt. Die Kurvenführung ist dabei so ausgelegt, dass der Seileinlauf der Azimutrollen den Wickelradius tangiert.

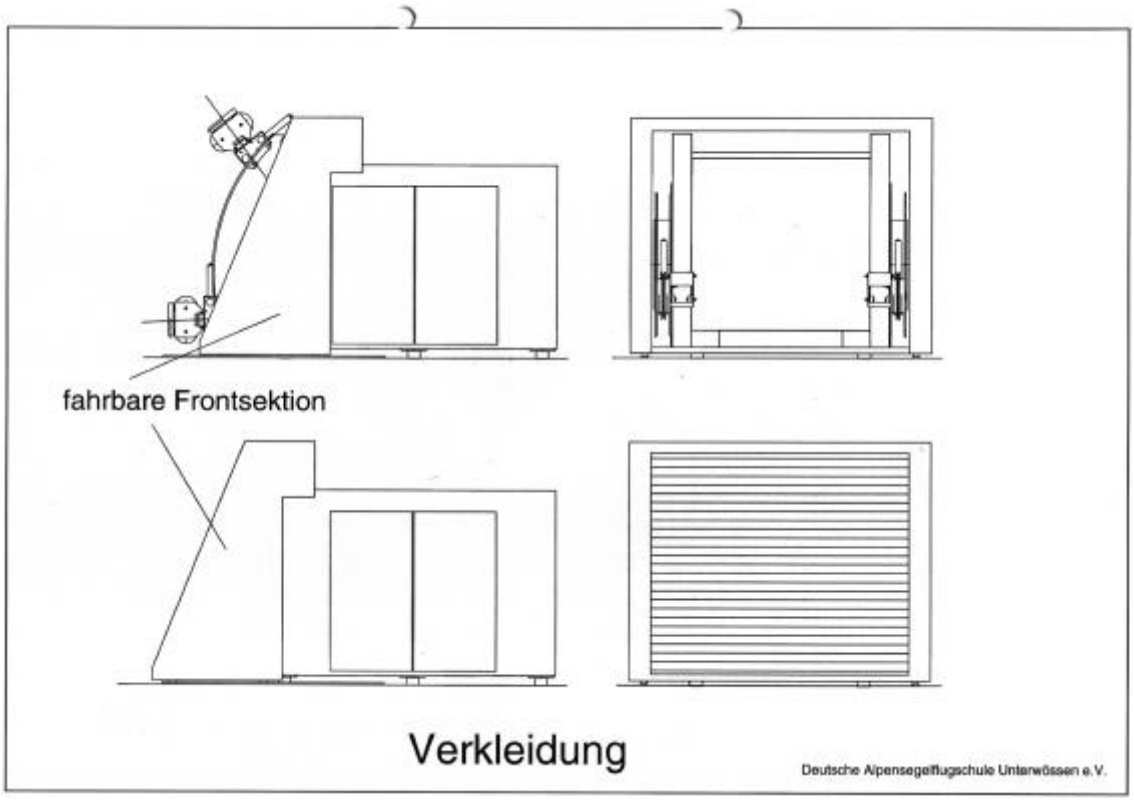
- FÜHRUNGSWAGEN,

  läuft über kugelgelagerte Rollen auf dem Führungssegment und trägt die Azimutrolleneinheit und die Kappvorrichtung.

- GEWICHTSAUSGLEICH

  Das Gewicht der kompletten Wageneinheit mit Azimutrollensatz und Kappvorrichtung wird über eine Konstruktion aus Gasdruckfeder, Geradführung und Flaschenzug so ausgeglichen, dass eine Restkraft von 15 kp vertikal nach unten verbleibt.

7. VERKLEIDUNG, zum Schutz vor Witterungseinflüssen,



bestehend aus:

- SEITENVERKLEIDUNG

  aus rostfreiem Stahl, zur Abdeckung der Seiltrommeln und des Seileinlaufs. Verschließbare Doppeltüren aus rostfreiem Stahl erlauben bequemen Zugang zu den Seiltrommeln.

- FRONTVERKLEIDUNG

  aus rostfreiem Stahl, zur Abdeckung der Führungssegmente der Seilführung. Die Frontverkleidung ist auf Schienen verschiebbar und an der Vorderseite mit einem elektrisch betätigtem Rollo ausgerüstet, sodass zum Windenbetrieb die Frontverkleidung bei eingefahrenem Rollo soweit zurückgefahren werden kann, dass die Führungssegmente frei sind.

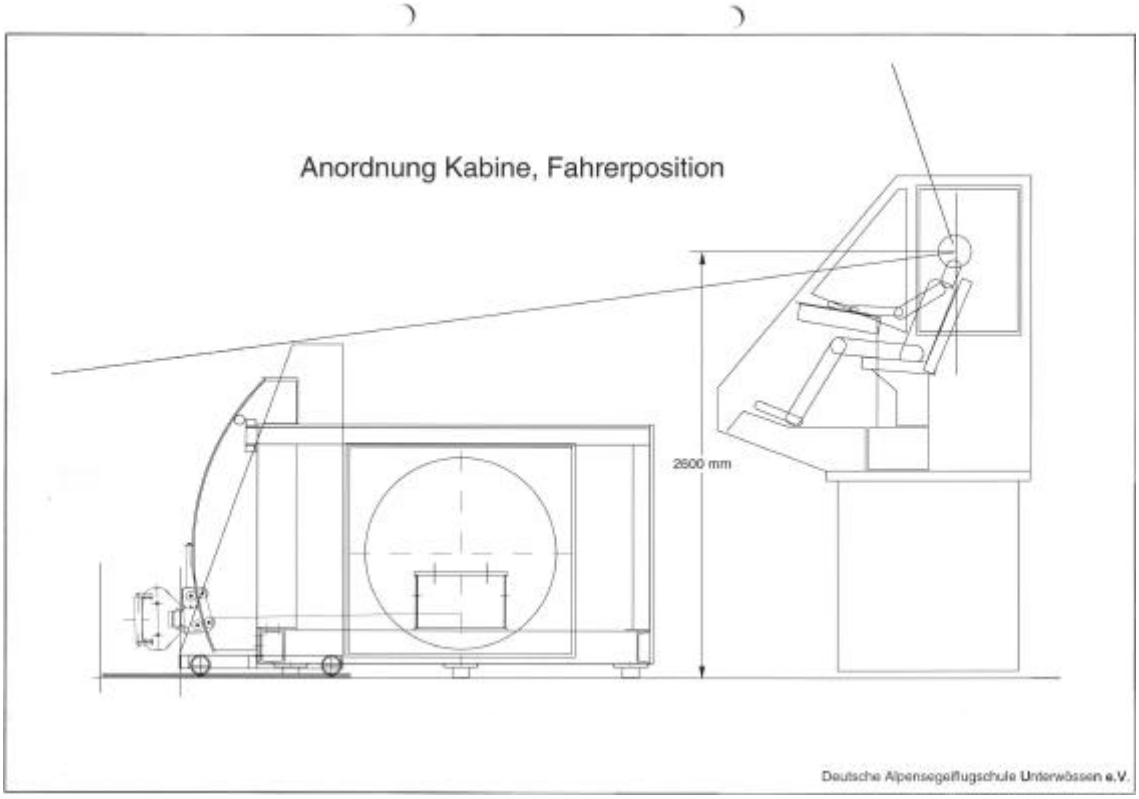
- DECKELVERKLEIDUNG

aus rostfreiem Stahl, zur Abdeckung der Motoren, als Schiebedeckel ausgeführt, um einfachen Inspektionszugang zu gewährleisten.

- RÜCKVERKLEIDUNG

aus rostfreiem Stahl, zur Abdeckung der Rückseite, als verschraubte Stecktür ausgeführt, um einfachen Inspektionszugang zu gewährleisten.

8. FAHRERKABINE, zur Bedienung der Winde,



bestehend aus:

- KABINE

aus rostfreiem Stahl, mittig hinter den Windeneinheiten auf einem Sockel aufgebaut. Die erforderliche Sicht auf den Startvorgang ist durch die aus einem Stück gefertigte Front-Dachscheibe hervorragend. Alle Scheiben sind aus absolut schlagfestem Makrolon gefertigt. Das seitliche Fenster und die hintere Scheibe sind ausstellbar. Der pneumatisch gefederte

Fahrersitz ist in allen Richtungen einstellbar. Ebenfalls zur Ausstattung gehören ein elektrisch betätigter Scheibenwischer, Freisprechtelefon, Funkgerät, Radio und eine Klimaanlage. Der Zugang wird über eine Treppe mit Handlauf gewährleistet.

- BEDIENPULT,

  in der Fahrerkabine mit übersichtlich angeordneten Bedienelementen und Anzeige- und Überwachungseinheiten.
  Der Betrieb der Winde wird über vier gegenseitig verriegelte Auswahltaster sowie über den Fahr/Bremshebel gesteuert. (siehe Bedienungsanleitung)

- WARNBLINKLEUCHTE,

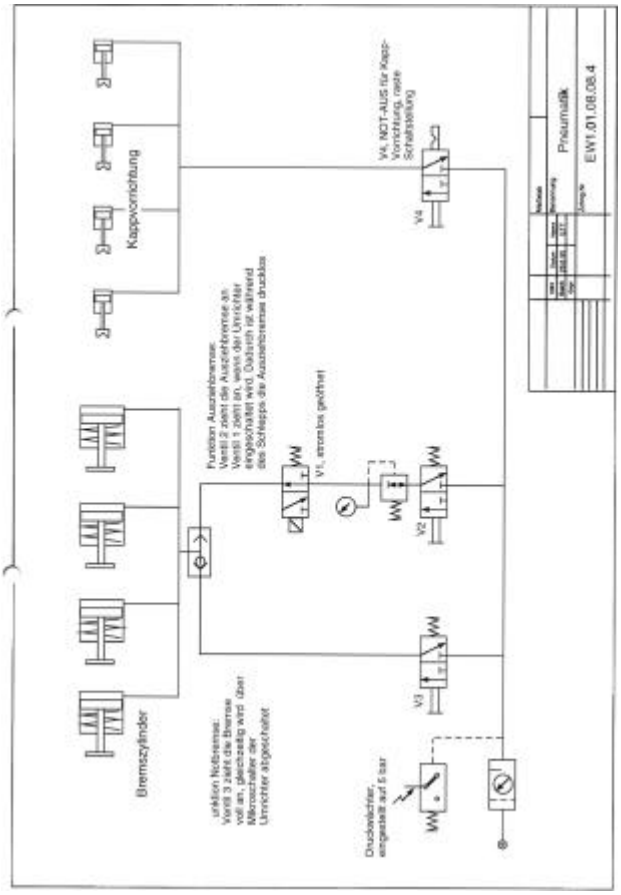
  auf einem Masten erhöht an der Trafostation montiert, automatisch über die Trommelauswahltasten betätigt.

9. STEUERUNG

bestehend aus:

- SCHALTSCHRANK

  im Kundenraum der Trafostation aufgebaut. Der Schaltschrank enthält alle für den Betrieb und die Sicherheit erforderlichen Bauelemente sowie die Komponenten Frequenzumrichter, Drosseln und Bremschopper.

- PNEUMATIK

  Der Kompressor mit Druckluftspeicher, Wartungseinheit und Drucküberwachung ist im Kundenraum der Trafostation aufgebaut.
  Die notwendigen Steuerventile sind mechanisch betätigt, um auch bei Netzausfall die Funktion zu gewährleisten. Die manuell zu betätigenden Ventile sind im Bedienpult platziert.