



Funktionale Leistungsbeschreibung

Single-Unterflurradsatzdrehmaschine





Vorwort

Diese Funktionale Leistungsbeschreibung wurde erstellt für:
Brandenburger Verkehrsbetriebe an der Havel GmbH
Betriebshof Upstallstraße Brandenburg

Diese Funktionale Leistungsbeschreibung wurde erstellt von:
DB Systemtechnik GmbH
Infrastruktur Fahrzeuginstandhaltung
Bahntechnikerring 74
14774 Brandenburg-Kirchmöser



Projektnummer: 75369-001

Dokumentbezeichnung: Single-Unterflurradsatzdrehmaschine

Versionierung

| Version | Datum | Beschreibung (z.B. Seite/ Kapitel) | gez. Name |
|---------|------------|------------------------------------|-----------|
| 1.5 | 12.02.2026 | Erstausgabe | Rüder |
| | | | |
| | | | |

Copyright

©2026 DB Systemtechnik GmbH; alle Rechte vorbehalten; All rights reserved.



Inhalt

| | |
|--|----------|
| 1 Vorbemerkungen | 5 |
| 1.1 Allgemeines | 5 |
| 1.2 Aufgabenstellung | 5 |
| 1.3 Projektablauf | 6 |
| 2 Technische Anforderungen | 7 |
| 2.1 Umgebungsbedingungen | 7 |
| 2.1.1 Halle und Fundament/ Grube | 7 |
| 2.1.2 Medienanschlüsse | 10 |
| 2.1.3 Stahlbau an/ in der Grube | 11 |
| 2.1.4 Gleisanbindung/ Schienenanlage der Maschine | 11 |
| 2.1.5 Weiteres | 11 |
| 2.2 Allgemeine technische Anforderungen | 12 |
| 2.3 Anforderungen an die Maschine | 13 |
| 2.3.1 Werkstückmaße, Fahrzeuge, Radsätze, Kräfte | 13 |
| 2.3.2 Fixierung (Niederhalten/ Unterstützen/ Einspannen) von Radsätzen | 17 |
| 2.3.3 Bearbeitungsaufgaben | 19 |
| 2.3.4 Mess- und prüftechnische Anforderungen | 23 |
| 2.3.5 Elektrotechnische Anforderungen | 30 |
| 2.3.6 Steuerungstechnische Anforderungen | 31 |
| 2.3.7 IT-/OT-Anforderungen | 36 |
| 2.3.8 Korrosionsschutz und Farbgebung | 40 |
| 2.4 Anforderungen an Arbeitssicherheit, Gesundheitsschutz, Umweltschutz, Betriebs- und Hilfsstoffe | 41 |
| 2.4.1 Tritte, Griffe, Geländer | 41 |
| 2.4.2 Schutzbedarf Bediener | 42 |
| 2.4.3 Schutz bei Wartung/ GPK | 42 |
| 2.4.4 Personennotsignalanlage (PNA) | 42 |
| 2.4.5 Lärmemission | 43 |
| 2.4.6 Einspannwerkzeuge (Pratzen)/ Pratzenmagazin | 43 |
| 2.5 Sonstige Anforderungen | 43 |
| 2.5.1 Leitungen, Schläuche, Steckverbindungen | 44 |
| 2.5.2 Befestigungen, Verschraubungen | 44 |
| 2.5.3 Service und Wartung | 44 |
| 2.6 Anforderungen an die Peripherie/ Komponenten | 45 |
| 2.6.1 Aufgeständerte Gleise | 45 |
| 2.6.2 Späneentsorgung | 45 |
| 2.6.3 Staub- und Rauchgasabsauganlage | 46 |
| 2.6.4 Hydrauliksystem | 47 |
| 2.6.5 Schleppfahrzeug (SFZ) | 47 |
| 2.6.6 Ersatz- und Verschleißteilpaket | 47 |



| | |
|--|-----------|
| 3 Gesetze, Richtlinien und Normen | 48 |
| 3.1 Grundsätze | 48 |
| 3.2 Normen | 49 |
| 3.3 Vorgaben des VBB | 50 |
| 4 Lieferbedingungen | 51 |
| 5 Dokumentation | 52 |
| 5.1 Grundsätze | 52 |
| 5.2 Unterlagen zum Angebot | 52 |
| 5.3 Unterlagen nach Auftragserteilung | 53 |
| 5.4 Vollständige Dokumentation | 53 |
| 6 Lieferung, Montage und Einweisung | 56 |
| 6.1 Beistellungen des Auftraggebers | 56 |
| 6.2 Montagebedingungen | 56 |
| 6.2.1 Abfall/ Abfallentsorgung | 57 |
| 6.3 Einweisung und Schulung | 57 |
| 6.4 Technische Verfügbarkeit des Systems | 58 |
| 6.5 Baubegleitung/ Kooperation Bau durch Bieter | 58 |
| 7 Prüfungen, Freigaben, Endabnahmen, Probetrieb, Wartung (Quality Gates) | 60 |
| 7.1 Inbetriebnahme | 60 |
| 7.2 Funktionsprüfung beim Auftragnehmer (FAT) | 60 |
| 7.3 Maschinentechnische, messtechnische bzw. prüftechnische Freigabe (mtF) | 60 |
| 7.4 Probetrieb | 61 |
| 7.5 Endabnahme | 62 |
| 7.6 Gewährleistungsfrist für Mängelansprüche inkl. geplanter Wartungen | 62 |
| 7.7 geplante Wartung außerhalb der Verjährungsfrist für Mängelansprüche (Option) | 63 |
| 8 Serviceleistungen während der Verjährungsfrist für Mängelansprüche | 64 |
| 9 Abkürzungsverzeichnis | 65 |
| 10 Anlagen | 68 |

1 Vorbemerkungen

1.1 Allgemeines

Die Verkehrsbetriebe Brandenburg an der Havel GmbH (kurz: VBBr) ist ein Verkehrsunternehmen, das den öffentlichen Personennahverkehr in dieser Stadt und teilweise angrenzendem Umland betreibt. Das Unternehmen ist vollständig im Stadtbesitz. Derzeit werden 14 Buslinien betrieben und zwei Straßenbahnlinien. Die Straßenbahn verkehrt dazu auf insgesamt ca. 39km Gleisnetz (Meterspur), dazu wird eine Gleichspannung von 600V DC genutzt (Oberleitung; zukünftig 750V). Die Instandhaltung der insgesamt vier verschiedenen Straßenbahntypen (zzgl. einzelner Sondertypen) erfolgt in dem Betriebshof in der Upstallstraße 18 im Norden der Stadt:



Abbildung 1: Lage der Werkstatt in der Upstallstraße [nach google maps]

Für die Instandhaltung an Radsätzen der Straßenbahn (Vermessung, Reprofilierung) wird u.a. eine Unterflur-Radsatz-Drehmaschinen (URD) genutzt. Aktuell im Betrieb befindlich ist eine Niles-Simmons UPM1T aus dem Jahr 1999 mit einer Siemens 840C-Steuerung. Verschleiß an mechanischen Komponenten, sich verschlechternde Ersatzteilversorgung und v.a. Obsoleszenz bei Steuerungsbaugruppen machen es fast unmöglich, die notwendige Maschinenverfügbarkeit zu gewährleisten. Eine schlechte URD-Verfügbarkeit wirkt sich jedoch stark verfügbarkeitsmindernd auf die Straßenbahnflotte aus. Um auch weiterhin eine zuverlässige Umlaufbedienung ohne Ausweitung der Fahrzeugreserve zu gewährleisten, muss die Maschine daher erneuert werden.

Es handelt sich um einen Ersatzneubau der Bestands-Maschine an demselben Standort, im Idealfall mit wenig Anpassungen am Fundament. Der zeitnahe Ausbau und die Entsorgung der Bestandsmaschine ist Leistungsbestandteil des Bieters.

1.2 Aufgabenstellung

Gegenstand dieser funktionalen Leistungsbeschreibung (FLB) ist die Fertigung, Lieferung, Montage, Inbetriebnahme, Schulung, Probetrieb und entsprechende Abnahmen einer Single-URD inkl. notwendigem Zubehör/ Peripherie sowie integrierter Messeinrichtung/ Messsystem nach aktuellem Stand der Technik. Der Rückbau und die Verwertung der Bestandsmaschine ist ebenso Leistungsbestandteil (besenreine Übergabe der Bestandsgrube).



Die Neumaschine muss die Bestandsmaschine ersetzen und ist im Idealfall mit möglichst wenig Fundamentanpassungen in die Bestandsgrube integrierbar.

Es ist vorgesehen, dass die Ausführungsplanungen für Bau und Maschinentechnik parallel stattfinden, um diverse Details bidirektional festzulegen.

Die Begleitung der Funktionsprüfung beim Hersteller (Herstellerabnahme/ Factory Acceptance Test „FAT“), der Freigabe zum Probetrieb (prüf, mess- und maschinentechnische Freigabe), des Probetriebs und der Endabnahme der Maschine sind im Leistungsumfang des Bieters inbegriffen.

Optional muss vom Bieter mit angeboten werden:

- Zusätzliche Bedienschulung innerhalb der Gewährleistungsfrist (siehe 6.3)
- Verlängerungen Verjährungsfrist für Mängelansprüche inkl. geplanter Wartungen (siehe 7.6)
- Geplante Wartungen außerhalb der Verjährungsfrist für Mängelansprüche (siehe 7.7)
- „Späneluke“ für die einfachere Grubenreinigung (siehe 2.6.2.1)

Eine Vor-Ort-Begehung/ Besichtigung der Bestandssituation muss durch den Bieter durchgeführt werden und ist Voraussetzung für eine Angebotsabgabe (siehe dazu Anlage 6)! Nur so kann die Vor-Ort-Situation korrekt bewertet werden.

Alle im verhandelten Endangebot des Bieters zugesagten Soll-Kriterien werden Leistungs- und Vertragsbestandteil.

1.3 Projektablauf

Die Betriebsaufnahme der URD soll so schnell wie möglich erfolgen, spätestens im vierten Quartal 2026.

2 Technische Anforderungen

2.1 Umgebungsbedingungen

Folgende Umgebungsbedingungen sind am URD-Standort und für die Maschinenauslegung zu beachten:

- Temperaturbereich von 10 °C bis 40 °C (Produktionshalle), im Winter können kurzfristig Minustemperaturen auftreten
- Temperaturbereich des zu bearbeitenden Werkstücks von -20 °C bis 40 °C
- Luftfeuchtigkeit von 20- 85 %

Es können die in einem Produktionsbetrieb üblichen Verschmutzungen auftreten (Stäube, Aerosole). Die benachbarten Bereiche um den Maschinenstandort werden auch während der De- und Montagearbeiten weiter normal produzieren.

Die Umgebungsbedingungen im IST-Zustand können bei einer Vor-Ort-Begehung durch den Bieter aufgenommen werden.

2.1.1 Halle und Fundament/ Grube

Die Maschine befindet sich aktuell auf dem Gleis 7 der Straßenbahnwerkstatt:

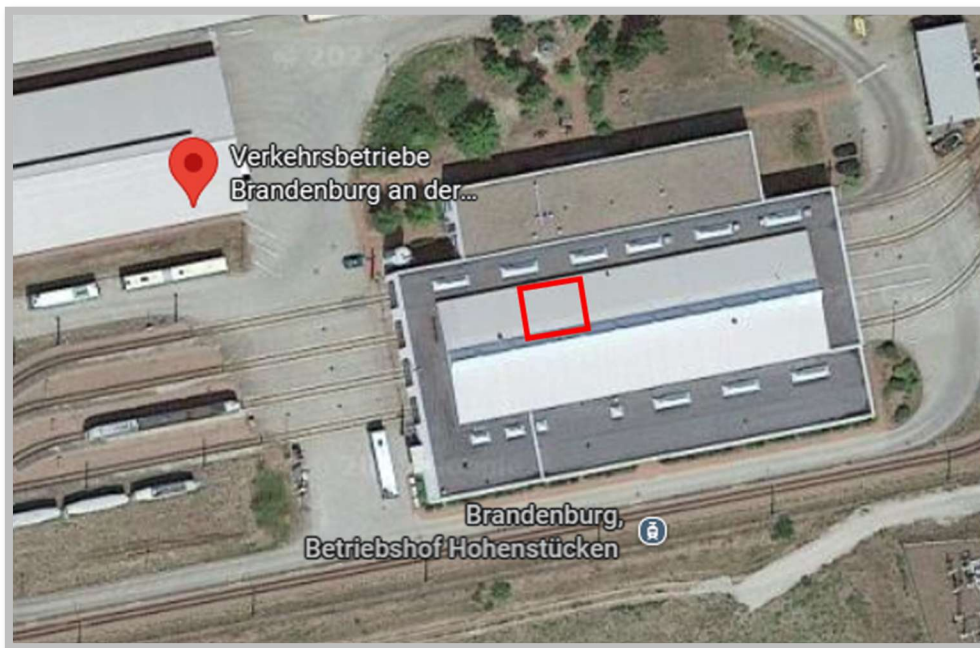


Abbildung 2: Lage der Bestandsgrube im Betriebshof [nach google Maps]

Es ist Leistungsinhalt des Bieters, die Bestandsituation aufzunehmen (Vor-Ort-Begehung, Einsicht Bestandsdokumentation, ggf. Fundamentvermessung) und die notwendigen Änderungen für die Neumaschine vollständig zu beplanen (Layout des Fundaments inkl. der Maschinenperipherie und erforderlicher Vertiefungen, Medienschächte/ Leerrohre, Pumpensumpf usw. sowie Bereitstellung erforderlicher Belastungspläne). Der AG erhält alle notwendigen Unterlagen, um das Fundament und seiner ggf. notwendigen Peripherie erstellen zu können. Der Umbaufwand am Bestandsfundament soll so gering wie möglich ausfallen. Es ist zu berücksichtigen, dass alle waagerechten Fundamentflächen (inkl. der Vertiefungen) eine bestimmte Neigung/ Gefälle in Richtung eines oder mehrerer Pumpensümpfe aufweisen. Diese Neigung/ Gefälle müssen in den Aufstellungsplänen des Bieters vorhanden und ersichtlich sein!

Der Bieter begleitet und unterstützt den AG bei der Fundamentplanung und bekommt die vom AG erstellten Schal- und Bewehrungspläne zur Prüfung sowie nimmt mindestens bei der letzten Endabnahme des fertigen/ angepassten Fundaments teil (Leistungsbestandteil Bieter).

Der AG stellt die Unterlagen des Bestandsfundamentes sowie den Aufstellplan der Bestandsmaschine bereit, siehe Anlagen 7 und 8.

Es befindet sich eine Oberleitungsanlage (OLA) oberhalb der Maschine, die aktuell mit der Maschinensteuerung verschaltet ist (OLA nur einschaltbar, wenn Maschine in Grundstellung). Es befindet sich eine 1t-Laufkatze über der Grube, die allerdings nur entlang der Gleismitte verfahren kann.

Die Fahrzeugvertaktung erfolgt in Eigentraktion oder durch manuelles Verschieben des Straßenbahnfahrzeuges.



Abbildung 3: Blick auf die Bestandsmaschine [DB Systemtechnik GmbH, VQ.TV112]

Die Bestandsgrube hat folgende Abmaße:

- Länge: 8,78 m
- Breite: 7,10 m (ohne Schaltschranktasche)
- Tiefe: -2,4 m

Die Neumaschine soll wie in der Bestandssituation in Länge und Breite mittig in der Grube positioniert werden.

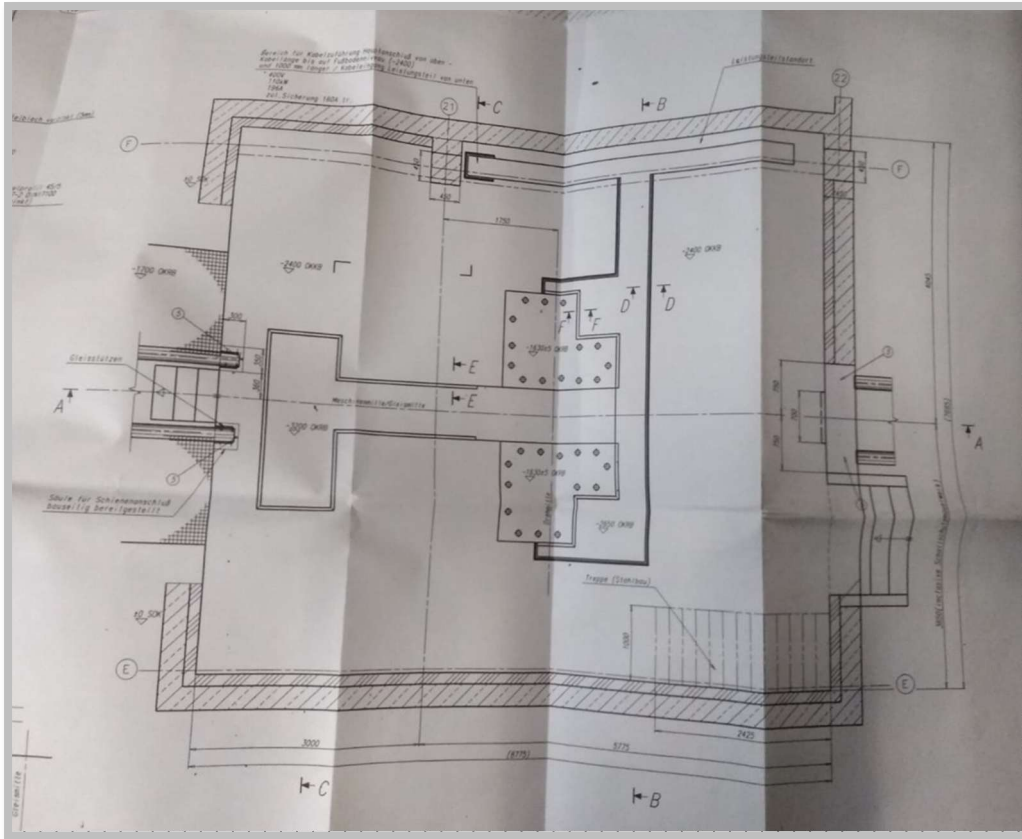


Abbildung 4: aktueller Grubengrundriss [Niles-Simmons Chemnitz]

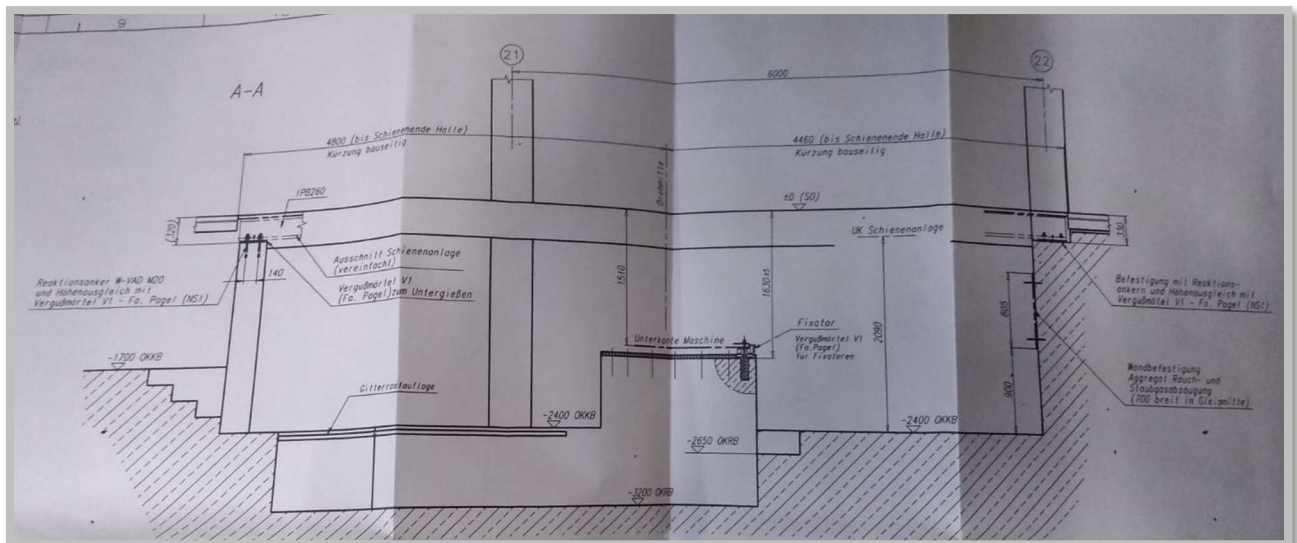


Abbildung 5: aktueller Grubenlängsschnitt [Niles-Simmons Chemnitz]

Die Pläne können in größerer Auflösung auch den Anlagen 7 und 8 entnommen werden. Die Schalt- und Steuerschränke stehen derzeit an der nördlichen Grubenwand und sollten auch für die Neumaschine dort verortet sein.

Das Hydraulikaggregat und die Staub- und Rauchabsaugung sind derzeit östlich der URD in der Grube platziert. Bei der neuen Maschinenaufstellung unterbreitet der Bieter dem AG einen Vorschlag zur Platzierung der neuen Aggregate (Hinweis: maximale Lärmreduktion ist wünschenswert).

Es gibt eventuell die Möglichkeit, das neue Hydraulikaggregat im am westlichen Grubenrad bestehenden „Lageraum für Kühlwasser und Altöl“ zu integrieren (z.T. also eine Art Technikraum; wäre für eine gute Lärminderung die beste Lösung- siehe Anlage 9). Diese Mög-



lichkeit wird sich aber erst im weiteren Projektverlauf konkretisieren, der Aufwand für eine Maschinenaufstellung nach dieser Anforderung ist bereits im Angebotspreis zu inkludieren. Die neue Staub- und Rauchabsauganlage soll dort montiert/ positioniert werden, wie es auch im Bestand realisiert ist.

Die neue Späneentsorgung soll so gestaltet werden, dass die Förderer die Späne aus der Grube transportieren und dann in einen Container auf SOK-Ebene an der südwestlichen Grubenkante übergeben (Container ist Lieferbestandteil Bieter).

Das Gleis ist mindestens auf Vor- und Nachstelllänge des längsten Fahrzeuges neigungs- und gefällefrei.

2.1.2 Medienanschlüsse

Die erforderlichen Medienanschlüsse (Elektro, Netzwerk, ggf. Druckluft) werden mindestens bis zu einer definierten Schnittstelle vom AG zur Verfügung gestellt. Diese Schnittstelle definiert sich nach dem final festgelegten Aufstellungsplan der Maschine und ihrer Peripherie im Rahmen der Ausführungsplanung. Das Angebot ist so zu gestalten, dass alle erforderlichen Medien im Bereich der Schalt- und Steuerschränke anliegen und von dort aus durch den Bieter weiterverteilt werden (Maschine, ggf. Lagerraum als Technikraum).

Im Angebot müssen durch den Bieter die notwendigen Medienanschlüsse für die Maschine entsprechend der gestellten Anforderungen in Art und Dimensionierung benannt werden:

- Elektro (durchschnittliche und maximale Leistungsaufnahme in kVA)
- Netzwerk (Leitungstyp, Datenübertragungsrate)
- Ggf. Druckluft (durchschnittlicher Verbrauch in m³/h; Anschlussart und -druck)

Vorgesehene Anschlüsse

Elektroanschluss:

- Betriebsspannung 400 V AC / 3 Phasen
- Netzfrequenz 50 Hz
- E-Anschluss Netzform TN-C
- E-Anschlussleistung 1 x 80 kVA

Die angegebene E-Anschlussleistung von 1x 80 kVA ist die maximal verfügbare Leistung, die der Standort bereitstellen kann.

Die Werkstatt läuft elektrisch im „Inselbetrieb“, eine Trennung von „Schienen-Null“ und „50Hz-Null“ ist nicht erforderlich.

Pumpensumpf/ Abwasser:

Für eine Entwässerung der durch Fahrzeuge eingebrachten Niederschläge, Instandhaltungsarbeiten an der Maschine und ggf. Reinigungsarbeiten innerhalb der Grube entstehenden Abwässer wird im Rahmen der Ausführungsplanung gemeinsam mit dem AG eine Pumpensumpfposition festgelegt (je nach Grube können es auch mehrere Pumpensümpfe sein). Die Flächen in der Grube und die Vertiefungen (Späneschächte, Medienkanäle, ...) sind entsprechend mit Gefälle/ Rohrsystem/ Verbindungen auszustatten.

Netzwerkanschluss

Netzwerkleitung nach aktuellem Standard (min. Kategorie 7/ Cat 7).



2.1.3 Stahlbau an/ in der Grube

Durch den Bieter sind folgende Bauteile in und an der Grube in enger Abstimmung mit dem AG zu planen, zu liefern und zu montieren:

- Treppen in und aus der Grube
- Geländer am Rand der Grube inkl. einer gleisseitigen Absturzsicherung für den Fall der „leeren Maschine“ auf Ebene +/- 0 m (SOK)
- Maschinenzugänge, Tritte, weitere benötigte Treppen und/ oder Erhöhungen
- Abdeckplatten und -roste
- Abdeckungen von Medienkanälen/ Vertiefungen (Hinweis: Option „Späneluke“)
- Abdeckungen im Umfeld der Späneförderung
- Gleisaufständigung innerhalb der Grube bis zur jeweiligen Grubenkante (inkl. Verbindung zum Hallengleis des AG)

Sämtliche Stahlarbeiten mit Bezug auf die funktionsfähige Maschine sind durch den Bieter zu erbringen. Ausnahme: die einzubetonierenden „Auflagewinkel für Abdeckbleche“ im Bodenbereich liefert der AG. Sollten von der Bestandsmaschine und der Bestandsperipherie Komponenten sinnvoll weiterverwendet werden können (z.B. Treppen, Geländer) so ist das bei der De-/ und Montage entsprechend zu berücksichtigen.

2.1.4 Gleisanbindung/ Schienenanlage der Maschine

Die beidseitige Herstellung der Gleisanbindung vom Hallengleis (Rillenschiene 60R1 [Ri60]) zum aufgeständerten Gleis der Maschine ist Leistungsbestandteil des Bieters, siehe auch 2.6.1.

Dem Bieter obliegen die dazu erforderlichen Arbeiten inkl. Materialaufwand wie:

- Schienenschnitt und -bohrungen (falls erforderlich)
- Verlaschungen
- Abstützungen/ Stützen
- Auflager/ Auflagerkonstruktionen (die z.B. bauseitig eingebracht/ montiert werden)
- Herstellung der mechanischen und elektrischen Funktionsfähigkeit (Erdung, Rückstromführung, Verschraubungen)

Die Schienenanlage der Maschine ist beidseitig „ab Grubenkante“ begehbar zu gestalten (z.B. durch eingelegte Platten/ Abdeckungen), um besser Einzelradsätze positionieren zu können.

Diese Abdeckung ist so auszuführen, dass sie tropfwasserdicht ist und das Niederschlagswasser kontrolliert abgeleitet wird (z.B. durch Neigung, Abflussrinne, ...) und nicht den direkt darunter befindlichen Dreher behindert oder Bedienelemente der Maschine belastet. Ist die Schiebeschiene bzw. deren Hydraulikzylinder/ Antriebe in Hohlkörpern/ Trögen/ geschlossenen Trägern gelagert, so ist dafür Sorge zu tragen, dass auch diese Maschinenkomponenten entwässert werden und Staunässe vermieden wird (z.B. durch Abflussbohrungen).

2.1.5 Weiteres

Beleuchtung

Die Arbeitsplatz- und Maschinenbeleuchtung ist Sache des Bieters. Auch durch die Anlage verschattete Bereiche sowie die ausreichende Beleuchtung am maschinenseitigen Bedienplatz unterliegen dem Liefer- und Installationsumfang des Bieters. Siehe auch 2.3.5.

Personen-Notsignalanlage (PNA)

Eine PNA nach DGUV-R 112-139 inkl. Lieferung und Montage ist Leistungsumfang des Bieters.

Siehe auch 2.4.4.



Schleppfahrzeug (SFZ)

Nicht vorhanden, Fahrzeug wird in Eigentraktion oder manuell bewegt.

Dongle zur Benutzeranmeldung/-abmeldung und Authentifizierung

Es sollen Dongles vom Hersteller genutzt werden (Lieferumfang), siehe 2.3.7.5.

2.2 Allgemeine technische Anforderungen

Die Anlage muss als Single-Anlage zur Bearbeitung und Messung von einem RS in einem Drehgestell ausgelegt sein. Das Drehgestell kann dabei in einem Fahrzeug eingebaut oder davon separiert sein. Ergänzend muss es möglich sein, auf der Maschine Einzel-RS bearbeiten und messen zu können.

Die Bearbeitung umfasst die Reprofilierung des Radkranzes (Fase, Lauffläche, Spurkranz). Es findet keine Bremsscheiben- und keine Kennrillenbearbeitung statt, auch die inneren/äußeren Stirnflächen werden nicht bearbeitet.

Die Messung umfasst die in Tabelle 4 definierten Merkmale.

Die Maschine und ihre Peripherie ist für einen Drei-Schicht-Betrieb an 365 Tagen im Jahr auszulegen (24 Stunden an 7 Tagen je Woche, „24/7“-Betrieb).

Nachfolgende Voraussetzungen müssen berücksichtigt werden:

- **Konstruktion/ Steifigkeit:** Der Maschinengrundrahmen soll im Idealfall aus einer Gusskonstruktion bestehen, um die bei der Zerspanung entstehenden Schwingungen möglichst effektiv zu dämpfen (monolithisch oder aus wenigen Einzelteilen zusammengesetzt). Eine Schweißkonstruktion sollte vermieden werden. Der Aufbau des Grundrahmens ist im Angebot zu beschreiben.
Außerdem sollen die Antriebsspindeln für die Supportbewegungen möglichst spielfrei und steif ausgeführt werden, um den hohen Belastungen während der Zerspanung mit möglichst hoher Steifigkeit entgegenzuwirken und Schwingungen zu minimieren. Es sind im Angebot die an der Maschine geplanten Antriebsspindelssysteme und -dimensionen (Nenn Durchmesser der X- und Z-Antriebsspindeln) anzugeben.
- **Bearbeitungsbereich:** muss vom Bediener bei allen Mess- und Bearbeitungsaufgaben unter Beachtung der Bedingungen des geltenden Arbeitsschutzes einsehbar sein (v.a. zur Begutachtung des Spanbruches). Arbeitet der Bediener direkt an der Maschine, so muss es ihm möglich sein, die Mess-/ Bearbeitungsstellen an beiden Radscheiben rechts/ links direkt und ohne Kameratechnik einsehen zu können (ein Bediener kann somit beide Mess- bzw. Bearbeitungswerkzeuge zeitgleich beobachten und beeinflussen).
- **Reibrollenantrieb:** Der Antrieb des RS durch die Maschine muss mit Reibrollen erfolgen. Die Aufhängung und Lagerung dieser Reibrollen muss derart gestaltet werden, dass bei achslagerorientierter Bearbeitung (gemäß 2.3.3) beim Antrieb der Radscheiben ein Ausgleich von unrunder Rädern bzw. RS mit unterschiedlichen Durchmessern erfolgt. Die Durchmesseränderung (z.B. durch Schnittvorgang entstehende Stufe zwischen alter und neuer Fläche) bei Laufflächenbearbeitung darf keinen Einfluss auf die Reibrollenkontaktfläche/ Kraftübertragung sowie der Radsatzposition (v.a. X-Ausrichtung) haben. Es müssen Schutzlösungen vorhanden sein, die ein Einziehen von Spänen zwischen Antriebsrolle und Radscheibe verhindern (z.B. Abstreifbleche).
- **Einspannung:** Der Radsatz ist in Summe mindestens über die Reibrollen, Seitenführungsrollen und über Einspannwerkzeuge in X- und Z-Richtung zu fixieren.
- **Spanquerschnitt:** Der maximal mögliche Spanquerschnitt am Radprofil muss mindestens 6 mm² je Support betragen.
- **Anlagenschmierung:** Die manuell nachzuschmierenden Schmierstellen sind auf das technisch notwendigste zu reduzieren und, soweit möglich, durch zentrale automatische Schmier Systeme zu ersetzen. Es ist ein System zur halbautomatischen Schmie-



rung der Seitenführungsrollen an der inneren Radkranzstirnfläche zur Lärmminde-
rung zu berücksichtigen (z.B. per Tastendruck auf der Bedientafel der Steuerung).

- **Kühlschmierstoffe (KSS):** Es dürfen bei den Mess- und Bearbeitungsaufgaben am RS keine Kühlschmierstoffe (oder andere unterstützende Fluide) angewendet werden.
- **Regellichtraumprofil Fahrzeuge (nach VBBr-Vorgabe):** muss im ausgeschalteten Zustand und/ oder bei in Grundstellung befindlicher Maschine ggü. dem Gleisbereich/ aufgeständertem Gleis gewährleistet werden (z.B. bei Überfahrt durch Schlepp-/ Schienenfahrzeuge). Als Basis ist der Umriss der derzeitigen Skoda-Bahn anzunehmen.

Zur Vermeidung von Späneablagerungen im Arbeitsraum der Maschine sind waagerechte Flächen zu vermeiden als auch sinnvolle Öffnungen an möglichen Spanansammlungsstellen vorzusehen (z.B. in offenen Schutzbehäusungen von Energieführungsketten). Es muss eine mechanische/ manuelle Beeinflussungsmöglichkeit der Spanbildung unter Berücksichtigung geltender Arbeitsschutzbestimmungen möglich sein (mindestens Spänehooken), durch einen Bediener von einer Bearbeitungsposition aus (Dreher soll mittig unter dem RS stehen können). Schläuche, Leitungen, Sensoren und sonstige Komponenten sind z.B. durch Abdeckungen, verdeckte Anordnungen usw. vollständig vor Späneflug und -ansammlung zu schützen.

2.3 Anforderungen an die Maschine

2.3.1 Werkstückmaße, Fahrzeuge, Radsätze, Kräfte

Nachfolgende Zwangspunkte der zu bearbeitenden Fahrzeuge/ RS müssen berücksichtigt werden:

| Bezeichnung | Meßstelle / Maßbezeichnung | Kleinstmaß [mm] | Größtmaß [mm] |
|-------------|---|-----------------|---------------|
| D | RS -Ø (MKE) | 350 | 776 |
| s | Spurmaß | 985 | 997 |
| b | Radkranz-/ Radreifenbreite (ohne Überwälzung) | 95 | 105 |
| r | innerer Radrückenabstand | 946 | 955 |

Tabelle 1: Auslegung der Maschine [DB Systemtechnik GmbH, VQ.TVI 12]

Die Messkreisebene (MKE) befindet sich 57 mm von der inneren Radstirnfläche (FIJ) aus entfernt in Richtung äußere Radstirnfläche/ Fase.

Die Radreifenbreite des Radkranzes kann durch Überwälzungen im Fasenbereich um maximal 10 mm zunehmen.

Die Maschine muss für die Radscheiben-Bearbeitung für Ausgangsmaterial-Zugfestigkeiten von maximal 1.140 N/ mm² ausgelegt werden (Vergleichsmaterial: feinperlitisierter Vergütungsstahl C50/ C60). Dabei ist zu beachten, dass die Lauffläche des Radkranzes durch Betriebseinflüsse bestimmte Schäden (z.B. Fehlstellen, inhomogene Materialanhäufungen) aufweisen und durch das Abrollen auf bis zu 550 HV (Härte nach Vickers) aufgehärtet sein kann.

Die maximale RS-Last der zu bearbeitenden Fahrzeuge beträgt 105 kN (exklusive ggf. eingebrachter Kräfte durch das Einspannsystem).



2.3.1.1 Fahrzeuge und Radsätze

Die Anlage muss mindestens alle RS (Läufer und Treiber) nachfolgender BR im eingebauten Zustand messen und bearbeiten (Radkranz, Lauffläche, Überwalzung) können:

| Betriebsfahrzeuge | Sonderfahrzeuge |
|-------------------|-----------------|
| KT4D | Lindner |
| KTNF6 | Lowa |
| MGT6D | Gotha |
| 48T | |

Tabelle 2: zu bearbeitende Fahrzeuge [DB Systemtechnik GmbH, VQ.TVI 12]

Details und Zeichnungen der RS/ RS-Lagergehäuse bzw. DG werden nach Abschluss des Teilnahmewettbewerbs den ausgewählten Bietern mit Aufforderung zur Angebotsabgabe überlassen.

Im Einsatz sind „klassische RS“ mit durchgehender RS-Welle aber auch RS in „Einzelradaufhängung/ Losradausführung“. Größtenteils sind Räder mit Gummielementen zwischen Radkranz und Radfelge im Einsatz („gummigefederte Räder“), was bei der Maschinenkonstruktion berücksichtigt werden muss (v.a. bzgl. der Einspanntechnologie, Durchmessermessung, Schlupfregulierung).

2.3.1.2 Radprofile

Die Anlage muss folgende Radprofile für die Meterspur (Spurweite 1.000 mm) herstellen können:

| Verweis | Bezeichnung | h | e _{min} /e _{max} | Bemerkung |
|---------|-------------|----|------------------------------------|------------------------------------|
| VBBr | 95mm | 24 | 16- 21,3 (21,3) | e mindestens in 0,1'er Abstufungen |
| VBBr | 105mm | 24 | 16- 21,3 (21,3) | e mindestens in 0,1'er Abstufungen |

Tabelle 3: Übersicht Radprofile [DB Systemtechnik GmbH, VQ.TVI 12]

Die Spurkranzschwächung ist in dem angegebenen Bereich/ Stufen zu realisieren. Das „Aufschneiden“ des Radprofils erfolgt analog der DIN EN 13715 im Punkt D0 und der Spurkranzspitze. Bei Schwächung ist der entstehende Bereich mit einer Graden in gleicher Steigung wie das Radprofil auszustatten.

Die Zeichnung für die VBBr-Radprofile werden dem Bieter im Auftragsfall zur Verfügung gestellt.

Es ist sicherzustellen, dass die eingesetzten Werkzeuge für die Laufflächenbearbeitung die Profile vollständig und richtig herstellen (z.B. ist kein „Hinterschnitt“ durch bestimmte Werkzeugneigungen/ -geometrien zulässig).

Die angegebenen Spurkranzdickenabstufungen müssen durch den Bediener in der Maschinensteuerung auswählbar sein.

Die Fase an der äußeren Stirnseite des Radprofils muss für jedes Profil anpassbar sein, mindestens in nachfolgenden Varianten in Millimeter-Abstufung:

- 3mm – 7mm x 45°



Der Bediener muss bei der Profilauswahl für das zu bearbeitende Fahrzeug von der Maschinensteuerung unterstützt werden, in dem er die BR des Fahrzeugs bzw. die RS-Bauart in der Steuerung auswählen kann. Es müssen mindestens bis zu 30 Auswahlmöglichkeiten bestehen, die im Bedarfsfall noch erweiterbar sind.

Die Zuordnung von BR/ RS-Bauart zu Profiltypen muss durch den AG in der Steuerung der Maschine administrierbar (anlegen/ ändern/ löschen) sein. Alternativ ist jederzeit die Auswahl nur des zu drehenden Profils entsprechend DIN-/ Regelwerksbezeichnung möglich.

Für jeden Profilgrundtyp ist eine eindeutig und dauerhaft beschriftete Profilschablone/ Prüflehre zu liefern. Diese Schablone ist geprüft/ kalibriert und in „ungeteilter Ausführung“.

Die Maschinensteuerung muss so gestaltet werden, dass durch den AG neue Radprofile einprogrammiert werden können. Dazu soll die Maschine die Möglichkeit bieten, durch Anlagenbediener (Ebene Meister/ Administrator), Radprofile auf einem der folgenden Arten in die Anlage einzupflegen:

- Einlesen von 2D-Datenfiles (z.B. als .dxf-/ .csv-Datei)
- Einlesen per diskreten Koordinatenlisten
- Eingabe per NC-Programmierung bzw. manuelle NC-Programmerstellung
- Alternative Möglichkeiten

Die Erstellung/ Anpassung von Profilen und das Anlegen neuer Profile an der Maschine soll für den Bediener möglichst intuitiv erfolgen.

Für den zur Messsystemkalibrierung und -justage erforderlichen Kalibrier-RS (siehe 2.3.3.3), muss der Bieter dem AG eine Lösung vorstellen, wie das entsprechende Rillen-Profil mit abgeflachtem Spurkranz auf der Maschine nachbearbeitet bzw. neu gefertigt werden kann.

2.3.1.3 Maße und Toleranzen am Radsatz

Für folgende Toleranzen muss die Fertigungs- und Messeinrichtung der URD für die Instandhaltung von RS ausgelegt werden:

| Maßbezeichnung | Fertigungstoleranz [mm] | Wertebereich [mm] | Soll-MU ¹ [mm] | Muss-MU ³ [mm] |
|---|-------------------------|-------------------|---------------------------|---------------------------|
| r Radrückenabstand | keine Fertigung | 946- 955 | 0,08 | 0,3 |
| s Spurmaß | ± 0,25 | 985- 997 | 0,08 | 0,3 |
| l Leitmaß | ± 0,25 | k.A. | 0,08 | 0,3 |
| e₁, e₂ Spurkranzbreite | ± 0,1 | 10- 24 | 0,03 | 0,14 |
| d₁, d₂ Spurkranzdicke | ± 0,1 | 10- 21,3 | 0,03 | 0,14 |

¹ MU= Erweiterte Messunsicherheit mit Erweiterungsfaktor „k=2“, es gilt DIN EN 27201-9, siehe auch 2.3.5.



| Maß- bezeichnung | Fertigungs- toleranz [mm] | Wertebereich [mm] | Soll-MU ¹ [mm] | Muss-MU ³ [mm] |
|--|---------------------------------|----------------------|------------------------------|------------------------------|
| h₁, h₂ Spurkranzhöhe | ± 0,1 | 17- 24 | 0,03 | 0,14 |
| qR_{Rücken,1}, qR_{Rücken,2} Spurkranzrückenflanke | ±0,1 | 6,5 - 11 | 0,03 | 0,14 |
| qR_{Stirn,1}, qR_{Stirn,2} Spurkranzstirnflanke | ±0,1 | 6,5 - 11 | 0,03 | 0,14 |
| D_{MKE1}, D_{MKE2} Durchmesser | ± 0,05 | 350- 776 | 0,02 | 0,24 |
| D₁- D₂ Differenz der Rad- durchmesser | ± 0,15 | 0,3 | 0,05 | 0,15 |
| H₁, H₂ Rundlauf des Lauf- kreisdurchmessers | ± 0,05 | 2,0 | 0,02 | 0,06 |
| G₁, G₂ Planlauf innere Rad- stirnfläche | Keine Ferti- gung | 2,0 | 0,05 | 0,08 |
| b₁, b₂ Radbreite | ± 0,5 | 95- 105 | Keine Mes- sung | Keine Mes- sung |
| Profilformabweichung | ± 0,25 | 1,0 | Keine Mes- sung | Keine Mes- sung |
| Hohllauf | Keine Ferti- gung | 2,0 | Keine Mes- sung | Keine Mes- sung |
| Fase | k.A. | 3 - 7×45° | Keine Mes- sung | Keine Mes- sung |

Tabelle 4: Toleranzen und Wertebereiche für Fertigung und Messung [DB Systemtechnik GmbH, VQ.TVI 12]

Außerdem muss es möglich sein, den kompletten Profilzug (min. von der Fase bis zur inneren Radkranzstirnfläche) messen und abbilden zu können. Für diesen Zweck muss eine kontinuierliche Bewegung des Messsystems über den Profilbereich möglich sein (z.B. Messrad). Oben genannte Fertigungstoleranzen und Messunsicherheiten gelten für die Referenz am Vollrad (keine Gummifederung) mit Radsatzwelle, um ein qualitativ hochwertiges Fertigungs- und Messsystem sicherzustellen. In diesem Fall ist der Objekteinfluss (z.B. die Gummifederung oder die Losradaufhängung) soweit wie möglich minimiert. Es gilt die DIN EN 27201-9 aus dem Vollbahnbereich.

Der Objekteinfluss durch Gummifederung und Losradaufhängung wird dann im Rahmen der durchzuführenden Messunsicherheitsbestimmung berücksichtigt und ausgewertet.

Als Basis für die Definition/ Berechnung des Hohllaufes auf der Lauffläche gilt die DIN EN 15313 aus dem Vollbahnbereich, siehe dazu Abbildung 6:

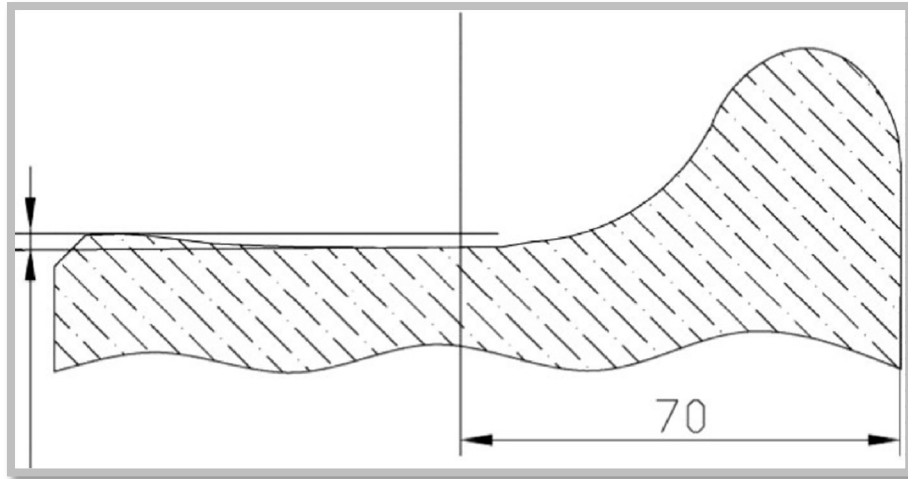


Abbildung 6 - Definition des Laufflächenhohllaufes nach der DIN EN 15313
[DB Systemtechnik GmbH, VQ.TVI 12]

Wird in der Maschinensteuerung für die Laufflächenbearbeitung ein Zieldurchmesser ausgewählt, so darf dieser nur um $\leq 0,1$ mm vom erreichten IST-Durchmesser abweichen.

Die arithmetischen Mittenrauheitswerte der auf der Maschine bearbeiteten RS müssen folgende Grenzen einhalten:

Arith. Mittenrauheitswert des Laufprofiles: $R_a \leq 6,3 \mu\text{m}$

2.3.2 Fixierung (Niederhalten/ Unterstützen/ Einspannen) von Radsätzen

Für die Fixierung der Fahrzeuge bzw. RS müssen grundsätzlich mindestens die Möglichkeiten der niederhaltenden und einspannenden Fixierung bestehen, wenn es die Konstruktion/ Geometrie am Fahrzeug/ Drehgestell erlaubt (Prinzip siehe Abbildung 7):

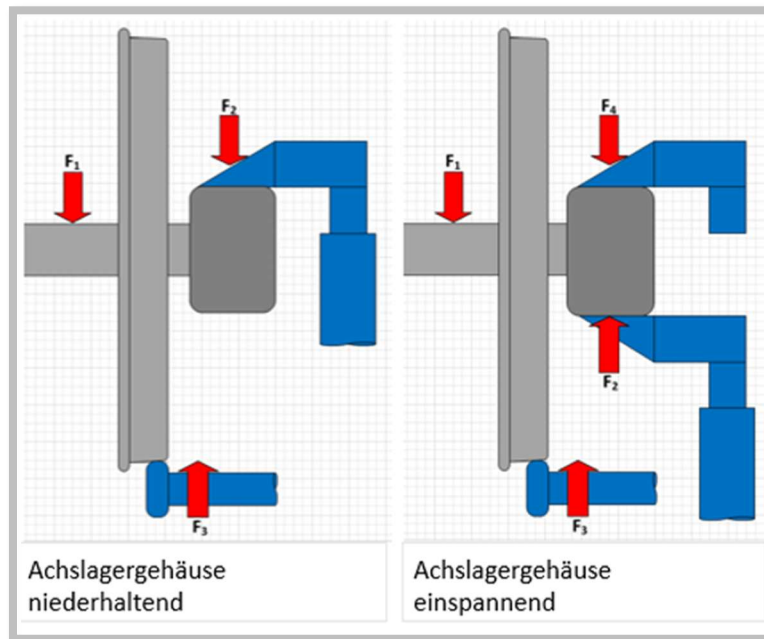


Abbildung 7: Einspannkonstellationen URD, nur Außenlagerung dargestellt
[DB Systemtechnik GmbH, VQ.TVI 12]

Abbildung 7 zeigt exemplarisch nur außengelagerte RS. Die Maschine muss grundsätzlich dafür ausgelegt sein, auch innengelagerte RS einspannen zu können (Montagemöglichkeit)

für Einspannwerkzeug muss beidseitig vorhanden sein; Hinweis: aktuell gibt es keine innen-gelagerte Fahrzeuge).

Die spezifischen Niederhalter/ Unterstützungswerkzeuge müssen eindeutig und dauerhaft mit nachfolgenden Informationen gekennzeichnet werden:

- Bezeichnung / Bestellnummer Hersteller
- Vorgesehene Baureihe(n)
- Masse [kg]

Alle Werkzeuge sind Liefer- und Leistungsbestandteil des Bieters (Fahrzeugübersicht siehe 2.3.1.1). Aktuell werden die Fahrzeuge bei der VBBi entweder über Einspannung fixiert (zwei Werkzeugvarianten) oder über ein Pinolen-System (i.d.R. nur an den TRS alter BR). Zukünftig soll das Pinolen-System entfallen, es wird nur noch niederhaltend bzw. einspannend fixiert. Dazu ist für die betreffenden RS ein Fixierungsvorschlag zu unterbreiten.



Abbildung 8: Aktuelle Einspannwerkzeuge [DB Systemtechnik GmbH, VQ.TVI12]

Das Werkzeug ist in der Ausgangs-/ Ruheposition im Sinne des Fahrzeuges „profilfrei“ und lässt eine Vertaktung des Fahrzeuges zu.

Die erforderliche Einspannbewegung in X-Richtung (Drehmaschinenkoordinatensystem) ist idealerweise per Spindelhub (mechanische Lösung oder Alternativen) zu realisieren. Es können je Maschinenseite auch zwei Hub-/ Senkmechanismen zum Einsatz kommen, wenn das dem Gesamtkonzept zuträglich ist.

Im Störfall muss es durch bewusste Bedienerhandlungen möglich sein, ein eingespanntes Fahrzeug/ RS zu befreien (z.B. durch zu öffnende Absperrventile, Notverriegelungen, manuelle Tätigkeiten etc.). Das gilt auch für den Ausfall der Medien-/ Energieversorgung an der Maschine bzw. an vorgelagerter Infrastruktur (keine Spannung mehr am Hauptanschluss).



Ist eine rein „mechanische“ Lösung für das Ausspannen nicht realisierbar, so muss mindestens für die notwendigen Maschinenkomponenten eine Notstromeinspeisung am Maschinenschaltschrank realisiert werden. Der Not-Ausspannprozess ist durch den Bieter im Angebot zu beschreiben!

2.3.3 Bearbeitungsaufgaben

Die Bearbeitung des RS muss achslagerorientiert erfolgen: die Fixierung des RS auf der Anlage erfolgt mindestens durch die Antriebsrollen, Seitenführungsrollen und Einspannwerkzeuge (siehe auch 2.3.2).

Nachfolgende Bearbeitungsaufgaben müssen mit der Maschine realisierbar sein:

- Radprofilbearbeitung/ Laufflächenbearbeitung am Radkranz (einzelne Radscheibe bzw. beide Radscheiben parallel) inkl. der Kalibrier-RS-Bearbeitungsmöglichkeit
- Entfernen von Überwalzungen an äußerer Radkranzstirnfläche und Entfernung der möglichen „Spurkranzüberwalzung“ (einzelne Radscheibe bzw. beide Radscheiben parallel)

Neben den aufgeführten Bearbeitungen muss die Maschine den RS vermessen können, die erforderlichen Messwerte sind 2.3.1.3 bzw. Tabelle 4 zu entnehmen. Eine Dokumentation der Messwerte ist erforderlich (siehe auch 2.3.7.1).

Die Maschine muss ermöglichen, dass eine visuelle Prüfung der fertigen Bearbeitungsergebnisse in einem speziellen Modus möglich ist (durch den Bediener manuell regelbare Rotationsgeschwindigkeit, Tippbetrieb).

Dabei muss der Bediener die Möglichkeit haben, so nah am Werkstück prüfen zu können, dass Fehler außerhalb der Toleranz noch erkannt werden. Es gilt sinngemäß die Ril 907.0410A02 der Deutschen Bahn AG, die u.a. nachfolgende Anforderungen enthält:

- 30- 40 cm Abstand von der Lauffläche (für den Prüfenden)
- Blickwinkel bis zu 45 ° (für den Prüfenden)
- Ausleuchtung der Lauffläche mit 1.000lx Beleuchtungsstärke

Sonstige Maschinenbewegungen (Spänebrecher, Supporte, Einspannsystem, Messwerkzeuge, etc.) sind im „Sichtprüfungsmodus“ technisch auszuschließen.

Prozessbedingte Stäube bzw. Abriebe (z.B. Rauch, feine Späne) sind grundsätzlich zu vermeiden.

2.3.3.1 Bearbeitung Radprofil

2.3.3.1.1. Arbeitsablauf einer Radprofil-/ Laufflächenbearbeitung

Nachfolgend aufgeführter Arbeitsablauf ist vorgesehen:

- Dateneingabe, siehe 2.3.7.1
- RS-Positionierung auf der URD mit Eigentraktion bzw. manueller Positionierung
- Einspannen: Ausheben/ Anheben, Zurückfahren der Überfahrtschienen, Anfahren/ Anlegen von Einspannwerkzeugen, ggf. Ausrichten des Radsatzes und Aufnahme Referenzpunkte, Anlegen Seitenführungsrollen
- Messvorgang (Vormessen)
- Festlegung Bearbeitungsparameter: die Maschinensteuerung unterbreitet Bearbeitungsvorschläge aus Abgleich von Ist- und Sollprofil (Mindestangaben: Ziel-Profiltyp, Ziel-Messkreisdurchmesser, Ziel-Spurmaß/ -Spurkranzdicken, Zustelltiefen a_p über

den Profilquerschnitt bzw. mindestens in MKE) bzw. manuelle Korrekturmöglichkeit des ausgewählten Bearbeitungsvorschlags

- Reprofilierungsvorgang gemäß festgelegten Bearbeitungsparametern ggf. mit Zwischenmessung/ Werkzeugkorrektur, der Bediener muss jederzeit die Möglichkeit haben, den Spanbruch direkt beobachten und beeinflussen zu können
- Messvorgang (Fertigmessen)
- Visuelle Laufflächenprüfung nach der Bearbeitung durch den Bediener (Risse, Eindrückungen, sonstige Laufflächenschäden)
- Ggf. Nachbearbeitung bei Befund aus visueller Laufflächenprüfung bzw. Nichteinhaltung von Toleranzvorgaben
- Ausspannen (umgekehrte Reihenfolge Einspannen)
- Datenausgabe, siehe 2.3.7.1
- Ggf. erneute RS-Positionierung

2.3.3.1.2. Anforderungen Radprofilbearbeitung

Der Spanquerschnitt A_{Span} / Zustelltiefe a_p und auch die Anzahl erforderlicher Schnitte müssen manuell durch den Bediener beeinflussbar sein, unabhängig vom oder ergänzend zum Bearbeitungsvorschlag der Anlage. Dabei muss es auch möglich sein, in Bezug auf den Messkreisradius mit einer Zustellung von $a_p \leq 0$ mm (Nullschnitt, Minusschnitt) zu schneiden. Der Bediener muss bei der Auswahl der Zielwerte intuitiv und grafisch unterstützt werden, z.B.:



Abbildung 9: grafische Bedienerunterstützung Profilauswahl am Bsp. Vollbahnprofil [DB Systemtechnik GmbH, VQ.TVI 12]

Zusätzlich soll die Maschine innerhalb eines Bearbeitungsvorschlages die max. Spantiefen für das Profil, eingeteilt in Profilsegmente, auflisten. Für die Aufteilung des Profils in die entsprechenden Segmente kann die Einteilung in Anlehnung an die DIN EN 13715 erfolgen. Mindestens soll die Maschine dem Bediener die max. Spantiefe über das gesamte Profil anzeigen (das muss nicht zwingend in der Messkreisebene sein).

Ergänzend zum Bearbeitungsvorschlag sollen durch die Anlage Vorschnitte für einzelne Profilsegmente vorgeschlagen werden bzw. manuell durch den Bediener vorgegeben werden können. Das umfasst mindestens:

- Messschnitt im Bereich der Fase bis zur Spurkranzkuppe, um das Profil bei minimalem Materialabtrag für einen Messvorgang zu glätten oder es als Vorschnitt vor einem Fertigschnitt zur Einsparung von Prozesszeit zu nutzen (**grün**, Abbildung 10)

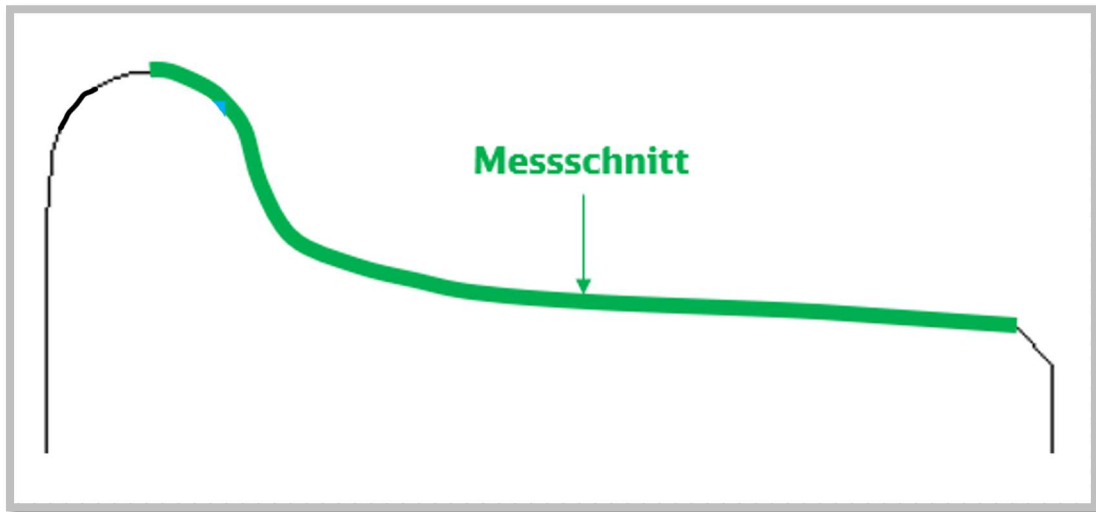


Abbildung 10: Schema des Messschnitt am Bsp. Vollbahnprofil [DB Systemtechnik GmbH, VQ.TVI 12]

Werkzeuge, Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe sind standardmäßig derart auszuwählen/ einzustellen, dass die unter 2.3.1.3 aufgeführten Fertigungsvorgaben prozesssicher eingehalten werden.

Es muss möglich sein, das komplette Radprofil von der Fase bis zur inneren Radkranzstirnfläche zu bearbeiten. Dabei muss sichergestellt werden, dass beide Radscheibenseiten das gleiche Profil erhalten.

Über die gesamte Zerspanung hinweg ist ein optimaler Spanbruch anzustreben, v.a. in den Bereichen der Fase, der Spurkranzhohlkehle und in Richtung Spurkranzkuppe (Ziel: kurze/konische Wendespäne, Spiralspäne).

Bandspäne, Wirrspäne sowie Flachwendelspäne sind zu vermeiden!

2.3.3.1.3. Bearbeitungswerkzeug

Bei der Werkzeugauslegung für die Radumrissbearbeitung ist das „Problem Spanbildung“ zu berücksichtigen. Als Werkzeuggeometrie sind nachfolgende Wendeschneidplattengeometrie vorzusehen und zu liefern:

- WNGM 121040
- LNUX 191940

Die Werkzeuge müssen in einem Kassettensystem montiert sein, um die eigentlichen Grundhalter vor Schädigungen zu schützen. Wird das Werkzeug gewechselt so soll es dem Bediener möglichst einfach gemacht sein, die Werkzeugnullpunkte umzustellen (die Lösung ist im Angebot zu beschreiben). Im Idealfall sind beide Werkzeuge so ausgeführt, dass die Werkzeugnullpunkte gleich sind.

2.3.3.2 Bearbeitung von Überwalzungen

Für die Bearbeitung von Überwalzungen im Bereich der Fase sowie des Spurkranzes (siehe Abbildung 11 und Abbildung 12) muss es im Rahmen der Radprofilbearbeitung eine Möglichkeit geben, den an dieser Stelle unbekanntes Spanquerschnitte beeinflussen zu können, um zu hohe Schnittkräfte zu vermeiden. Dabei kann ein separates Programm genutzt werden oder das Entfernen der Überwalzungen wird im normalen Laufflächenreprofilierungsprozess mit eingebunden (z.B. durch vorherige Angabe der Überwalzungsstärke in Z-Richtung am Spurkranz bzw. an der Radstirnfläche). Bei deutlicher Überwalzungsausprägung am Radkranz ist zu beachten, dass das überwalzte Material durch die Schnittkräfte brechen kann und als „Ring“ übrig bleibt. Diese Situation ist bei der Entfernung zu vermeiden.

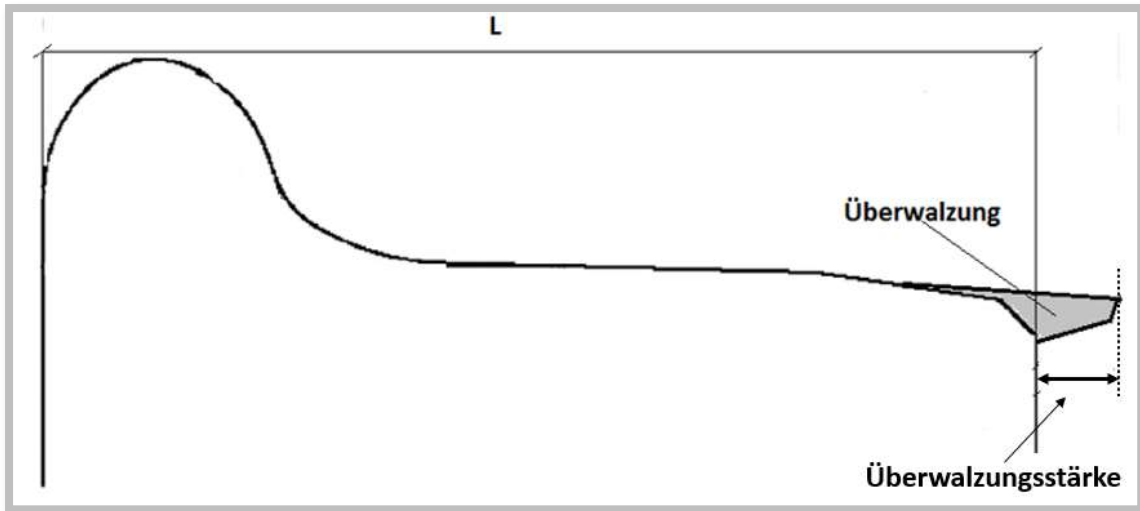


Abbildung 11: Überwalzung an der Fase/ äußere Stirnfläche am Bsp. Vollbahnprofil [DB Systemtechnik GmbH, VQ.TVI 12]



Abbildung 12: Spurkranzüberwalzungen am VBBR-Rad [nach VBBR]

Der Schnitt bei der Bearbeitung der Überwalzung an der Stirnfläche soll dabei radial von Innen nach Außen verlaufen, um ggf. mögliche Materialansammlungen in der Kennrinne zu vermeiden (siehe Abbildung 13):



Abbildung 13: Schnittrichtung Überwalzungsentfernung am Bsp. Vollbahnrad
[DB Systemtechnik GmbH, VQ.TVI 12]

2.3.3.3 Bearbeitung der Kalibrier-RS-Geometrie

Die Bearbeitung der gesonderten Geometrie eines Kalibrier-RS (z.B. abgeflachter Spurkranz, zylindrischer Einstich im Bereich der Messkreisebene- siehe Abbildung 14):



Abbildung 14: Kalibrier-RS-Geometrie [DB Systemtechnik GmbH, VQ.TVI 12]

muss möglich sein.

Die dazu notwendigen Werkzeuge und Software sind Liefer- und Leistungsbestandteil. Ein entsprechendes Programm auf der Maschine unterstützt den Dreher beim zeichnungskonformen Herstellen des zylindrischen Einstichs im Bereich der Messkreisebene. Das Werkzeug soll als Zusatzwerkzeug nur aus einer weiteren Kassette und einer entsprechenden Wendeschneidplatte bestehen, so dass das Basiswerkzeug beibehalten werden kann.

Im Auftragsfall kann entsprechendes Zeichnungsmaterial für die Profilgeometrie zur Verfügung gestellt werden.

2.3.4 Mess- und prüftechnische Anforderungen

Die Maschine muss durch eine akkreditierte Stelle einer geometrischen Prüfung und einer Kalibrierung (GPK) unterzogen werden. Die GPK gehört zum Leistungsumfang des Bieters.

Es gelten die Umgebungsbedingungen aus 2.1.

Die URD muss mindestens die in 2.3.1.3 bzw. Tabelle 4 aufgeführten Merkmale messen können, es gilt sinngemäß die DIN EN 27201-9. Als Referenz dazu werden RS mit Vollrädern

und RS-Welle genutzt, um den Objekteinfluss (durch Gummifederung, Losradaufhängung) zu minimieren und die Maschine so gut wie möglich zu prüfen/ einzustellen.

Durch diese Messwerte wird der regelwerkskonforme Zustand der RS hinsichtlich dieser Merkmale nachgewiesen. Das Messsystem muss für neu reprofilierte RS ausgelegt sein. Es soll auch zur Messung von gelaufenen RS ausgelegt werden, RS mit ausgeprägten Schäden (Ausbröckelungen, Flachstellen, sonstige Materialfehlstellen) sind davon ausgenommen. Das bedeutet: die Fertigmessung des RS nach einer Bearbeitung muss entsprechend DIN EN 27201-9 erfolgen. Die Vor- und Zwischenmessung kann auf einem anderen Qualitätsniveau stattfinden, v.a. um Prozesszeit zu sparen.

Der AN muss das Messverfahren und alle Parameter der Maschine für den Einspann- und Messprozess festlegen, welche für den definierten Messprozess erforderlich sind. Die Einstellungen dürfen nicht innerhalb der normalen Bedienerumgebung veränderbar sein und sind damit gegen unbefugte Veränderung zu schützen.

Ein Einfluss der Maschinenbediener auf die Qualität der Messergebnisse durch Veränderung des Messprozesses ist auszuschließen.

Notwendige Vorvermessungen vor einer Bearbeitung müssen der jeweiligen Bearbeitungsaufgabe entsprechen.

Es soll sichergestellt werden, dass die Messsysteme die Messwerte unabhängig von den Elementen der Bearbeitungssysteme, z.B. den Supporten der Werkzeuge, erfassen. Ist das nicht möglich, muss vom AN eine ausführliche und nachvollziehbare Begründung formuliert werden.

Die Maschine wird im Betrieb durch den AG einer regelmäßigen Verifizierung nach Vorgaben des AN unterzogen (z.B. alle 150 RS oder alternativ einem Zeitraum von 2 Monaten, mittels des Kalibrier-RS). Eine GPK wird jährlich durch den AG durchgeführt.

2.3.4.1 Koordinatensystem und Bezüge

Als Grundlage für die Definition erforderlicher Koordinatensysteme am Radsatz (Messen und Bearbeiten) gelten die sinngemäß die DIN EN 13260 sowie sinngemäß die DIN EN 13715 für das Radprofil (siehe Abbildung 15).

Für Bearbeitungen und Messungen im Radprofilkoordinatensystem (Maße D , e , d , h , q_R , ...) muss ein **lokales Radprofilkoordinatensystem** verwendet werden, mit Bezugselement der inneren Radstirnfläche.

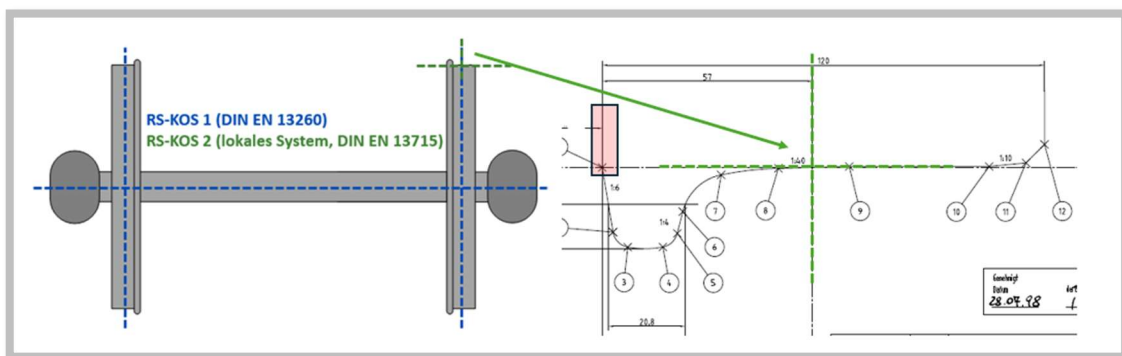


Abbildung 15: Radsatzkoordinatensysteme [nach DB Systemtechnik GmbH, VQ.TVI 12]



Das Antasten der inneren Radstirnfläche (rote Markierung im Abbildung 15) muss so erfolgen, dass nicht im Bereich des aktiven inneren Spurkranzes angetastet wird (i.d.R. je nach Spurkranzverschleiß ab Spurkranzkuppe mindestens 26mm in Richtung „Messkreisradius“).

Die mögliche Neigung der inneren Stirnfläche durch die Einspannkonstellation ist bei der Messung und Bearbeitung zu berücksichtigen. Eine Beeinflussung der Messung von D , e , d , h , q_R und letztlich der Profilposition (unzulässige z -Verschiebung) muss ausgeschlossen werden.

Für Bearbeitungen und Messungen im **RS-Koordinatensystem** (Maße D , H , G , l , r , s) muss der Bezug über Ersatzbezugselemente RS-Lagergehäuse beschafft werden, da die normativ vorgegebenen Bezugselemente im eingebauten Zustand nicht zugänglich sind. Der Bieter unterbreitet hierzu im Angebot einen Vorschlag.

Für mindestens alle Messaufgaben muss sichergestellt sein, dass die richtigen RS-Bezüge verwendet werden.

2.3.4.2 Messprozess

Nach einer Fertigmessung eines RS muss jederzeit eine weitere Bearbeitung möglich sein, ohne eine erneute Vermessung durchzuführen (solange der RS eingespannt bleibt).

Unabhängig von einer Bearbeitung muss es möglich sein, die RS nur zu vermessen und die Messergebnisse zu dokumentieren/ zu übertragen.

Im Standardfall ist der Messprozess so zu gestalten, dass alle üblichen RS-Messwerte in einem Ablauf gemessen werden ohne zusätzlichen Bedieneringriff (z.B. Starten einzelner Messesequenzen). Der Umfang der Messung soll durch die ausgewählte Fahrzeugbaureihe vordefiniert sein (änderbar). Für Sonderfälle soll es möglich sein, dass Messesequenzen auch einzeln durchgeführt/ gestartet werden können (z.B. einzelne Durchmessermessung).

Die Messwerkzeuge müssen den RS effizient in Qualität und Zeit vermessen, unnötige Leerwege und Warte-/ Haltezeiten sind zu vermeiden, Support-Verfahrbewegungen sind so weit wie möglich zu parallelisieren.

Der Zeitaufwand für den vollumfänglichen Messprozess einer Vormessung sowie einer Fertigmessung (dann entsprechend DIN 27201-9) ist im Angebot mit anzugeben.

Für die Zeitangabe ist von einem RS auszugehen der gerade frisch reprofiliert wurde (keine Schäden auf der Lauffläche) und ein $D_{MKE} = 776$ mm hat.

Laufabweichung:

Die Messsysteme für Laufabweichungen „H“ und „G“ müssen so beschaffen sein, dass die Messpunkte gleichmäßig über die Messstrecke verteilt sind, drehwinkelbezogen gemessen wird und der Abstand benachbarter Messpunkte 2 mm (Bogenmaß) nicht übersteigt. Der RS muss bei der Messung rotieren.

Die Auswertung des Merkmals „H“ muss, ergänzend zu der mm-Angabe als ein Mittelwert, zusätzlich als Polardiagramm über den Radumfang dargestellt werden können (siehe Abbildung 16):

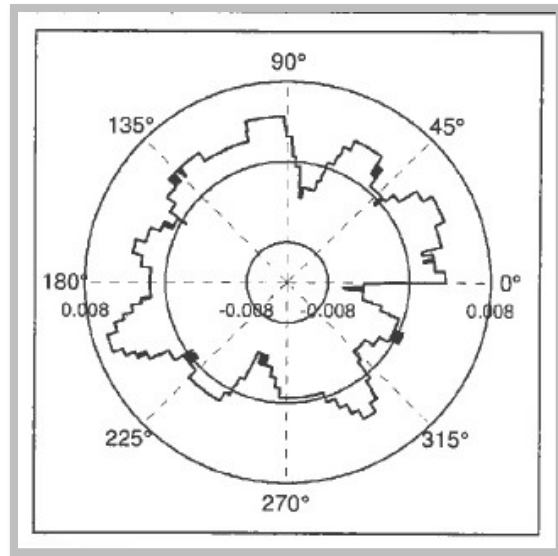


Abbildung 16: Polardiagramm über Radumfang [DB Systemtechnik GmbH, VQ.TVI 12]

Raddurchmesser:

Der Durchmesser der Räder in der Messkreisebene (D_{MKE}) muss direkt in der Messkreisebene, 57 mm ab innere Radkranzstirnfläche, gemessen werden. Indirekte Verfahren müssen im Angebot begründet werden unter Angabe der Einflüsse auf die Messunsicherheit.

Es muss sichergestellt sein, dass Rundheitsabweichungen „H“ nicht zu Fehlmessungen des Durchmessers führen. Der Bezug der Durchmessermessung muss die RS-Welle sein, die konkrete Ermittlung des Durchmessers (Modell Hüllkreis, Gaußkreis bzw. Alternativen) ist durch den Bieter festzulegen und zu begründen. Es soll möglich sein, Durchmesser nach verschiedenen Modellen zu berechnen (Einstellung auf Administratorebene).

Die Maschine muss für eine Durchmessermessung auch von RS ohne durchgehende RS-Welle geeignet sein (beidseitige Drehzahlerfassung).

Wird die Werkzeugkorrektur (siehe 2.3.6.1) auf Basis einer Durchmesser-Zwischenmessung ausgeführt, so ist diese Zwischenmessung in den Bearbeitungsprozess zu integrieren (z.B. sobald der neue Messkreis während des Erstschnittes für eine Messung zugänglich ist).

Innenflächenabstand der Räder:

Die Messung von Radrückenabstand muss im unverschlissenen Bereich der inneren Radstirnfläche erfolgen, der Verschleißzustand darf keinen Einfluss auf die Ermittlung dieses Wertes haben, insbesondere dann, wenn dieselbe Messung zur Berechnung der Profilposition (Z-Richtung) auf dem Radkranz verwendet wird (siehe 2.3.4.1). Die Höhe des Antastpunktes muss in der Maschinensteuerung spezifisch je BR einstellbar/ veränderbar sein. Standardmäßig ist „oberhalb“ des aktiven inneren Spurkranzes anzutasten:



Abbildung 17: Antastbereich für l , r , s und lokales Profilkoodinatensystem [DB Systemtechnik GmbH, VQ.TVI 12]

Auch bei kleinsten zulässigen Durchmessern ist bei diesen Fahrzeugen noch ein antastbarer, unverschlissener Bereich vorhanden.

Spurmaß:

Das Spurmaß „ s “ kann aus der Summe von „ r “ und der der Spurranddicken „ d_1 “ und „ d_2 “ berechnet oder direkt gemessen werden.

2.3.4.3 Temperaturkompensation

Die Bezugstemperatur für alle geometrischen Merkmale beträgt 20°C .

Das Messsystem muss über eine Temperaturkompensation verfügen, die den zu erwartenden Temperaturbereich der RS (ca. -20°C - 40°C) abdeckt.

Die Temperaturkompensation muss automatisch erfolgen und ist sowohl für die Messsystemverifizierung und GPK als auch für die normale Fertigmessung eines RS anzuwenden. Werden nicht alle üblichen Messwerte bei der Temperaturkompensation berücksichtigt, ist eine Argumentation zu liefern, warum welche Messwerte nicht berücksichtigt werden (v.a. mit Blick auf die Gummifederung).

Die Temperaturkompensation soll sowohl die Einflüsse der Maschinentemperatur als auch die Einflüsse der Werkstücktemperatur berücksichtigen.

Für den Fall, dass die beiden Radscheiben eines Fahrwerkes nicht wie bei einem herkömmlichen RS starr mit einer RS-Welle verbunden sind, sondern jedes Rad einzeln gelagert ist, muss die Temperaturkompensation der RS-Messwerte Spurmaß s und Radrückenabstand r über den Bearbeitungstyp, je BR, deaktivierbar sein.

Die Temperatur zur Kompensation der radprofilspezifischen Messgrößen insb. der Raddurchmesser D_{MKE} muss je Radscheibenseite separat erfasst werden.

2.3.4.4 Verifizierung Messsystem

Zur Verifizierung des Messsystems wird der Kalibrier-RS mit entsprechender Profilgeometrie verwendet (Vollrad mit RS-Welle).

Die Verifizierung dient der Zwischenprüfung/ unterjährigen Prüfung der Messsysteme der Maschine auf etwaige Ausfälle, Fehler oder langfristige Veränderungen (z.B. Drift).



Für die Verifizierung mit Hilfe des Kalibrier-RS muss ein spezifisches Messprogramm zur Anwendung kommen, das den RS äquivalent und gleichwertig einer normalen Fertigungsmessung vermisst (z.B. inklusive angelegter Seitenführungsrollen). Die Verifizierung muss nach einem festgelegten Messprozess erfolgen, deren Einstellungen nicht innerhalb der normalen Bedienerumgebung veränderbar sein dürfen und damit gegen unbefugte Veränderung zu schützen sind.

Das Messprogramm muss so gestaltet sein, dass die SOLL-Werte des Kalibrier-RS mit den durch das Maschinenmesssystem ermittelten IST-Werten verglichen werden. Die SOLL-Werte entsprechen den Werten aus dem gültigen GPK des Kalibrier-RS („Prüfprotokoll“). Dafür müssen die SOLL-Werte in der Ebene Meister/ Administrator einstellbar sein.

Die Grenzwerte für die Akzeptanz der Ergebnisse (Eingriffsgrenzen) sollen den ermittelten Messunsicherheiten der Maschine entsprechen. Die oberen und unteren Warngrenzen sind durch den Bieter festzulegen. Messwerte mit unzulässigen Abweichungen müssen hervorgehoben werden, das gilt auch bei Ausdruck/ Speicherung des entsprechenden Protokolls bzw. Datensatzes.

Die Messwerte müssen (wie bei einer Vermessung eines Standard-RS) auch als .xml-Datei sowie .pdf/A-Protokoll für den Export bereitgestellt sowie auch in der maschineninternen Datenbank gespeichert werden.

Die Verifizierung wird regelmäßig durch den AG ausgeführt (z.B. alle 150 RS).

Die Maschine soll (ergänzt zur manuellen Verifizierung) in der Lage sein die Verifizierung des Messsystems halbautomatisch durchzuführen. Erforderliche Korrekturmaßnahmen soll die Maschine automatisch identifizieren, nach Bestätigung des Bedieners durchführen und protokollieren.

Die Werte, die auf Basis der vollständigen Kalibrier-RS-Vermessung vom Betreiber oder halbautomatisch von der Maschine (also unterjährig; außerhalb der Jahreswartung als auch der GPK) justiert werden können, sind zu benennen. Sind nicht alle üblichen Messwerte einzeln zu justieren, so ist zu begründen, warum diese Werte vom Bieter für die Justage mit Blick auf das gesamte Messsystem ausreichend sind.

Der Kalibrier-RS wird vom AG als Altteil/ Rohteil gestellt und muss vom Bieter entsprechend vorbereitet/ überarbeitet werden:

- Überarbeitung:
 - „Sonderprofil“ (siehe Abbildung 14), Basisprofil: VBBr
 - Unterschiedliche Messkreisdurchmesser je Seite
- Eindeutige und beidseitig lesbare Radscheibenbezeichnungen „A“ und „B“
- Vollständige GPK inkl. Prüfbericht
- Transport- und Lagergestell mit Aufnahme des RS an der RS-Welle (RS steht nicht auf den Referenzflächen) sowie Aufnahmevorrichtungen für Flurförderfahrzeuge und Kräne
- Geeignete Abdeckung (mindestens in Form einer mit „Kalibrier-RS“ beschrifteten Abdeckplane oder einer festen, ebenfalls beschrifteten, haubenartigen Abdeckung)
- Zugehörige Fixierungswerkzeuge (keine exzentrische Lagergehäusebelastung für Sicherstellung hoher Wiederholgenauigkeit)

2.3.4.5 Geometrische Prüfung und Kalibrierung (GPK)

Bei der geometrischen Prüfung werden geometrische Merkmale der Maschine und ihrer Komponenten überprüft, um die beabsichtigte Funktion der Maschine langfristig sicherzustellen. Bei der Kalibrierung werden die Ergebnisse des Messsystems mit einem Referenznormal verglichen.



Die erste GPK ist Leistungsbestandteil des Bieters. Dazu gehört im Rahmen der vollständigen Dokumentation auch die Angabe des Mindestprüfumsfanges sowie der Prüfbericht. Die Anlage ist so auszulegen, dass eine GPK in Abständen nicht kürzer als ein Jahr erforderlich ist.

Im Mindestprüfumsfang müssen Merkmale zusammen mit den zulässigen Abweichungen enthalten sein. Damit ist die beabsichtigte Funktion der Maschine langfristig sicherzustellen. Soweit die Merkmale nicht eindeutig und offensichtlich sind, müssen zur Erklärung Zeichnungen übergeben werden. Sollten für die Ermittlung bestimmter Merkmale nicht handelsübliche Vorrichtungen benötigt werden, so sind diese Leistungs-/ Lieferbestandteil des Bieters.

Zu den Merkmalen, die spezifiziert werden müssen, gehören geometrische Aufstellbedingungen, Maße kritischer Bauelemente (z.B. von Messrädern/ -tastern), Maße, Form- und Lageabweichungen funktionsrelevanter Komponenten, Verschleißteile etc.

Bei der Kalibrierung des Maschinenmesssystems sind u.a. mindestens alle üblichen RS-Messwerte zu berücksichtigen (siehe Tabelle 4).

Für die GPK muss die Anlage über geeignete Bezugs- bzw. Referenzflächen verfügen. Die Beschaffenheit (Position, Größe, Ebenheit, etc.) muss dem beabsichtigten Zweck angemessen und eng genug toleriert sein.

Alle Bezugs- und Referenzflächen müssen über eine abnehmbare Abdeckung verfügen, welche Beschädigungen und Verschmutzungen der Flächen zuverlässig und dauerhaft verhindern.

Es ist zu berücksichtigen, dass die jeweiligen Bezugs-/ Referenzflächen bzw. -punkte durch den Prüfer gefahrlos erreichbar sind, notwendige Tritte/ Einlegeböden/ Hilfsmittel dazu müssen durch den Bieter geliefert werden (z.B. ein „Verschluss- und Trittblech“ im Bearbeitungsraum/ Späneschacht).

Die Kalibrierung der Maschine wird unter anderem mit dem Kalibrier-RS (siehe 2.3.4.4) durchgeführt. Dafür muss ein spezifisches Kalibrier-RS-Messprogramm zur Anwendung kommen, das den RS trotz des zylindrischen Einstichs und des gekappten Spurkranzes in allen seinen typischen Maßen in einem Messvorgang vermessen kann (Werteumfang einer normalen Fertigmessung). Die Kalibrierung muss nach einem festgelegten Prozess erfolgen, deren Einstellungen nicht innerhalb der normalen Bedienerumgebung veränderbar sein dürfen und damit gegen unbefugte Veränderung zu schützen sind.

2.3.4.6 Bestimmung erweiterte Messunsicherheit

Das Messsystem muss die in Abschnitt 2.3.1.3 aufgeführten Merkmale messen können, die Messprozesse müssen für die geforderten Messbereiche und Zielwerte sowie Anwendung unter Fertigungsbedingungen ausgelegt werden. Alle dort aufgeführten Messwerte für die Radprofilvermessung sind innerhalb der Messunsicherheitsbetrachtung zu berücksichtigen (Ausnahme: Werte die mit „keine Messung; keine Ermittlung“ hinterlegt sind).

Die Messunsicherheitsbestimmung des Messsystems nach GUM (JCGM 100) ist Leistungsbestandteil des Bieters. Hinweis: die vorgeschriebenen Messunsicherheiten gelten nur für neu reprofilierte Radkränze und dort an RS mit Vollrad und RS-Welle. Für Losräder und Gummifederung werden ergänzend die Messunsicherheiten ermittelt (keine Vorab-Bewertung). Somit wird mindestens die Qualität und Zuverlässigkeit des Messsystems zunächst gewährleistet ohne zu großen Objekteinfluss zu berücksichtigen.

Für die Bestimmung der Messunsicherheit der Messeinrichtung und für die GPK ist ein unabhängiges akkreditiertes Prüflabor zu beauftragen. Wiederholprüfungen aufgrund Nichteignung des Messsystems erfolgen bis zur Endabnahme zu Lasten des Bieters.



Bei der Bestimmung der Messunsicherheiten ist der gesamte Messprozess zu berücksichtigen, dazu gehören mindestens:

- Temperatureinfluss
- Bedienereinfluss
- Objekteinfluss (Vollräder mit RS-Welle getrennt von Gummirädern mit RS-Welle/ Losrad)
- Anzeigenauflösung
- Wiederholstandardabweichung
- Systematische Abweichung
- Kalibrierunsicherheit

Die Ergebnisse der gummigefederten Räder mit/ ohne RS-Welle werden gemeinsam diskutiert und besprochen, sobald vorliegend.

2.3.5 Elektrotechnische Anforderungen

2.3.5.1 Installationsgrundlagen

Die elektrische Ausrüstung umfasst Verlegung und Anschluss der gesamten elektrischen Installation von den bauseits vorgesehenen Anschlusspunkten (i.d.R. Schalt- und Steuerschrankposition) bis zu den verschiedenen Steuerorganen/ Verbrauchern/ Zählern in der Maschine. Die elektrischen Installationen sind nach DIN EN 60204 auszuführen.

Kabeleinführungen in den Anlagen sind mit scheuerfreien, dichten Durchführungen auszustatten. Zugentlastungen für die Kabeleinführung gehören zum Leistungsumfang des Bieters. Alle innerhalb der Anlage geführten Leitungen sind entsprechend der jeweils zu erwartenden Prozessatmosphäre zu verlegen. An den jeweiligen Enden sind Klemmkästen vorzusehen.

Alle wärmeentwickelnden Schaltgeräte sind im Steuerschrank so zweckmäßig anzuordnen, dass keine direkte Anströmung elektronischer Steuergeräte auftritt. Die elektrischen Funktionen im Schaltschrank müssen außen temperaturunabhängig gewährleistet werden. Der Schaltschrank muss hinsichtlich den Außenbedingungen wie z.B. Staub, Schmutz usw. durch geeignete Maßnahmen geschützt werden.

Sämtliche Reserveadern, die sich aufgrund der verwendeten Kabel ergeben, sind in den Klemmkästen und im Steuerschrank auf Reserveklemmen zu legen und entsprechend zu beschriften. Die Adern der Kabel sind einzeln aufzulegen.

Alle Schaltgeräte, Leitungen, Adern und Klemmstellen sind, den Schaltplänen entsprechend, dauerhaft zu kennzeichnen. Bei Verwechslungsgefahr sind außerdem die elektrischen Betriebsmittel zu kennzeichnen. Die Kennzeichnungen sind dauerhaft lesbar und beständig zu gestalten. Sie sind gegen auftretende Umwelteinflüsse (z.B. Temperatur, Feuchtigkeit usw.) zu schützen.

Jeder von außen zugängliche Hauptschalter (auch Netzanschluss-Schalter, Trennschalter) ist in "Aus" -Stellung verschließbar auszuführen. Die Schaltstellungen sind mit "Aus" und "Ein" zu bezeichnen. Als mechanische Sicherungen sollen Schlösser verwendet werden.

Vor Probetrieb der Maschine muss der AN auf Grundlage der BetrSichV und der DGUV-Vorschrift 3/ 4 die Prüfung der elektrischen Sicherheit durchführen. Anzuwendende Grundlagen ist dabei die DIN EN 60204-1/ VDE 0113-1 (Kapitel 18) unter Berücksichtigung der DGUV-I 213-051 sowie Merkblatt /008-1.

Der Nachweis kann anhand herstellereigener Dokumente geführt werden, wenn sie alle relevanten Prüf- und Messschritte dokumentieren.



Rückwirkungen auf das Stromnetz des Werkes auf Grund von Oberwellen sind durch geeignete technische Maßnahmen auszuschließen. Ebenso sind Einwirkungen zu vermeiden, die die elektromagnetische Verträglichkeit negativ beeinflussen.

Im Angebot ist die maschineninterne Blindleistungskompensation inkl. ihrer Leistungsfähigkeit detailliert zu beschreiben.

Bei der technischen Ausführung der Maschine muss die Energieeffizienz nach neustem Stand der Technik ausgerichtet sein (u.a. Verwendung von hocheffizienten Elektromotoren; LED-Technik für die Beleuchtung).

Grundsätzlich sollen Elektroantriebe gegenüber hydraulischen/ pneumatischen Antrieben bevorzugt eingesetzt werden.

2.3.5.2 Beleuchtung

Eine ausreichende Beleuchtung für den gesamten Bereich der Maschine (Arbeitsplatz- und Maschinenbeleuchtung) ist gemäß den Mindestanforderungen nach DIN EN 12464-1 zu berücksichtigen, es gelten ferner die aktuellen technischen Regeln für Arbeitsstätten. Auch durch die Anlage verschattete Bereiche sowie die ausreichende Beleuchtung am maschinenseitigen Bedienplatz unterliegen dem Liefer- und Installationsumfangs des Bieters.

Die Beleuchtung innerhalb der Maschine muss blendfrei und frei von stroboskopischen Effekten sein.

Die Allgemeinbeleuchtung/ Grubenbeleuchtung als auch ggf. erforderliche Fluchtwegbeleuchtung ist Sache des AG.

Siehe auch Hinweise zur Radprofilbeleuchtung in 2.3.3.

2.3.5.3 Elektrotechnische Potentiale/ Bahnerdung

Alle elektrotechnisch leitfähigen Teile sind im Potentialausgleich einzubeziehen.

Die Anbindung der Stahlbaukomponenten an die infrastrukturseitige Erdung (z.B. Werksgeleise) sind zu berücksichtigen. Die Maschine muss nach VDV-Schrift 506 nicht isoliert aufgestellt werden (Inselbetrieb).

In die Gesamterdungsanlage sind die URD sowie die Schienen der Aufständigung und die Schienen der sich anschließenden Gleisanlage einzubeziehen. Der Bieter muss in einem Erdungskonzept die abzuleitenden Gefährdungen betrachten, daraus resultierend Maßnahmen ableiten und dem AG vorstellen. Anschließend ist vom Bieter eine prüffähige Unterlage vorzulegen.

2.3.6 Steuerungstechnische Anforderungen

Die gesamte Maschinensteuerung inkl. Sensoren/ Aktoren und HMI-Komponenten ist Lieferbestandteil. Es soll das Fabrikat Siemens Sinumerik One oder gleichwertig eingesetzt werden. Die Gleichwertigkeit ist vom Bieter nachzuweisen.

2.3.6.1 Gestaltung, allgemeine Anforderungen

Die Anlage muss über Steuertableau direkt an der Maschine bedienbar sein, Ausdrucke zur Dokumentation von Arbeits- und Messergebnissen müssen als .pdf/A möglich sein bzw. per Schnittstelle dem VBBR-Netzwerk bereitgestellt werden.

Es muss ein Betriebsstundenzähler vorhanden sein, der unterscheiden kann in:

- Betriebsstundenzähler „Steuerung ein“
- Betriebsstundenzähler „Hydraulik ein“
- Betriebsstundenzähler „Spindelrotation Antriebsrollen“



Ergänzend dazu muss die Maschine über einen Energiezähler verfügen, der mindestens eine ¼-stündliche Wertaufnahme generiert (MID-Konformität; nach europäischer Messgeräterichtlinie).

Die Daten beider Zähler müssen, unabhängig dem Export über eine Schnittstelle (z.B. OPC UA), für ein Zeitraum von mindestens einem Jahr an der Maschine auswertbar/ auslesbar sein.

Die Maschine muss über Werkstückzähler verfügen, die die durchgeführten Laufflächenreprofilierungen zählt (Basis: RS).

Die Anlagensteuerung muss eine integrierte Lösung zur Bereitstellung von Daten (Signale, Messdaten) per OPC UA umfassen (siehe auch 2.3.7.4).

Not-Halt

Die Maschine muss mit einem Not-Halt-System ausgerüstet sein, dass von mehreren Stellen aus betätigt werden kann (Not-Halt-Befehlsgeräte). Diese Stellen müssen für den Bediener von seinen möglichen Arbeitspositionen aus gut einsehbar gekennzeichnet, erreichbar und gefahrlos zu betätigen sein (z.B. am Steuer-/ Bedientableau an der Maschine).

Bei Betätigung ist der aktuelle Vorgang zu stoppen. Ist die Maschine dabei gerade im Zer-spannungsvorgang, so muss das Werkzeug noch soweit aus der Spanstelle zurückgezogen werden, dass das Werkzeug eingriffsfrei ist. Die Maschinenkomponenten die vom Not-Halt beeinflusst werden, sind durch den Hersteller festzulegen.

Für jede weitere Handlung ist eine Quittierung des Not-Halts erforderlich, im Anschluss muss ein Weiterbetrieb der Maschine von einer definierten Position aus möglich sein.

Geöffneter Sicherheitskreis

Wird der Sicherheitskreis der Maschine durch einen Bediener geöffnet, müssen alle Bewegungen von Maschinenkomponenten (Spänebrecher, Späneförderer, Supporte, Elemente der Messeinrichtung, Schiebeschiene, Antriebsrollen, Einspannhydraulik...) gesperrt sein. Das betrifft auch „Rückfahrten“ von Maschinenkomponenten in eine Ruhestellung. Nur unter bestimmten Bedingungen (wie „Zweihandbedienung“ mit Zustimmungstaster bei z.B. Einrichtarbeiten mit dem mobilen Handgerät), kann der Sicherheitskreis bei sich bewegenden Maschinenkomponenten geöffnet sein.

Positionier-/ Zustandsleuchte

Die Maschine muss mit beidseitigen gut sichtbaren Leuchten ausgestattet werden, die dem Bediener bei der Identifikation des Anlagenzustands und der RS-Positionierung unterstützt:

- Schiebeschiene geschlossen und Maschine überfahrbar (Grundstellung): Grün
- Schiebeschiene offen und Maschine nicht überfahrbar (keine Grundstellung): Rot
- Visualisierung der RS-Position zur Bedienerunterstützung: in Herstellerverantwortung

Ergänzende Zustandsvisualisierung mithilfe der Positionier-/ Zustandsleuchte sind möglich und im Angebot zu beschreiben.

In Ergänzung der Leuchten direkt an der Maschine ist, analog der Bestandssituation, die gleiche Leuchte nochmal an der Hallenwand weiter östlich anzubringen und anzuschließen (im Bereich der dortigen Dacharbeitsbühne). Diese Leuchte wird beim Vertakten des Fahrzeuges zum „Auszählen“ der RS genutzt:

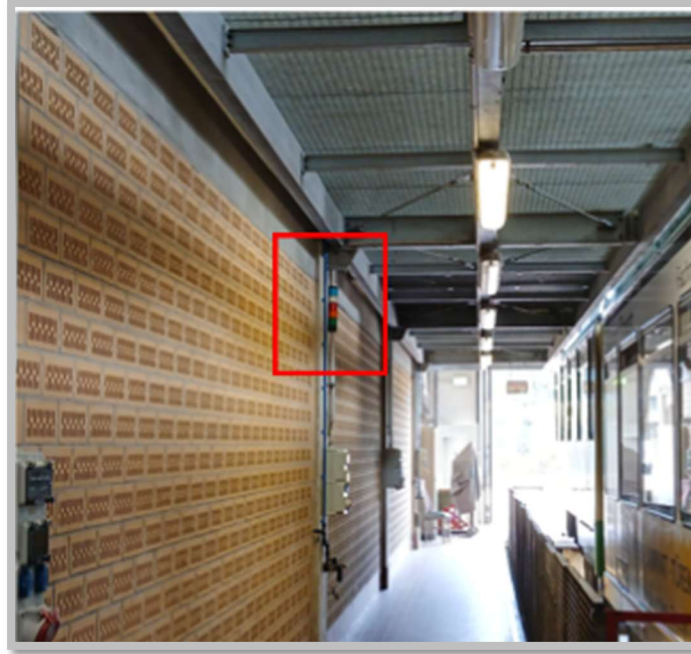


Abbildung 18: zusätzliche Maschinenleuchte an östlicher Hallenwand [DB Systemtechnik GmbH, VQ.TV112]

Unterbrechung/ Weiterbetrieb

Ein Ausspannen des Fahrzeugs/ RS muss nach jedem Arbeitsschritt möglich sein.

Nach einer Fertigmessung eines RS muss jederzeit eine weitere Bearbeitung möglich sein, ohne eine erneute Vermessung durchzuführen.

Unabhängig von einer Bearbeitung muss es möglich sein, alle Achsen des Fahrzeuges sequenziell zu vermessen, und die Messergebnisse zu übertragen/ zu dokumentieren.

Die Steuerung der Maschine muss bei einem Stromausfall gewährleisten, dass die Maschine keinen Schaden nimmt. Nach einem Stromausfall muss der Dreher aktiv die Maschine wieder anschalten bzw. den Wiederanlauf aktiv bestätigen.

Bearbeitungsbereich:

Alle Bearbeitungsprogramme für die Bearbeitung des Radprofils (Laufflächenreprofilierung) müssen standardmäßig so ausgelegt sein, dass stets das gesamte Profil bearbeitet/ abgefahren wird, von der Überwälzung/ Fase bis zur inneren Spurkranzrückenfläche. Es muss sichergestellt werden, dass beide Räder eines Radsatzes stets dasselbe Profil erhalten.

Schnitt- und Vorschubgeschwindigkeit:

Die Schnitt- und Vorschubgeschwindigkeit (v_c und f) des Werkzeuges muss während der Bearbeitung manuell innerhalb geeigneter Grenzen durch den Bediener regelbar sein (z.B. Potentiometer am Steuerpult an der Maschine). Die Ober- bzw. Untergrenze des Regelbereiches muss in der Maschinensteuerung einstellbar sein (Meister-/ Administratorebene).

Die Vorschubgeschwindigkeiten müssen je Support separat regelbar sein. Mindestens die Vorschubgeschwindigkeit muss jederzeit durch den Bediener gestoppt werden können (z.B. 0%-Stellung des Potentiometers).

Die Schnittgeschwindigkeit muss dem Bediener mindestens in der bei Zerspanungsprozessen üblichen Einheit „m/ Min“ (Meter pro Minute) ausgegeben werden. Die Vorschubgeschwindigkeit analog mindestens in „mm/ U“ (Millimeter je Werkstückumdrehung). Die Ausgabe erfolgt mindestens auf der Standard-Ansicht am HMI während der Radsatzbearbeitung (für den Dreher jederzeit sichtbar).



Auf Basis dieser Einheiten muss auch die o.g. Einstellbarkeit in der Maschinensteuerung möglich sein.

Die Einstellungen zu Vorschub und Schnittgeschwindigkeiten sollen sich automatisch den Veränderungen im Radscheibendurchmesser über die Profilkontur anpassen (z.B. Durchmesserunterschiede in der Messkreisebene oder auf der Spurkranzkuppe). Damit soll erreicht werden, dass ein eingestellter Vorschub oder Schnittgeschwindigkeit an jedem Profilkonturpunkt gleich ist.

Manuelles Verfahren:

Zur Durchführung von Einricht- und Kontrollaufgaben muss die Maschine auch von Hand gesteuert werden können („JOG-Betrieb“). Dazu soll der Bediener die Möglichkeit des manuellen Verfahrens von Achsen bzw. manuellen Antrieb der Antriebsrollen sowohl vom Steuerungstableau als auch per externem/ mobilem Bedienteil haben.

Die Hinweise zum Sicherheitskreis unter 2.3.6.1 sind zu beachten!

Diagnosefunktion/ Fehlerspeicher:

Die Maschine muss über ein Selbstdiagnosesystem verfügen, welches im Störungs- oder Gefahrenfall die Anlage in einen sicheren Zustand überführt. Die eingetretene Störung muss als Fehlercode und als für den Bediener verständliche Beschreibung einsehbar sein. Er soll damit die Möglichkeit erhalten, sich bestmöglich selbst an der Störungsbehebung zu beteiligen/ Maßnahmen zu ergreifen (u.a. auch die Nutzung der „Sensor- und Aktorübersicht“ aus 2.3.6.3).

Alle durch die Anlage aufgezeichneten Störungen müssen fortlaufend (inkl. Systemdatum/ Systemuhrzeit) in einem Fehlerspeicher geschrieben werden. Dieser muss rückblickend auf mindestens ein Jahr in allen aufgezeichneten Details auswertbar sein. Ein Neustart/ Reset der Maschine darf den Fehlerspeicher weder leeren noch einzelne Fehlermeldungen eliminieren.

Schlupfüberwachung

Die Maschine muss für alle Bearbeitungsaufgaben mit einer Schlupfüberwachung der Antriebsrollen ausgestattet werden.

Die Feinfühligkeit und die Eingriffsgrenzen der Überwachung auf die Antriebssteuerung muss über die Meister-/ Administratorebene in einem ausreichenden Bereich einstellbar sein.

Bei Aktivierung und sich erhöhendem Schlupf muss der Bediener durch die Steuerung auf das Missverhältnis hingewiesen werden und eine Eingriffsmöglichkeit haben, bevor die Antriebsleistung reduziert oder das Werkzeug aus dem Eingriff gezogen wird (mehrstufiger Ansatz).

Die Schlupfüberwachungseinrichtung muss so ausgelegt sein, dass sie auch bei RS ohne „klassische Radsatzwelle“ an beiden Rädern funktionsfähig ist (Losräder).

Diese Überwachung muss durch den Bediener jederzeit deaktivierbar sein.

Werkzeugkorrektur

Die Maschine muss über ein Werkzeugkorrektursystem/ -funktion verfügen, die einen möglichen Werkzeugverschleiß bzw. Unstimmigkeiten ausgleichen kann. Diese Funktion muss mindestens für die Laufflächenbearbeitung des Radprofils (Reprofilierung) aktiv sein und sie muss bei mehreren Schnitten automatisch erfolgen (automatischer Werkzeugverschleißausgleich z.B. vor dem Fertigschnitt, um das Einhalten der Fertigungstoleranzen zu verbessern). Funktion und Bezugselemente sind im Angebot detailliert zu beschreiben.



Werkzeuggeometrie

Es muss in der Ebene Meister/ Administrator möglich sein, der Maschinensteuerung verschiedene Werkzeuggeometrien einzuprogrammieren, ohne die grundlegenden Programme in der Maschine anpassen zu müssen. Das gilt mindestens für Werkzeuge (Wendeschneidplatten) mit L-, R-, C-, W- und D-Geometrie (bis zu einem maximalen Eckenradius von 20 mm). Der Hinweis zu den beiden Standard-Werkzeugen für die Radprofilbearbeitung ist zu berücksichtigen!

2.3.6.2 Bedienung über Steuertableau/ HMI

Die Maschine muss von einem Steuertableau direkt an der Maschine bedienbar sein.

Neben allen zur Bedienung der Maschine erforderlichen Interaktionselementen enthält dieses Steuerpult mindestens:

- einen mobilen Datamatrixcode-Scanner für das Einlesen von QR-Codes zur Werkstückidentifikation
- Dongle-/ Token-Lesesystem für Anmeldung/ Abmeldung/ Authentifizierung des Bedieners

Das Scanner- als auch das Anmelde-Lesesystem können als fest verbaute Varianten im Steuerpult ausgeführt sein (idealer Schutz vor Späneflug, unsachgemäßer Handhabung usw.). Das Steuerpult muss (wie üblicherweise auch auf dem mobilen Handgerät) eine „Türfreigabetaste“ enthalten, um auch ohne das Handgerät die Sicherheitskreise entsperren zu können.

Die Maschine muss mindestens über ein mobiles Handgerät verfügen, dass der Dreher z.B. zu Einrichtaufgaben oder bei Sonderarbeiten nutzen kann. Welche Funktionen damit möglich sind, ist vom Bieter zu definieren. Es muss mindestens die aktuelle X- und Z-Position des Supports angezeigt werden können.

2.3.6.3 Sensor-/ Aktorüberwachung

Die Maschinensteuerung muss eine Visualisierung der wesentlichen Sensoren und Aktoren (z.B. Näherungsschalter, Endlagenschalter, Lichtschranke usw.) in ihrem jeweiligen Status zur schnellen Störungssuche und -behebung ermöglichen.

Zur Visualisierung soll ein System zur Anwendung kommen, dass den Bediener intuitiv durch die Maschine bzw. deren Komponenten führt (z.B. unterteilt in Hauptbaugruppen). Die jeweilige Darstellung der Maschine oder ihrer Komponenten kann als Blockschaltbild erfolgen, wo die wesentlichen Sensoren/ Aktoren dargestellt sind.

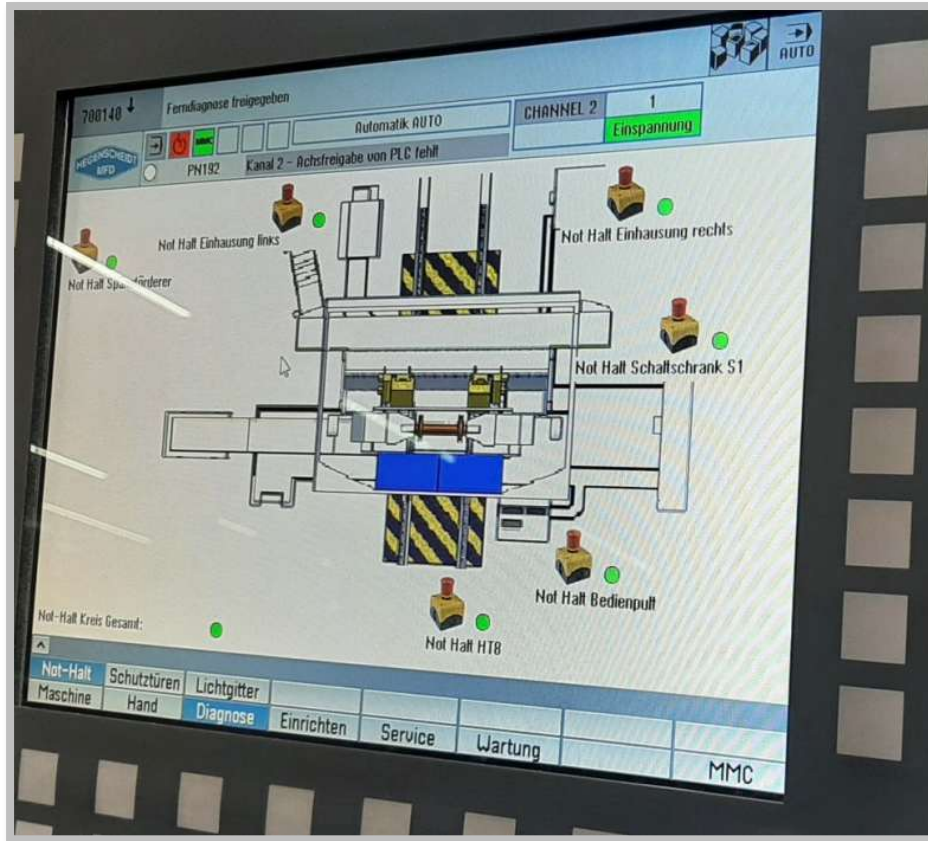


Abbildung 19: Status von Sensoren und Aktoren [DB Systemtechnik GmbH, VQ.TVI 12]

Vorhandene Störungen müssen in diesem System als Klartext angezeigt werden. Das System muss mindestens vom HMI aus für den Dreher zugänglich sein.

2.3.7 IT-/OT-Anforderungen

2.3.7.1 Datenein- und -ausgabe, Datenspeicherung, Protokollierung

Eingabe der Identifikationsdaten

Grundsätzlich sind nachfolgende Eingabefelder für die Identifikation des Fahrzeuges/ RS mindestens vorzusehen (=Identifikationsdaten):

- Bedienerdaten
 - Kürzel/ Identifikationsnummer/ Name des Bedieners (bzw. Konzernausweiskennung)
- Fahrzeug-/ Radsatzdaten
 - Fahrzeugnummer
 - Fahrgestell-/ Drehgestellnummer
 - Fahrzeug-/ RS-Bauart
 - RS-Ausrichtung (A-B, B-A)
 - Fahrzeugausrichtung
 - RS-Serialnummer
 - RS-Position innerhalb des Fahrzeuges
 - Schadcode
 - Profiltyp und -variante

Die Bedieneranmeldung erfolgt am HMI der Maschinensteuerung per Einlesen des Tokens/ Dongles (siehe 2.3.7.5). Seine Nutzung muss immer möglich sein, sobald die Anmeldemaske „aktiv“ ist. Der gerade angemeldete Bediener steht damit automatisch in dem Feld „Bedien-



erdaten“ (siehe oben) bis er sich irgendwann wieder abmeldet oder einen RS ausspannt. Als Rückfalleben muss es eine Variante geben, sich per manuelle Dateneingabe von Nutzernamen und Passwort anzumelden.

Ist der Bediener angemeldet, erfolgt die Eingabe der grundlegenden Fahrzeug- und/ oder RS-Daten manuell durch den Bediener am HMI. Ergänzend muss es die Möglichkeit geben, die Daten per Scanner einzulesen (QR-Code-Scanner). Dazu ist der Scanner inkl. Schnittstelle zur Maschinensteuerung und Halterung an der Maschine zu liefern und zu installieren. Die Scannerfunktion soll den Bediener von der Dateneingabe so weit wie möglich entlasten, die Initialisierungsposition („Cursorposition“) muss bei Nutzung des Scanners automatisch immer gleich sein (Ziel: richtige Befüllung der Eingabemaske). Ein Test-QR-Code kann im Auftragsfall zur Verfügung gestellt werden. Die einwandfreie Funktion ist bereits bei der „Funktionsprüfung im Herstellerwerk“/ FAT nachzuweisen.

Wenn nicht durch das automatische Überschreiben passiert, werden beim Ausspannen eines RS (und damit nach der Protokollierung bzw. Erzeugen des Datensatzes) alle Eingabefelder in der Identifikationsmaske sowie alle Messwerte des zuvor gemessenen/ bearbeiteten RS zurückgesetzt. Mit dem Einspannen eines neuen RS hat sich der Bediener immer wieder neu anzumelden und findet eine leere Eingabemaske für die Identifikationsdaten vor.

Eingabe der Bearbeitungsparameter

Für die Radprofilbearbeitung muss ergänzend zu den Identifikationsdaten, ggf. in einer anderen Eingabemaske, durch den Bediener mindestens nachfolgende Daten eingegeben/ ausgewählt/ bearbeitet werden können:

- Auswahl geeigneter Bearbeitungsvorschläge der Maschinensteuerung durch den Bediener (auf Basis der Vormessdaten mit grafischer Unterstützung)
- Einstellung/ Veränderung von Bearbeitungsparametern (u.a. auch die der Bearbeitungsvorschläge)
 - Anzahl der Schnitte
 - Jeweilige Schnitttiefe (mindestens für die Messkreisebene)
 - Spurmaß s (spurmaßorientierte Bearbeitung) bzw. einzelne Spurkranzdicken d_1/ d_2
 - Zieldurchmesser (Messkreisebene)
 - Prozessparameter (Schnittgeschwindigkeit, Vorschubgeschwindigkeit)

Datenspeicherung

Die Datenspeicherung umfasst (je nach Bearbeitung) mindestens die oben unter „Dateneingabe“ aufgeführten Positionen, zzgl. bei

- Radprofilbearbeitung:
 - vollständige Vor- und Nachmessdaten
 - vollständiger Profildatum
 - Systemdatum/ Systemuhrzeit
 - Temperatur Werkstück
 - Prozessparameter

Alle eingegebenen oder durch die Maschine ermittelten Daten je RS/ -Bearbeitung sollen (neben den beschriebenen Dateixporten) in einer maschineninternen Datenbank (vorzugsweise SQL) fortlaufend gespeichert werden.

Bei Verwendung einer Datenbank muss diese in die Maschine einbezogen werden, sodass kein freistehender Datenbank-PC erforderlich ist. Die Datenbank kann dazu z.B. in das HMI integriert werden.



Der AG muss die Möglichkeit haben jederzeit aus der Datenbank Protokolle von vergangenen Bearbeitungen zu erstellen.

Diese Datenbank wird vom AG nicht nur zur fortlaufenden Speicherung von RS-Daten verwendet, sondern soll auch gleichzeitig dem Zustands- und Verschleißmonitoring des RS dienen. Der Bieter macht dem AG dazu einen Vorschlag.

Protokollierung/ Datenausgabe als .pdf/A

Das Protokoll muss die unter „Datenspeicherung“ aufgeführten, gespeicherten Daten bzw. Bearbeitungen abbilden können, zzgl. Werkstatt-/ Standortbezeichnung (die Prozessparameter der Radprofilbearbeitung können hierbei unberücksichtigt bleiben). Das Protokolllayout ist mit dem AG abzustimmen, das Format ist als „.pdf/A“ umzusetzen.

Das Protokoll einer gerade durchgeführten Messung/ Bearbeitung muss mindestens beim Ausspannen des RS in Form einer .pdf/A-Datei automatisch erstellt und exportiert werden (z.B. via SMBv3 oder SFTP). Eine manuelle Bedientätigkeit ist dazu nicht erforderlich, das Protokoll muss alle notwendigen Daten enthalten um Fahrzeug bzw. RS eindeutig zu identifizieren.

Der Zugang zu dieser Ablage über das/ aus dem VBBR-Netzwerk ist zu beschreiben. Die notwendigen Netzwerkrouuten zu den Zielsystemen sowie Authentifizierungsdaten werden vom AG bereitgestellt.

2.3.7.2 Schnittstelle .xml-Datei

Ähnlich wie beim „.pdf/A“ muss die Maschine über eine definierte Schnittstelle pro RS/ Bearbeitung eine .xml-Datei bereitstellen.

Die Daten werden den Identifikationsdaten entnommen (siehe 2.3.7.1).

Es sind alle RS-Messdaten (Tabelle 4) sowie die Daten/ Koordinaten des kompletten Profildates zu übertragen.

Die Datenübertragung muss mindestens nach Abschluss eines vollständigen Messvorgangs (z.B. Vormessen und/ oder Fertigmessen) möglich sein und muss beim „Ausspannen“ des RS automatisch gesendet werden. Ein manuelles Anstoßen des Datensendens (z.B. per Knopfdruck) ist nicht zulässig.

2.3.7.3 Monitoring und Archivierung der Prozessparameter

Die Steuerung muss für jeden RS nachfolgende Prozessparameter/ Prozessdaten erfassen und zusammen mit den zum RS gehörenden Messwerten speichern/ übergeben (z.B. nach dem Ausspannen des RS):

- Vorschub und Schnittgeschwindigkeit (in Bezug auf die MKE)
- Schnitttiefe/ Zustellung a_p (in Bezug auf die MKE)
- Anzahl der Schnitte
- Anpresskraft/ Kräfte im Spann- und Antriebssystem der Maschine (Niederhaltung/ Einspannung/ Antriebsrollenträger)
- Prozesszeit je RS (unterteilt in Messung, Zerspanung, Nebenzeiten)

Als Format kann .xml genutzt werden bzw. der Bieter unterbereitet dem AG einen Vorschlag.

2.3.7.4 OPC UA-Schnittstelle für Maschinen-/ Betriebsdaten

Die Maschinensteuerung muss eine Möglichkeit bieten, dass der Betreiber Maschinen- und Betriebsdaten über eine OPC UA-Schnittstelle beziehen/ auslesen kann. Dazu muss maschinenseitig ein OPC UA-Server eingerichtet werden, der die entsprechenden Daten einem ma-



schinenexternen System zur Verfügung stellen kann. Es ist derzeit nur der Datentransport aus der Maschine geplant

Betriebszustand:

- Hauptschalter: ein/ aus
- Maschine in Störung: ja/ nein (wenn ja: Fehlercode und Beschreibung jeweils als codiertes Bit-Array bereitstellen)
- Bearbeitungszustand als Bitmuster und jeweils in Klartext: Leerlauf/ Ein- oder Ausspannen/ Vor- oder Nachmessen/ Laufflächenbearbeitung/ Bremscheibenbearbeitung/ sonstige Bearbeitung (Rückmeldung der Schrittkettenbearbeitung)
- Prognostizierte Bearbeitungsdauer (runterzählend)

Betriebswerte:

- Verbrauch Medium Elektroenergie (Scheinleistung, Wirkleistung)
- Betriebsstundenzähler „Steuerung ein“
- Betriebsstundenzähler „Hydraulik ein“
- Betriebsstundenzähler „Spindelrotation Antriebsrollen“
- Werkstückzähler Laufflächenbearbeitung

Prozessparameter (RS-spezifisch und nur für die Laufflächenbearbeitung):

- siehe 2.3.7.2

Die Einzelparameter müssen in ihrer Beschreibung/ Variablenbezeichnung eine eindeutige maschinentechnische Zuordnung zulassen.

Bei der Festlegung der Variablennamen und Adressierung muss sich der Bieter an die existierenden OPC-UA Companion-Spezifikationen halten (z.B. OPC 40001, OPC 40501-1, OPC 40502-1, OPC 10000-100 etc.). Das Mapping von maschinenseitigen Variablen zu den OPC UA Datenmodellen ist zu dokumentieren.

Details für die Umsetzung dieser Schnittstelle (z.B. Signale, Variablentyp, Zeichenlängen, ...) werden in gemeinsamen Abstimmungen mit dem AG nach Auftragsvergabe ausgestaltet.

2.3.7.5 Benutzeranmeldung/-abmeldung und Authentifizierung

Um einen sicheren Betrieb der Maschine sowie ein sicheres und einfaches An- und Abmeldeverfahren für Bediener zu gewährleisten, soll ein Token-/ Dongle-System eingesetzt werden. Die Ausgestaltung ist Sache des Bieters.

Die Maschine hat an der Bedieneinheit (HMI) ein Lesegerät, welches die entsprechenden Informationen des Dongles/ Token auslesen kann (Mindestlieferumfang: 15 Stück). Diese Informationen werden dann mit einer maschineninternen Datenbank die Rolle und die Rechte des Bedieners gemäß Benutzerkonzept zugeordnet (alles inkl. der Benutzerverwaltung ist Lieferbestandteil).

Als Rückfallebene zu oben beschriebenem System muss es immer möglich sein, dass sich eine berechtigte Person z.B. per „Nutzername und Passwort“ manuell anmelden kann.

Benutzer- und Berechtigungskonzept

Der Bieter muss ein mit dem AG abgestimmtes Benutzerkonzept erstellen, dabei sind mindestens nachfolgende Ebenen mit entsprechenden Möglichkeiten vorzusehen:

- Bediener
 - Durchführung aller Mess- und Bearbeitungsvorgänge inkl. notwendiger Eingaben/ Einstellungen
 - Dokumentation (Protokolldruck, .xml-Dateiversand)



- Auslesen von Fehlerspeicher/ Fehlerprotokollen/ Störungsmeldungen
- Meister/ Instandhaltungsmitarbeiter/ Administrator
 - Benutzerverwaltung
 - Eingabe von Grenzen und Maßabhängigkeiten (z.B. Grundwerte für Schnitt- und Vorschubgeschwindigkeit)
 - Korrekturen/ Einstellungen am Messsystem außerhalb der normalen Anwendung
 - System auf Ausgangswerte zurücksetzen
 - Anpassung von Arbeitsprogrammen (z.B. Aufspielen von neuen Profilen)
 - ...

Die Maschinenbedienung darf nur durch berechtigte Personen erfolgen. Ist kein Mitarbeiter an der Maschine angemeldet darf keine Funktion der Maschine ausführbar sein.

Der gerade angemeldete Bediener muss in der Dokumentation der Arbeitsergebnisse (z.B. gedruckte/ gespeicherte Protokolle) aufgeführt werden. Er bleibt so lange für die Arbeitsergebnisse verantwortlich, bis er sich abmeldet bzw. die Maschine ihn beim Ausspannprozess automatisch abmeldet.

Das Benutzer- und Berechtigungskonzept ist ausführlich in der Maschinendokumentation zu beschreiben.

2.3.7.6 Fernwartung

Der Bieter muss eine Möglichkeit der Fernwartung schaffen. Das beinhaltet alle Hard- und Softwarekomponenten, die maschinenseitig dazu benötigt werden. Es kann die vom Bieter favorisierte (eigene) Lösung genutzt werden, diese muss im Angebot beschrieben werden. Es soll möglich sein, maximal viele Einstellungen/ Hilfen per Fernwartung vornehmen zu können um Vor-Ort-Einsätze von Monteuren, Inbetriebnehmer und Programmierer auf ein Minimum zu reduzieren.

Die Fernwartung ist so zu gestalten, dass sie vom AG an der Maschine aktiv genehmigt werden muss (z.B. per Softkey, Schlüsselschalter o.Ä.).

2.3.7.7 Updates von Software und Steuerung

Sind aufgrund von vorliegenden Störungen, Wartungs-/ Instandhaltungsmaßnahmen oder sonstigen Gründen Updates an der Maschinensoftware (CNC, PLC) notwendig, so muss sichergestellt sein, dass keine ungewollten oder unbeabsichtigten Änderungen eingebracht werden. Der Bieter hat dem AG zur Sicherstellung ein Konzept für die Softwarevalidierung vorzulegen.

Softwareänderungen sind nur nach vorheriger Abstimmung mit dem AG zulässig. Der Bieter hat eine fortlaufende Dokumentation der Änderungen in den Softwareversionen zu führen („Change Log“) und dem AG vor jedem Update mitzuteilen. Basis hierfür ist als Teil der Maschinendokumentation eine bei Auslieferung vollständige Stückliste aller eingesetzten Softwarebausteine und Versionsbezeichnungen.

Sofern es zu betrieblichen Einschränkungen kommt, sind diese mit der genannten Vorlaufzeit mit dem AG abzustimmen.

2.3.8 Korrosionsschutz und Farbgebung

Der Korrosionsschutz der Maschine ist nach dem Stand der Technik und unter Beachtung des Einsatzfalles auszuführen.

Der Bieter führt eine Korrosionsschutzplanung im Rahmen der Ausführungsplanung durch. Im Rahmen dieser Planung sind nachvollziehbare und eindeutige Korrosionsschutzpläne in Form von Zeichnungen mit Positionsnummern und dazugehörigen Listen zu erstellen. Die-



sen Listen ist der den Bauteilen zugeordnete Beschichtungsaufbau inkl. Korrosivitätskategorie zu entnehmen.

Angaben zu Schutzdauer und Korrosivitätskategorie:

- Schutzdauer mittel
- Korrosivitätskategorie C2 gem. DIN EN 12944-2
- Korrosionsschutzsysteme nach ZTV-ING Teil 4

Der RAL-Farbtone wird durch den Bieter entsprechend seines Gesamtfarbkonzeptes im Angebot vorgeschlagen und mit dem AG abgestimmt.

Edelstahlflächen und verzinkte Bauteile erhalten keine Farbgebung. Das Farbkonzept ist zur Konstruktionsfreigabe vom AG zu genehmigen.

Darüber hinaus müssen sie gegenüber dem Betriebsschmutz der RS, Schmierstoffen der Maschine sowie handelsüblichen Reinigungsmitteln resistent sein. Materialübergänge sind unter Berücksichtigung ihrer elektrochemischen Potentiale vor Kontaktkorrosion zu schützen.

Die Schiebeschienen bzw. die Aufnahmeträger der Schiebeschienen müssen eine eigenständige Entwässerungsmöglichkeit haben (z.B. Entwässerungsbohrungen), um z.B. von Fahrzeugen auf die Maschinenteknik eingebrachtes Wasser sicher aus dem System entfernen zu können und Korrosion an Führungen und Hydraulik vorzubeugen.

2.4 Anforderungen an Arbeitssicherheit, Gesundheitsschutz, Umweltschutz, Betriebs- und Hilfsstoffe

Die Vorgaben des Gesundheits- und Arbeitsschutzes sind einzuhalten.

Bei der Montage sind durch die ausführenden Firmen alle bekannten Sicherheitsvorschriften einzuhalten. Weiterhin sind die Sicherheitsbestimmungen des Werkes umzusetzen.

Sind für die Montage Hilfsmittel, z. B. Gabelstapler, Mobilkrane, etc., vorgesehen, so müssen diese in einem technisch einwandfreien Zustand sein. Die Bedienung der Geräte muss durch fachkundiges Personal erfolgen.

Im Angebotspreis sind alle Voraussetzungen für die sichere Montage der Maschine einzukalkulieren.

Es ist eine Risikobeurteilung und daraus abgeleitete Gefährdungsbeurteilung zu erstellen und mit dem AG abzustimmen.

Für die umliegenden Arbeitsplätze in der Halle sollen die Gefährdungen insbesondere durch Rauch, Staub, Lärm und Gefahrstoffe minimiert oder ausgeschlossen werden.

Fluchtwege innerhalb der Grube und nach außen hin werden durch den AG gekennzeichnet. Die Durchgangshöhen in der URD-Grube sollen mindestens 2,1 m betragen (ASR). Abweichungen müssen im Angebot angegeben werden

2.4.1 Tritte, Griffe, Geländer

Es ist sicherzustellen, dass die Maschine über ausreichend und sichere Griffe und Tritte verfügt, um alle notwendigen Arbeiten gefahrlos auszuführen (z.B. bei der Montage von Einspannwerkzeugen oder Schneidwerkzeugwechsel).

Dieser Punkt muss Bestandteil der Gefährdungsbeurteilung sein.

Es ist zu berücksichtigen, dass der Rand der Fundamentgrube und der Bereich des aufgestellten Gleises über geeignete Vorrichtungen (wie zum Beispiel Griffe, Tritte, Absturzsi-



cherungen, Geländer) verfügt, die eine gefahrlose Bedienung und Instandhaltung der URD und ihrer Messsysteme zulässt.

Absturz- und Anstoßstellen sind mit Farbtönen in Warnanstrich auszuführen. Anstoßstellen sollen zzgl. mit einem Prall- und Anstoßschutz versehen werden.

2.4.2 Schutzbedarf Bediener

Der Bediener ist gemäß den geltenden Gesetzen und Vorschriften vor Gefährdungen zu schützen. Dies betrifft insbesondere:

- Berührung rotierender, gefährlicher Teile
- Quetschgefahr
- Späneflug
- Gesundheitsgefährdende Stoffe wie ölhaltige Rauchgase, Stäube
- Lärm

Bei den ersten beiden Punkten sind insbesondere der Sicherheitskreis und seine steuerungs-technische Überwachung maßgebend. Es ist eine technische Abhängigkeit herzustellen, dass eine Anlagennutzung erst erfolgen kann, wenn alle Schutzeinrichtungen in Position gebracht bzw. aktiv geschaltet sind.

Sichtfenster in Schutztüren/ Abdeckungen/ Verkleidungen sind in hitze- und kratzbeständigem Material auszuführen.

Für die Absaugung der bei Bearbeitung entstehenden Rauche und Stäube ist die Installation einer Staub- und Rauchabsauganlage Leistungsbestandteil des Bieters. Die Anforderungen sind in Abschnitt 2.6.3. beschrieben.

2.4.3 Schutz bei Wartung/ GPK

Für Wartungs- und Kalibriertätigkeiten muss die Maschine mit geeigneten Griffen und Tritten ausgerüstet werden, so dass die Servicemitarbeiter die Arbeitsposition mit der notwendigen Ausrüstung sicher erreichen können und sicher stehen können. Von der Arbeitsposition aus muss es möglich sein, Referenz- und Bezugsflächen sicher zu erreichen und die Anzeigen der Messgeräte ablesen zu können. Das betrifft z.B. die eventuell notwendige Arbeitsposition im „Bearbeitungsraum“ der Maschine (über dem Spänetrichter/ Spänebrecher). Siehe auch Hinweise unter 2.3.4.5.

2.4.4 Personennotsignalanlage (PNA)

Die PNA dient vorrangig zur Absicherung eines allein an der Maschine arbeitenden Mitarbeiters.

Bei ausgelöster PNA muss die Maschine kontrolliert in einen sicheren Zustand fahren, wobei mindestens die RS-Rotation (Antriebsrollen) zu stoppen ist. Eine Wiederaufnahme des Bearbeitungsschrittes bei einem Abbruch durch die PNA soll möglich sein, muss aber extra durch den Bediener quittiert werden.

Befindet sich die Maschine gerade im Zerspanungseingriff, so muss das Werkzeug bei Auslösung mindestens etwas mehr als die aktuelle Zustellung aus dem Werkstück herausgefahren werden (Vermeidung Schäden an Werkstück und Werkzeug).

Die Meldung muss mindestens an einer zu definierenden Stelle optisch und akustisch erfolgen, zusätzlich muss es die Möglichkeit geben, dass ein Notruf an eine Telefonnummer des AG abgesetzt wird (ggf. notwendige SIM-Karte liefert der AG).

Die Lieferung und Installation ist Leistungsbestandteil des Bieters.



2.4.5 Lärmemission

Der maximale Schalldruckpegel der im Betrieb befindlichen Maschine, mit allen eventuell mitlaufenden Nebenaggregaten, soll kleiner 75 dB(A)- gemessen in 1 m Entfernung sein (Messpunkt: Bedienstandort des Bedieners am HMI). Der Nachweis ist im Rahmen des Regelbetriebes (Probetrieb) zu erbringen. Lärmintensive Anlagenteile wie zum Beispiel Staub- und Rauchabsauganlage sowie Hydraulikaggregat sollen mit geeigneten Mitteln gedämpft werden, um den Lärm unmittelbar in der URD-Grube maximal zu reduzieren (z.B. Lärmschutzhaube, Konstruktion von Lüftern/ Motoren/ Pumpen), sofern diese nicht bereits im benachbarten Lagerraum untergebracht sind.

2.4.6 Einspannwerkzeuge (Pratzen)/ Pratzenmagazin

Es muss eine Lösung geschaffen werden, den beidseitigen Pratzenaustausch für Niederhaltung/ Unterstützung außengelagerter RS so einfach wie möglich zu gestalten. Ziel ist es, den Bediener beim Pratzenwechsel so gut wie möglich zu unterstützen (Pratzengewicht), die Handhabung zu vereinfachen (Sicherheit) und den Wechsellaufwand zu reduzieren (Zeiteinsparung). Siehe Hinweise unter 2.3.2.

Die URD muss ein an der Maschine integriertes Pratzenmagazin enthalten, welches den Pratzenwechsel ohne den Einsatz eines Krans oder des manuellen Hebens der Pratzen ermöglicht. Für die Menge an „Lagerplätzen“ macht der Bieter im Angebot einen Vorschlag.

Das Magazin muss so ausgelegt werden, dass es die unterjährigen Wartungsmaßnahmen an der Maschine nicht behindert oder einzelne Teile zur Wartung demontiert werden müssen.

2.5 Sonstige Anforderungen

Werden Arbeiten (u.a. Schleifen, Bohrarbeiten, Schweißen) auf dem Fußboden durchgeführt, so sind Verschmutzungen und Beschädigung im Arbeitsbereich durch entsprechende Maßnahmen sicher auszuschließen. Entsprechende Schutzmaßnahmen sind vom Bieter vorzuhalten.

Seitens des VBBr werden alle anerkannten Regeln der Technik sowie die geltenden Vorschriften z.B. des Unfallversicherungsträgers (Berufsgenossenschaft), der Unfallverhütung und des Umweltschutzes sowie die Vorschriften und Regelwerke des VBBr eingehalten. Abweichungen von technischen Regelwerken sind nicht beabsichtigt und derzeit nicht erkennbar.

Alle mit dieser funktionalen Leistungsbeschreibung übersandten Unterlagen sind Eigentum des VBBr und dürfen Dritten (auch auszugsweise) nur nach Erteilung unseres Einverständnisses zugänglich gemacht werden.

Die dem Anbieter zur Verfügung gestellten Unterlagen dienen lediglich der Information. Der Anbieter prüft alle Maße und sonstigen Angaben vor Ort.

Dem Bieter obliegt die Sicherung der Baustelle.

Für alle Kommunikationen zwischen dem Bieter bzw. späteren AN und dem AG ist Deutsch als Sprache festgelegt. Das betrifft den kompletten Wort- und Schriftverkehr wie zum Beispiel:

- das Angebot
- die Dokumentation und
- weiterführende Beschreibungen oder Unterlagen

sowie alle Tätigkeiten im Rahmen

- der Montage der Maschine
- der Schulungen
- der Inbetriebnahme



- des begleiteten Probetriebes und
- der Wartung

Kann der Bieter dies nicht gewährleisten, muss er eine Übersetzungsmöglichkeit entsprechend aktueller Notwendigkeit gewährleisten und für den entstehenden Aufwand aufkommen (ist Leistungsbestandteil).

Zur Klärung technischer und kommerzieller Fragen nutzen Sie bitte das Bieterportal der Ausschreibungsplattform. Hinweise befinden sich im Bereich „Bieterkommunikation“.

2.5.1 Leitungen, Schläuche, Steckverbindungen

Alle Beschriftungen (z.B. Beschriftungen von Kabeln, Rohrleitungen, Schläuchen) und Schutzkonstruktionen/ Abdeckungen für Medien (z.B. Kabelschutzrohre, Schutzrohre für Hydraulik-/ Luftschläuche) müssen im Späneflugbereich aus Metallmaterial bestehen. Kunststoffmaterialien sind nicht zulässig! Kunststoff-Steckverbindungen sind entsprechend zu schützen.

Der Bieter präsentiert in seinem Angebot eine beispielhafte Ausführung zu dieser Anforderung.

2.5.2 Befestigungen, Verschraubungen

Alle Schraubenelemente sind in metrischem Gewinde auszuführen, wenn kein gängiger Stand der Technik dagegen spricht (z.B. bei Leitungs-/ Rohrverschraubungen). Selbstschneidende Schrauben sind zu vermeiden und nur in sehr geringem Maße einzusetzen. Sollten selbsthemmende oder selbstschneidende Schrauben zum Einsatz kommen, sind deren Einbauorte zum Zweck von Demontage- und Montagevorgängen zu dokumentieren (z.B. in der Bedienungs- oder Wartungsanleitung).

2.5.3 Service und Wartung

Sämtliche Arbeiten an der Maschine (wie z.B. Instandsetzungs- und Wartungsarbeiten) sind mit norm- und handelsüblichen Arbeitsmitteln/ Werkzeugen ausführbar zu gestalten.

Sind ausnahmsweise Sonderwerkzeuge unumgänglich, so sind sie Lieferbestandteil des Bieters.

Alle zu wartenden und inspizierenden Anlagenbestandteile müssen frei und möglichst ohne Hilfsmittel (Leiter, Steighilfen, ...) zugänglich ausgelegt sein. Es sollen zur erleichterten Zugänglichkeit an erforderlichen Stellen Griffe, Tritte, Absturzsicherungen, usw. zur Verfügung stehen.

Vom Bieter ist zu definieren (z.B. in der Dokumentation), welche Wartungselemente, nach einer entsprechenden Schulung vom Bieter, durch den AG durchgeführt werden können und welche nur durch den Bieter oder von einem von ihm beauftragten Wartungsunternehmen durchgeführt werden können. Gleiches bezieht sich auch auf die Entstörung der Maschine, hier muss der Bieter definieren, inwieweit der AG selbst die Entstörungen durchführen kann.

Insbesondere sind Verschleiß und Störanfälligkeit durch konstruktive Maßnahmen und geeignete Materialauswahl auf ein Minimum zu begrenzen. Verschleißteile müssen leicht und schnell, ohne großen Aufwand an Werkzeug und Personal ausgewechselt werden können. Idealerweise erhalten die Verschleißteile eine eindeutige Kennzeichnung für den Verschleißgrenzwert, um Aufwand für Mess- und Inspektionstätigkeiten zu reduzieren.

Es sind weitgehend Normteile und handelsübliche Produkte zu verwenden. Sämtliche Anlagenteile sind entsprechend dem metrischen Maßsystem zu erstellen.



Alle nachschmierbaren Komponenten sind mit einheitlichen Schmiernippeln auszurüsten. Die Lage der Schmiernippel ist in der Dokumentation anzugeben.

Schmiernippel und Schmiermittel-Einfüllpunkte sind in „Verkehrsrot“ (RAL 3020) mittels einer 3 cm breiten Umrandung deutlich hervorzuheben und entsprechend dem notwendigen Schmiermittel zu beschriften.

Es sollen nur Schmierstoffe (und ggf. andere Gefahrstoffe) zur Anwendung kommen, die bereits am Standort in der Anwendung sind.

Ölschaugläser, Manometer, Thermometer etc. sind barrierefrei ablesbar zu gestalten.

Rohrleitungen und Medienführungen sind mit Durchflusstoff und Flussrichtung nach DIN 2403 eindeutig zu kennzeichnen. Verwendete Öle und Betriebsstoffe sind an den Einfüllpunkten auszuweisen.

Alle an der Maschine befindlichen und zu verschließenden Montageöffnungen, Revisionsluken, -klappen und -öffnungen sind mit einem Schnellverschlussystem auszurüsten.

Zulässige bzw. optimale Druck- und Temperaturbereiche etc. sollten auf den jeweiligen Anzeigen eindeutig gekennzeichnet sein, dies gilt auch für den kritischen Bereich (z.B. zulässig/ arbeitsfähig = „Grüner Bereich“; optimal = „Roter Pfeil“; Kritisch = „Roter Bereich“; neutral = „Weißer Bereich“).

Die Beleuchtung in der Anlage muss für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten geeignet sein.

Im Rahmen der Instandhaltung muss es jederzeit ohne nennenswerten Zusatzaufwand möglich sein, die Maschine in Ihren Achsen zu nivellieren/ neu auszurichten (z.B. jederzeit einstellbare Fixatoren).

2.6 Anforderungen an die Peripherie/ Komponenten

2.6.1 Aufgeständerte Gleise

Um Einzel-RS auf der URD positionieren zu können, muss die Gleisauflagerung beidseitig begehrbar ausgeführt werden (z.B. durch Abdeckplatten innerhalb der aufgeständerten Gleise in der Grube). Diese Vorrichtung soll auch dazu dienen, den Bediener vor Tropfwasser (z.B. von schneebedeckten Fahrzeugen) zu schützen und ist entsprechend zu konzipieren. Die Abführung des Wassers ist bei der Konzeption zu beachten.

Eventuelle Übergänge, bedingt durch unterschiedliche Schienenbauformen, sind durch den Bieter auszugleichen.

- Spurweite: 1.000 mm
- angrenzende Schienenform: Rillenschiene
- Auslegung: 105 kN maximale Achslast

2.6.2 Späneentsorgung

Die anfallenden Späne müssen über ein System aus Spänebrecher und Späneförderer sicher und kontinuierlich in einen Container außerhalb der Grube abgeführt werden können.

Die Kapazität von Brecher und Förderer muss mindestens der maximal möglichen Materialmenge durch den Zerspanungsvorgang entsprechen (maximaler Spanquerschnitt und dabei mögliche Schnittgeschwindigkeit). Es muss eine Reversierfunktion am Spänebrecher vorhanden sein, die für den maximalen Spananfall ausgelegt ist und die Situation soweit möglich beherrscht (inkl. einer sinnvollen Verknüpfung mit dem Späneförderband).

Die Zerkleinerungswerkzeuge des Brechers sollen segmentartig gestaltet und austauschbar sein.

Um eine Späneförderung ohne bereitgestellten Container sowie eine Überfüllung zu vermeiden, ist das System mit einer Füllzustandsüberwachung auszustatten (kein Container= keine Späneförderung; voller Container= keine Späneförderung).

Es muss ein System vorhanden sein, dass die jeweiligen Förderketten mindestens an den Scharnierstellen regelmäßig automatisch schmiert (kann z.B. per Tropfschmierung).

Der neue Containerstandpunkt soll am südwestlichen Grubenrand verortet sein:



Abbildung 20: neue Position Spänecontainer [DB Systemtechnik GmbH, VQ.TVI12]

Es sind zwei Spänecontainer mitzuliefern. Sie sollen in der Größe mindestens dem Bestandscontainer (ca. 1,8 m³) entsprechen und von den Abmaßen so gestaltet sein, dass sie an den vorgesehenen Platz passen. Die konstruktive Ausgestaltung muss so aussehen, dass die Container von Süden aus mit einem Gabelstapler aufgenommen werden können. Ergänzend ist eine Lösung zu liefern, wie der auf dem Stapler befindliche Container die Späne am einfachsten in den Schrottcontainer des Standortes entleeren kann.

2.6.2.1 Späneluke (Option)

Zur Vereinfachung der Grubenreinigung soll optional eine Späneluke angeboten werden. Darunter zu verstehen ist eine öffnungsfähige Klappe/ Luke direkt über einem unter dem Grubenfußbodenniveau verlaufenden Späneförderer. Wird diese Luke durch den Dreher geöffnet, soll die Möglichkeit bestehen, dass man dort Spänereste (von vagabundierenden Spänen in der Grube) entsorgen kann. Die detaillierte Ausgestaltung dieser Anforderung ist dem Bieter überlassen. Ein Lösungsvorschlag ist im Angebot zu beschreiben und in den Bietergesprächen zu diskutieren.

2.6.3 Staub- und Rauchgasabsauganlage

Die Staub- und Rauchgasabsauganlage muss den bei der Bearbeitung entstehenden Rauch bzw. Staub sicher absaugen. Rauch entsteht z.B. durch bearbeitungsbedingte Erwärmung von Schmierstoffresten von Spurkranzschmierungen oder Schmierstoffrückständen der Maschine. Der Staubanteil setzt sich im Wesentlichen aus Metallpartikeln bei der Spanbildung zusammen.

Die Düsen der jeweiligen Absaugung müssen so nah wie möglich an der Zerspanungsstelle positioniert sein, um eine maximale Effektivität sicherzustellen. Der Düsenquerschnitt muss entsprechend der anfallenden Staub- und Rauchmenge ausreichend groß dimensioniert sein. Es ist zu vermeiden, dass Späne durch die Einlässe der Düsen mit angesaugt werden (Hinweis zur Gitterdimensionierung) bzw. sich Späne unzulässig zwischen Support und der Düse(n) ablagern. Kann ein Ansaugen von Spänen nicht ausgeschlossen werden, ist in das Ab-



saugsystem eine Späneentfernung zu berücksichtigen (z.B. Zyklonfilter). Mindestens müssen in der Verrohrung zwischen den Düsen bis zur Filterstation Reinigungsklappen/ Wartungsluken vorgesehen werden, um die Rohre innen reinigen zu können (Wasser, Späne, Stäube).

Die Anlage und Ihre Eigenschaften sind im Angebot detailliert zu beschreiben, u.a.:

- Filtertechnologie (TA-Luft muss eingehalten werden; Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft)
- Effizienz der Absaugung bei Rauch und/ oder Staub
- Wartungsaufwände (z.B. Filtermediumtausch)

Die Abluft muss auf dem Hallendach erfolgen. Dazu kann die Entlüftung des benachbarten Lagerraumes für Altöl- und Kühlwasser mitgenutzt werden oder es wird eine eigene Verrohrung geschaffen. Die Positionierung der Anlage (Lüfter/ Sauger, Filter) soll in Anlehnung an die Bestandssituation erfolgen.

2.6.4 Hydrauliksystem

Bei der Hydraulikanlage muss sichergestellt sein, dass sich die Anlage selbsttätig bei Minimalölstand im Hydraulikölvorratsbehälter abschaltet. Zuvor muss ein Warnhinweis an die übergeordnete Maschinensteuerung abgegeben werden, dass der Bediener rechtzeitig informiert wird („Minimalölstand fast erreicht“).

Befinden sich alle hydraulikölführenden Anlagenteile in maximaler Ausfahrstellung, darf der Minimalölstand nicht standardmäßig unterschritten werden.

Die Hydraulikanlage der URD darf bei einem Stromausfall oder einer Bearbeitungsunterbrechung (z.B. Störung) keinen schlagartigen Druckverlust zulassen, der zu einem „Absacken“ des Fahrzeugs/ RS führen könnte. Das Gleiche trifft auf Hebemechanismen zu, die möglicherweise nicht mit einer Hydraulik arbeiten.

Der Auffangbehälter am Hydraulikaggregat muss mindestens dem dort vorhandenen Ölvolumen entsprechen.

Im Angebot ist die geplante Hydraulikölmenge mit anzugeben.

Als Hydrauliköl soll biologisches Öl Anwendung finden.

Auch bei hoher Temperatur- und Staubbelastung muss eine ausreichende Kühlung des Hydrauliköles sichergestellt sein.

Es ist eine Heizung/ Heizstab im Hydrauliköltank vorzusehen, um die Maschine im „kalten Zustand“ ausreichend effizient betreiben zu können (um z.B. die Zeiten für das Öffnen/ Schließen der Schiebeschienen mit kaltem Öl zu reduzieren).

Die Position der Anlage (Pumpe, Tank) ist davon abhängig, ob der benachbarte Lagerraum mitgenutzt werden kann. Ansonsten steht die Anlage mit in der Grube entsprechend dem abgestimmten Aufstellungsplan.

2.6.5 Schleppfahrzeug (SFZ)

Es wird kein Schleppfahrzeug genutzt, Fahrzeug wird in Eigentraktion oder manuell bewegt.

2.6.6 Ersatz- und Verschleißteilpaket

Der Bieter liefert dem AG ein Ersatz- und Verschleißteilpaket entsprechend Anlage 10. Dort sind alle notwendigen Details zum Umfang und Inhalt des Paketes beschrieben.



3 Gesetze, Richtlinien und Normen

3.1 Grundsätze

Das durch den Bieter zu liefernde System muss die zum Zeitpunkt der Auftragsvergabe geltenden Gesetze, Richtlinien und Normen sowie die anerkannten Regeln der Technik einhalten. Dazu zählen beispielhaft:

- Inverkehrbringung bis 20.01.2027 gilt EG Maschinenrichtlinie 2006/42/EG gültig ab 29.12.2009
- Inverkehrbringung ab 20.01.2027 gilt die EU – Maschinenverordnung
- 9. Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung) nach aktuellstem Stand
- EMVG- Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit nach aktuellstem Stand
- Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG; nach aktuellstem Stand)
- Gewerbeabfallverordnung (GewAbfV; nach aktuellstem Stand)
- LAGA 20 (Bund/ Länder Arbeitsgemeinschaft Abfall)
- Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV; nach aktuellstem Stand)

Sowie:

- Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV)
- Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung, ArbStättV)
- Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen (LärmVibrationsArbSchV)
- DGUV-R 103-014 »Elektromagnetische Felder«
- DGUV-R 109-009 »Fahrzeuginstandhaltung«
- DGUV Vorschrift 3 »Elektrische Anlagen und Betriebsmittel«
- ASR A1.3 »Technische Regeln für Arbeitsstätten; Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung«
- ASR A1.8 »Verkehrswege«
- ASR A2.3 »Flucht- und Rettungswege«
- ASR 3.4 »Beleuchtung«
- DVD Schrift 506 »Aufbau und Schutzmaßnahmen von elektrischen Energieanlagen in Betriebshöfen«

Bieter und AG sind verpflichtet, sich an die geltenden Gesetze, Richtlinien und VBBi-interne Regelungen zu halten und darüber hinaus sich gegenseitig über Neuerungen und Veränderungen rechtzeitig zu informieren, um diese bei der Bestellung und der Lieferung zusätzlich zu beachten und die Geltung nach der Auftragsvergabe im gegenseitigen Einvernehmen zu vereinbaren.

Diese Verpflichtungen werden Vertragsbestandteil. Werden sie nicht erfüllt, gilt der Auftrag als nicht ordnungsgemäß durchgeführt. Schadenersatzansprüche wegen sich daraus ergebenden Folgen bleiben vorbehalten.



3.2 Normen

- DIN EN ISO 12100:2011-03 »Sicherheit von Maschinen - Allgemeine Gestaltungsleit-sätze - Risikobeurteilung und Risikominderung«
- DIN EN ISO 1101:2017-09 »Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Geometri-sche Tolerierung – Tolerierung von Form, Richtung, Ort und Lauf«
- DIN EN 10049:2014-03 »Messung des arithmetischen Mittenrauwertes Ra und der Spitzenzahl R_{Pc} an metallischen Flacherzeugnissen«
- DIN EN 12464-1:2021-11 »Licht und Beleuchtung - Beleuchtung von Arbeitsstätten - Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen«
- DIN EN 13715: 2020-10 »Bahnanwendungen - Radsätze und Drehgestelle - Räder - Radprofile«
- DIN EN 13260:2020-12 »Bahnanwendungen - Radsätze und Drehgestelle - Radsätze - Produkthanforderungen«
- DIN EN 13262:2020-12 »Bahnanwendungen - Radsätze und Drehgestelle - Räder - Produkthanforderungen«
- DIN EN 15313:2016-09 » Bahnanwendungen –Radsätze und Drehgestelle – Rad-satzinstandhaltung
- DIN ISO 230-1:2012-03 »Werkzeugmaschinen – Prüfregeln für Werkzeugmaschinen – Teil 1: Geometrische Genauigkeit von Maschinen, die ohne Last oder unter Schlicht-bedingungen arbeiten«
- DIN ISO 230-2:2014-05 »Werkzeugmaschinen – Prüfregeln für Werkzeugmaschinen – Teil 2: Bestimmung der Positionierunsicherheit und der Wiederholpräzision der Posi-tionierung von numerisch gesteuerten Achsen«
- DIN ISO 230-4:2005-04 »Werkzeugmaschinen – Prüfregeln für Werkzeugmaschinen – Teil 4: Kreisformprüfungen für numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen«
- DIN ISO 230-5:2006-03 »Prüfregeln für Werkzeugmaschinen – Teil 5: Bestimmung der Geräuschemission«
- DIN EN 50121-1:2017-11 »Bahnanwendungen – Elektromagnetische Verträglichkeit – Teil 1: Allgemeines«
- DIN EN 50370-1:2006-02 »Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Produktfami-liennorm für Werkzeugmaschinen«
- DIN 8607:1976-06 »Werkzeugmaschinen; Drehmaschinen mit normaler Genauigkeit, Umlaufdurchmesser über 800 bis 1600mm, Abnahmebedingungen«
- DIN VDE 0115-1:2002-06 »Bahnanwendungen- Allgemeine Bau- und Schutzbestim-mungen«
- DIN ISO 2768-1 »Allgemeintoleranzen; Toleranzen für Längen- und Winkelmaße ohne einzelne Toleranzeintragung«
- DIN VDE 0105-100 “Betrieb von elektrischen Anlagen”
- OPC 40001-1 »Open Plattform Communications, Basisinformation für UA-Variablen«
- ISO 27001 »Informationssicherheit, Cybersicherheit und Datenschutz - Informations-sicherheitsmanagementsysteme - Anforderungen«
- ISO 27002 »Informationssicherheit, Cybersicherheit und Schutz der Privatsphäre - Informationssicherheitsmaßnahmen«
- ISO 27005 »Informationstechnik - IT-Sicherheitsverfahren - Informationssicherheits-Risikomanagement«
- IEC 62443 »Industrielle Kommunikationsnetze - IT-Sicherheit für Netze und Systeme«



- DIN 27201-9:2017-06 »Zustand der Eisenbahnfahrzeuge - Grundlagen und Fertigungstechnologien - Teil 9: Messen«

Sofern geplant ist, von harmonisierten europäischen Normen oder deutschen Normen und technischen Spezifikationen abzuweichen, muss nachgewiesen und dokumentiert werden, dass die gleiche Sicherheit auf andere Weise erreicht wurde.

3.3 Vorgaben des VBBr

- BOStrab: Straßenbahn Bau- und Betriebsordnung
- TRSp: Technische Regel Spurführung
- Radprofilzeichnung 95mm
- Radprofilzeichnung 105mm



4 Lieferbedingungen

Die Lieferung der URD erfolgt frei Verwendungsstelle in den Betriebshof Brandenburg zu Lasten und zum Risiko des Bieters.

Der komplette Liefer- und Leistungsumfang ist der Anlage 1 zur funktionalen Leistungsbeschreibung „Preiszusammenstellung“ zu entnehmen.

Die Lieferung, die Montage, die Inbetriebnahme und der Probetrieb erfolgen zum Pauschalpreis. Eventuelle Schicht- und Wochenendarbeit ist mit einzuplanen und nicht gesondert in Rechnung zu stellen.

Zwei Wochen nach Auftragseingang muss dem AG durch den Bieter ein Terminplan zum Gesamtablauf der Lieferung zu übergeben. Der Terminplan ist durch den AG zu genehmigen.

Für die Lieferung, die Montage, die Inbetriebnahme und den Probetrieb muss dem AG spätestens 6 Wochen vor Beginn der Arbeiten ein detaillierter Ablaufplan zur Genehmigung vorgelegt werden.

Die Liefer- und Leistungszeit einschließlich Lieferung, Montage, Inbetriebnahme, Schulung und Probetrieb endet mit dem Termin der Endabnahme. Aus aktueller Sicht wird die Endabnahme auf in das vierte Quartal 2026 datiert.



5 Dokumentation

5.1 Grundsätze

Die komplette Dokumentation muss in deutscher Sprache abzufassen und in 2-facher Ausfertigung in Papier und vervielfältigungsfähig auf einem Datenträger bis zur EA übergeben werden.

Der Bieter muss, gesondert von der oben genannten Dokumentation, die Möglichkeit einer „mobilen Dokumentation“ schaffen. Hierfür ist dem AG mit dem Angebot ein Konzept vorzulegen, wie die mobile Dokumentation realisiert werden soll. Ziel soll es sein, den Bedienern und Instandhaltern erforderliche Unterlagen der Dokumentation direkt an der Maschine mit einem mobilen Endgerät zugänglich zu machen. Somit ist das Arbeiten an der Maschine transparenter und zielgerichteter.

Eine mögliche Umsetzung kann mittels QR-Codes erfolgen, welche an geeigneten Stellen der Maschine angebracht sind und auf einem mobilen Endgerät Informationen zu den entsprechenden Komponenten/ Funktionen bereitstellen. Bei der Realisierung sind nicht-proprietäre offene Standards zu bevorzugen.

Hinweis: Ein mobiles Endgerät ist AG-seitig je Bediener bereits vorhanden.

Zeichnungen und 3D-Modelle sind in folgenden Formaten zu übergeben:

- Alle 2D-Zeichnungen sind als kopierfähiges Exemplar als *.PDF sowie *.DWG Dateien zu übergeben, alternativ oder ergänzend sind *.DXF oder *.RVT Dateien möglich
- Alle maschinentechnischen Anlagen sind weiterhin als 3D-Modell in einem neutralen Austauschformat als *.STEP Dateien zu übergeben, alternativ oder ergänzend sind *.IFC Dateien möglich
- Generell gilt: Alternative oder ergänzende Dateiformate zum Datenaustausch von 2D-Zeichnungen und 3D-Modellen bedürfen der Abstimmung mit dem AG und der Zustimmung des AG

5.2 Unterlagen zum Angebot

Das Angebot muss mindestens nachfolgende Positionen aufweisen:

Allgemein:

- Erklärung über eigene Patente zur Leistungsart (Fertigung, Lieferung und Montage von Unterflurradsatzdrehmaschinen)
- Detaillierte Beschreibung Maschine sowie der explizit beschriebenen Anforderungen:
 - Nachweis der Vor-Ort-Begehung (Anlage 6)
 - Nennung der notwendigen Medienanschlüsse und deren Dimensionierung
 - Aufbau Maschinengrundrahmen
 - Beschreibung der Antriebsspindelssysteme und der Spindeldurchmesser
 - Beschreibung Not-Ausspannprozess
 - Umstellung der Werkzeugnullpunkte zwischen LNUX- und WNMG-Werkzeug
 - Beschreibung der Nutzung der Ersatzbezugselemente für die Radsatzkoordinatensysteme
 - Zeitumfang für vollumfänglichen Messprozess bei einem Radsatz mit dMKE=750mm
 - Beschreibung der maschineninternen Blindleistungskompensation
 - Visualisierungen mit der Maschinenzustandsleuchte
 - Funktion und Bezugselemente der Werkzeugkorrektur im Radprofilbearbeitungsprozess
 - Konzept der Fernwartung
 - Vorschlag zum Farbkonzept des Herstellers



- Vorschlag bzgl. Maschinenaufstellplan inkl. aller notwendigen Peripherie
- Vorschlag für die Menge an Lagerplätzen für Einspannwerkzeuge
- Ausführungsbeispiel für Beschriftungen im Späneflugbereich
- Aufbau und Funktion der Rauch- und Staubabsauganlage
- Angabe der Hydraulikölmenge
- Konzept zur mobilen Dokumentation
- Detaillierte Beschreibung der unter 1.2 ausgewiesenen Optionen
- Übersichtszeichnung (Entwurf) mit allen für Montage und Betrieb relevanten Maßen für die Anlage und einer Vor-Positionierung der peripheren Maschinenkomponenten
- Wartungsplan (am Beispiel einer Referenzmaschine) mit Dauer der Wartungen (täglich, wöchentlich, monatlich etc.), deren Inhalt und Kosten
- Anzahl an geplanten Einweisungen/ Schulungen, deren vsl. Örtlichkeit und Dauer
- Ersatz- und Verschleißteilpaket gemäß Anlage 10 und entsprechender Ergänzung

Termine:

- ein vorläufiger Terminplan je Maschine mit folgenden Positionen (aufbauend von einer Endabnahme im vierten Quartal 2026):
 - Termin für Montagestart
 - Termin für die Funktionsprüfung/ FAT
 - Termin für geometrische Prüfung und Kalibrierung
 - Termin für Bestimmung der erweiterten Messunsicherheiten
 - Termin für die maschinentechnische Freigabe
 - Termin/ Zeitraum für die Schulungen

Kosten:

- Kostenaufstellung entsprechend Preiszusammenstellung (Anlage 1)

5.3 Unterlagen nach Auftragserteilung**Zwei Wochen nach Auftragserteilung:**

- ein detaillierter Terminplan für den Projektablauf
- Schnittstellenplan Medienanschlüsse

Sechs Wochen nach Auftragserteilung:

- vollständige Ausführungsplanung des AN
- vereinfachtes 3D-Modell der Maschine (verbesserte Feinplanung mit den Baugewerken)

5.4 Vollständige Dokumentation

Die Dokumentation muss den Anforderungen der EG-Maschinenrichtlinie/ EU-Maschinenverordnung entsprechen.

Dazu gehören die folgenden Punkte:

- allgemeine Beschreibung der Maschine,
- Übersichtszeichnungen der Maschine und die Schaltpläne der Steuerkreise sowie Beschreibungen und Erläuterungen, die zum Verständnis der Funktionsweise der Maschine erforderlich sind,
- vollständige Detailzeichnungen, eventuell mit Berechnungen, Versuchsergebnissen, Bescheinigungen usw., die für die Überprüfung der Übereinstimmung der Maschine mit den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen erforderlich sind,
- die Unterlagen über die Risikobeurteilung, aus denen hervorgeht, welches Verfahren angewandt wurde; dies schließt ein:
 - eine Liste der grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen, die für die Maschine gelten,



- eine Beschreibung der zur Abwendung ermittelter Gefährdungen oder zur Risikominderung ergriffenen Schutzmaßnahmen und gegebenenfalls eine Angabe der von der Maschine ausgehenden Restrisiken,
- die angewandten Normen und sonstigen technischen Spezifikationen unter Angabe der von diesen Normen erfassten grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen,
- alle technischen Berichte mit den Ergebnissen der Prüfungen, die vom Hersteller selbst oder von einer Stelle nach Wahl des Herstellers oder seines Bevollmächtigten durchgeführt wurden,
- ein Exemplar der Betriebsanleitung der Maschine,
- gegebenenfalls die Einbauerklärung für unvollständige Maschinen und die Montageanleitung für solche unvollständigen Maschinen,
- gegebenenfalls eine Kopie der EG-Konformitätserklärung für in die Maschine eingebaute andere Maschinen oder Produkte,
- eine Kopie der EG-Konformitätserklärung;
- ggf. Angabe der Einbauorte, die aktuellen Sicherheits- und Datenblätter der verbauten Akkus und Batterien mit einem Druckdatum nicht älter als 2 Jahre
- ggf. aktuelle Sicherheitsdatenblätter für Betriebs- und Hilfsstoffe mit einem Druckdatum nicht älter als 2 Jahre

Zusätzlich zu den Anforderungen der EG- Maschinenrichtlinie/ EU-Maschinenverordnung und sofern nicht darin bereits enthalten, sind durch den Bieter die nachfolgend aufgeführten Unterlagen zu liefern:

- Übersichtszeichnungen und Zeichnungsverzeichnis
- alle Konstruktionszeichnungen mit Stücklisten
- Bedienungsanleitungen mit Beschreibung der Bedienung, Einstellmöglichkeiten, Maschinenfähigkeiten
- Elektroschaltpläne mit Geräteliste und Beschreibung (bevorzugt EPLAN)
- Vollständige Kommunikationsstruktur der Anlage mit sämtlichen Geräten, Bus-Systemen, IP-Adressen, Ports
- Hydraulikschaltpläne mit Geräteliste und Beschreibung² (bevorzugt EPLAN)
- Pneumatikschaltpläne mit Geräteliste und Beschreibung³ (bevorzugt EPLAN)
- EMV-Plan bzw. Konformitätserklärung nach EMV-Richtlinie
- Hinweise zur Störungssuche und -behebung
- Ersatz- und Verschleißteilkatalog inklusive Lieferanten, Lieferzeiten, Artikelnummern, Preisen und Tauschfristen
- Pflege- und Instandhaltungsanleitung inklusive Fristen, sowie Kennzeichnung der vom Betreiberpersonal ohne Verlust der Herstellergarantie ausführbaren Arbeiten sowie eine Aufzählung wiederkehrende Überprüfungen inkl. Fristen
- Prüfanweisung zur geometrischen Prüfung und Kalibrierung der URD
- technische Unterlagen aller Zulieferteile (inkl. Zeichnungsmaterial)
- Risikobeurteilung
- Gefährdungsbeurteilung und Betriebsanweisung
- CE-Kennzeichnung
- Datenträger, die es im Falle einer Systemstörung ermöglichen, das System wieder in einen vollständig arbeitsfähigen Zustand zu versetzen. Dies beinhaltet:
 - Software (z.B. SPS, OEM, Betriebssysteme)
 - Dokumentierter Quellcode der durch den AN erstellten Programme (z.B. NC-Programme)

² sofern vorhanden

³ sofern vorhanden



- Passwörter
- Vollständige Softwarestückliste (je Hardware sämtliche eingesetzten Software-Module mit ihren Versionsbezeichnungen zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme) z.B. als Teil der Elektrodokumentation oder als separate Excel-Tabelle mit folgenden Merkmalen
 - Hardwarebezeichnung
 - Bezeichnung der Software (Firmware, Betriebssystem, Bibliotheken z.B. für Python, SSH-, HTTPS-Clients usw. sowie zur Verschlüsselung eingesetzte Zertifikate)
 - Versionsnummer zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme, falls verfügbar Ablaufdatum (z.B. Zertifikate)

Die Dokumentation ist Bestandteil der maschinen-, mess- und prüftechnischen Freigabe beim AG, siehe Abschnitt 7.3.

Änderungen/ Ergänzungen, welche sich nach der maschinen-, mess- und prüftechnischen Freigabe ergeben, werden durch den Bieter bis zum Termin der EA in die Dokumentation eingearbeitet.

Diese Dokumentation ist verständlich/ nachvollziehbar aufzubauen und zu formulieren und auf die gelieferte Maschine zu beziehen.



6 Lieferung, Montage und Einweisung

6.1 Beistellungen des Auftraggebers

Der AG nimmt die Bauherrenaufgaben wahr.

Durch den AG werden auf Anforderung des Bieters folgende Leistungen zur Verfügung gestellt:

- Einweisung der Personale des AN vor Ort
- Medienbereitstellung für Montage-/ Inbetriebnahmetätigkeiten:
 - Elektroenergie (230 / 400 V AC)
 - Wasser
 - ggf. Druckluft (8 bar)
- Sicherstellung des freien Baustellenzugangs innerhalb der regulären Werkstattbesetzungszeiten
- Bereitstellen werksseitigen Medienanschlüsse bis an die vorgesehene Schaltschrankposition (wie im Bestand)
- Handwasch-/ Dusch- und Toilettenräume für Personale des Bieters
- Gewährleistung der Baufreiheit im Bereich URD (Detaillierung nach Besichtigung und Abstimmung Bieter und AG vor Ort)
- Bereitstellung der zu den Abnahmen beim AG erforderlichen RS bzw. Fahrzeuge nach Anforderungsplan des Bieter
- Zeichnungsmaterial für Fahrzeuge/ DG/ RS entsprechend 2.3.1.1
- Zeichnungsmaterial für die umgebende Infrastruktur
- Staplerfahrzeug (bis 3,5 t)
- Laufkatze über der URD-Grube (bis 1t; nur Gleismitte)
- Entsorgung/ Abfall (siehe 6.2.1)

Die kostenfreie Nutzung von Hebezeugen, Medien, Büros und sanitären Einrichtungen ist nur nach einvernehmlicher Abstimmung mit dem AG möglich. Dabei ist zu beachten, dass die Produktion im Werk Vorrang hat. Auch bei Beistellungen durch den AG haftet der Bieter für eventuelle Schäden bis zur Endabnahme.

6.2 Montagebedingungen

Die Montage, Inbetriebnahme und Freigabe der URD erfolgt durch den Bieter entsprechend den vertraglich festzulegenden Bedingungen.

Die für die Montage/ Inbetriebnahme hinausgehend über die in 6.1 genannten Hebezeuge sind durch den Bieter zu stellen.

Zufahrtsbesonderheiten:

Sind grundsätzlich bei der Vor-Ort-Begehung aufzunehmen.

Als kritische Punkte kann die Begrenzung der Durchfahrtshöhe der OLA sowie der 90°-Winkel an der Betriebshofzufahrt angemerkt werden.

Ggf. kann „auf Gleis 8“ bis an die Grube gefahren werden.

Der Transport innerhalb des Werkes erfolgt unter Anleitung und in Verantwortung des Bieters.

Für den Bau-/ Montagebetrieb benötigten Schläuche, Kabel und Leitungen sind so zu sichern, dass sie keine Gefahrenquelle darstellen.

In und an vorhandenen Konstruktionen befindliche Kabel und Leitungen sind schonend zu behandeln (ggf. in Absprache mit dem AG zu lösen, für die Dauer der Baumaßnahme zu sichern und danach wieder zu befestigen).



Jede Beschädigung von Kabeln, Leitungen und umliegender Infrastruktur ist sofort dem AG zu melden.

Der benötigte Platzbedarf für:

- Container (Schrott, Abfall- und Wertstoffe)
- Werkbänke/ „Montagecontainer“
- Fläche für den Kran und seine Abstützungen
- Parkflächen
- Stellfläche für Maschinenkomponenten, Montagehilfsmittel

ist den örtlichen Gegebenheiten anzupassen und mit dem AG abzustimmen sowie im Projektverlauf zu aktualisieren.

Arbeiten zur Montage/ Inbetriebnahme sollen an 5 Tagen je Woche ausgeführt werden. Die Montagezeiten sind mit dem AG abzustimmen (Regelzeit: 06:00- 18:00 Uhr). Die Leistungsdauer ist auf ein Minimum zu reduzieren.

Mitarbeitern des AG ist in gegenseitiger Abstimmung die Teilnahme an wesentlichen Montageschritten zu ermöglichen.

6.2.1 Abfall/ Abfallentsorgung

Das örtliche Entsorgungskonzept kann für anfallende Abfallstoffe (Öle/ Fette/ Betriebsstoffe/ Schrott/ Holz/ Verpackungs- und Installationsmaterial) in Abstimmung mit dem AG mitgenutzt werden.

Es ist alles entsprechend seinem AVV-Abfallschlüssel zu entsorgen und zuvor sortenrein zu trennen.

Das voraussichtliche Volumen an Abfall im Rahmen der Montage ist im Angebot mit anzugeben.

6.3 Einweisung und Schulung

Der Bieter führt eine oder mehrere Einweisungen und Schulungen für 15 Mitarbeiter durch. Die dafür notwendigen Schulungsunterlagen und Einweisungshinweise werden kostenfrei und in ausreichender Anzahl zur Verfügung gestellt. Diese Schulung umfasst Inhalte der Bedienung und Instandhaltung (i.S. Pflege, Wartung, Grundeinstellungen, Nachjustierung von Werkzeugen und Messeinrichtung, Unterhalt und Erstentstörung) der Maschine hinsichtlich Mechanik, Hydraulik, Elektrotechnik/ Elektronik und IT/ OT. Es sollen Schulungsvideos zur Anwendung kommen, die dem Bediener die Schulungsinhalte kompakt näherbringen. Diese Videos sind dem AG für weitere interne Schulungen zur Verfügung zu stellen.

Die Schulungen müssen in deutscher Sprache durchgeführt und die Schulungsunterlagen in deutscher Schrift ausgegeben werden. Mit dem Angebot müssen Schulungsunterlagen einer vergleichbaren Referenzmaschine/ Referenzprojekt eingereicht werden (Bewertung auf Vollständigkeit, Rollenkonformität und Struktur).

Die Anzahl der Einweisungen und Schulungen, die maximale Teilnehmerzahl an den Einweisungen und Schulungen und Einweisungs- bzw. Schulungsdauer je Gruppe muss mit dem Angebot zu übergeben werden. Dabei ist für jede Gruppe der Preis für den Schulungstag im Hause des Bieters bzw. im Hause des AG auszuweisen.

Der AN muss diese Schulung (Inhalt und Umfang siehe oben) optional für den Zeitraum der Gewährleistungsfrist ab Endabnahme der Maschine anbieten. Damit erhält der AG die Möglichkeit, neue Mitarbeiter nachträglich zu schulen. Preisanpassungen sind z.B. über Preisgleitklausel realisierbar.



Die Schulung muss zum Beginn des Probetriebes abgeschlossen sein. Je nach Zweckmäßigkeit ist die Einbeziehung von Mitarbeitern des Auftraggebers an entscheidenden Montageabschnitten zu ermöglichen.

Weiterhin ist durch den Auftragnehmer ein Schulungsangebot für 5 Mitarbeiter für Service, Wartung und Instandhaltung für die Fachgebiete „Mechanik“, „Hydraulik“, „Elektrotechnik“, „Elektronik“ und „IT/OT“ zu unterbreiten. Hier werden grundlegende Inhalte für die Instandhaltung der Maschine unterrichtet, um die Teilnehmer mindestens bis auf den erforderlichen Fähigkeits- und Kenntnisstand einer „Halbjahreswartung“ zu schulen.

6.4 Technische Verfügbarkeit des Systems

Die Grundlage für die Sicherstellung der „Technischen Verfügbarkeit“ bildet die VDI-Richtlinie 3423:2011-08 „Verfügbarkeit von Maschinen und Anlagen; Begriffe, Definitionen, Zeiterfassung und Berechnung“.

Die Stör- und Stillstandszeiten werden beim Auftraggeber auf einem Erfassungsblatt gemäß der Anlage 2 zur funktionalen Leistungsbeschreibung „Erfassungsblatt für technische Ausfallzeiten“ dokumentiert.

Die Auswertung der Verfügbarkeit erfolgt vierteljährlich durch den Auftraggeber und wird auf die tatsächliche Anzahl von Tagen im Betrachtungszeitraum bezogen.

Festgelegte Betriebszeiten (365 Arbeitstage im Jahr):

- Montag – Sonntag: 00:00 Uhr – 24:00 Uhr

Die Zeiten für die planmäßige Wartung und Instandhaltung sind gemäß VDI - Richtlinie keine technischen Ausfallzeiten und werden bei der Verifikation der Verfügbarkeit auch dann nicht berücksichtigt, wenn die planmäßigen Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten ganz oder teilweise in die Belegungszeit fallen.

Die Technische Verfügbarkeit beträgt mindestens 95 % und wird für einen Zeitraum von 5 Jahren, unabhängig von der Dauer der Verjährungsfrist für Mängelansprüche, gewährleistet.

Der Betrachtungszeitraum beträgt 3 Monate.

Die Technische Verfügbarkeit V_T gibt den prozentualen Anteil der Belegungszeit T_B an, für den die Maschine ohne technischen Mangel (technische Ausfallzeit T_T) der Produktion zur Verfügung steht:

$$V_T = \left(1 - \frac{T_T}{T_B}\right) \cdot 100\%$$

6.5 Baubegleitung/ Kooperation Bau durch Bieter

Der Bieter berücksichtigt in seinem Angebot, dass es ein bestimmtes Maß an Baubegleitung/ Realisierungsbegleitung der Baumaßnahmen geben wird, die der Bieter mitbetreuen muss. Es besteht (neben der Abnahme des Fundaments, siehe 2.1.1) die Notwendigkeit in regelmäßigen Abständen an Baubesprechungen des AG bzw. des Baudienstleisters teilzunehmen, v.a. im Rahmen der bauseitigen Ausführungsplanung. So soll sichergestellt werden, dass die Schnittstellen klar definiert sind und es keine offenen Fragen zu Details wie Maschinenausrichtung, Schnittstelle zum Hallengleis, zu den Medienankopplungen oder geometrischen Feinheiten usw. gibt. Zur Kalkulation ist davon auszugehen, dass ca. alle 3 Wochen nach Auftragserteilung eine Besprechung stattfinden wird (meistens im Remote-Format). Ergänzend dazu müssen offene Themen/ Rückfragen auch bilateral geklärt werden können. Hinweis: es sind mindestens 20 Manntage zu kalkulieren.



Ergänzend sind die Besonderheiten der TAB (Technische Aufsichtsbehörde) mit zu berücksichtigen:

Entsprechend BOStrab §60 darf mit dem Bau von Betriebsanlagen erst begonnen werden, wenn die Prüfung der Bauunterlagen durch die TAB ergeben hat, daß die Vorschriften der Verordnung BOStrab beachtet sind. Den Antrag nach §60 stellt die VBBr gegenüber der TAB sowie den Antrag auf Inbetriebnahme nach §62 BOStrab. Der Bieter hat alle notwendigen Schritte für diesen Prozess zu unterstützen.

Dazu erfolgt mit dem Bieter, dem AG und der TAB eine Abstimmung über den notwendigen Umfang der Bauunterlagen zur Prüfung sowie zur Inbetriebnahme eine Begleitung der Abnahme durch die TAB.

Unterlagen die von der TAB gefordert sind werden mit der Ausführungsplanung vom Bieter übergeben.



7 Prüfungen, Freigaben, Endabnahmen, Probetrieb, Wartung (Quality Gates)

7.1 Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme ist nach der EG-Maschinenrichtlinie die erstmalige Nutzung einer Maschine durch den Betreiber. Sie darf erst erfolgen, wenn sie den Anforderungen der relevanten EG-Richtlinien entspricht und durch die EG-Konformitätserklärung und CE-Kennzeichnung nachgewiesen und dokumentiert worden ist.

7.2 Funktionsprüfung beim Auftragnehmer (FAT)

Nach der Fertigstellung der Maschine erfolgt zunächst eine Funktionsprüfung beim Auftragnehmer (engl. FAT = factory acceptance test).

Bei dieser Funktionsprüfung sind die Vollständigkeit des Lieferumfangs sowie alle beim Systemhersteller prüfbarer Funktionen der Maschine vorzuführen.

Als Mindestinhalte sind nachfolgende Positionen vorgesehen:

- Lieferumfang entsprechend Preiszusammenstellung (Anlage 1) bzw. getroffenen Absprachen zwischen AN und AG
- Stichprobenartige Prüfung bereits vorhandener Dokumentation
- Stichprobenartige Prüfung von Muss-Kriterien der Ausschreibung
- Einspannen eines RS
- Durchführung von Vor- und Nachmessvorgängen
- Anwahl und Durchführung ausgewählter Bearbeitungsaufgaben inkl. entsprechender Protokollierung, mindestens:
 - Laufflächenreprofilierung
- Verifizierungs-RS-Vermessung

Der AG lädt den Bieter zur FAT ein. Über die FAT wird durch den AG ein Protokoll gemäß der Anlage 3 zur funktionalen Leistungsbeschreibung „Protokoll der FAT“ geführt.

Erforderliches Testmaterial (maximal ein LRS) ist durch den Bieter zu stellen.

Für die FAT ist eine Dauer von etwa 8h einzuplanen.

Nach der erfolgreichen FAT erfolgt die Freigabe zur Auslieferung durch den AG.

7.3 Maschinentechnische, messtechnische bzw. prüftechnische Freigabe (mtF)

Nach der Auslieferung und der Inbetriebnahme der Maschine erfolgt die maschinentechnische und falls es erforderlich ist, die messtechnische bzw. die prüftechnische Freigabe beim Auftraggeber (mtF).

Bei dieser Freigabe sind mindestens die Vollständigkeit des Lieferumfangs sowie die Funktionen der Maschine vorzuführen.

Als Mindestinhalte sind nachfolgende Positionen vorgesehen:

- Überprüfung der evtl. Mängelliste aus der FAT
- Lieferumfang entsprechend Preiszusammenstellung (Anlage 1) bzw. getroffenen Absprachen zwischen Bieter und AG
- Prüfung der Dokumentation auf Vollständigkeit (v.a. der Risikobeurteilung gem. Maschinenrichtlinie)
- Prüfung diverser Muss-Kriterien der Ausschreibung
- Prüfung aller vorgesehen Funktionen und Bearbeitungsaufgaben der Maschine und entsprechender Einhaltung der Anforderungen



- Prüfung von IT/ OT-Anforderungen/ IT-/ OT-Festlegungen (Sicherheit, Fernwartung...)
- Nachweis der elektrischen Abnahme
- Nachweis der GPK sowie der MU
- Nachweis der Schulung für die Mitarbeiter des AG (mindestens: Bedienung)
- Funktionsprüfungen mit verschiedenen RS-Bauarten/ Fahrzeugen:
 - Datenein- und -ausgabe
 - Ein-/ Ausspannen
 - Vor- und Nachmessen
 - Laufflächenbearbeitungen mit unterschiedlichen Prozessparametern
 - Verifizierungs-Radsatzvermessung
- Stichprobenartige Überprüfung der Einhaltung der Anforderungen an Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz (z.B. Not-Halt, Späneflug, Sicherheitskreisverriegelungen, Effektivität Absauganlage, Lärm...)
- Stichprobenartige Kontrolle der Montagequalität (Verschraubungen, Leitungsverlegung, Schäden an Farb- und Korrosionsschutzschichten, ...)

Bei mtF sind die entsprechenden Funktionen der Maschine an relevanten Fahrzeug-BR und RS-Bauarten nachzuweisen.

Der AG lädt den Bieter zur mtF ein. Über die mtF wird durch den AG ein Protokoll gemäß der Anlage 4 zur funktionalen Leistungsbeschreibung „Protokoll der maschinentechnischen, messtechnischen bzw. prüftechnischen Freigabe“ geführt.

Für die mtF ist eine Dauer von etwa 8h einzuplanen.

Nach erfolgreicher mtF erfolgt der Probetrieb. Diese Freigabe beschreibt in diesem Zusammenhang die erstmalige Nutzung der Anlage durch den Betreiber.

Stellen sich wesentliche Mängel heraus, kann die Freigabe bis zur Beseitigung dieser Mängel verweigert werden.

Bei wesentlichen Mängeln handelt es sich um Mängel, welche die Funktion bzw. die Sicherheit des Systems beeinflussen. Ein wesentlicher Mangel ist auch das Fehlen von wesentlichen Unterlagen (Schulungsnachweise, Konformitätserklärung/ CE-Kennzeichnungen, ...).

Unwesentliche Mängel und Restarbeiten führen nicht zur Verweigerung der Freigabe. Für die Abarbeitung dieser Mängel wird im Protokoll ein Termin festgelegt.

7.4 Probetrieb

Der unterbrechungs- und störungsfreie Probetrieb, welcher unmittelbar nach der Schulung und Inbetriebnahme erfolgt, beträgt 12 Wochen und wird 1- schichtig durch den AG durchgeführt. Der Bieter betreut den Probetrieb in den ersten zwei Wochen unterbrechungsfrei vor Ort (werktäglich 8-stündig), der ggf. für weitere Anwenderschulungen genutzt werden kann. Die Betreuung danach muss nicht über die gesamte Zeit vor Ort erfolgen. Für die Zeit, in der keine Betreuung vor Ort stattfindet, muss jedoch zwingend eine Rufbereitschaft eingerichtet werden.

Innerhalb der ersten beiden Wochen werden zum Erreichen und Nachweisen der geforderten Funktionalität Kleinmaßnahmen zur Systemoptimierung zugelassen. Auftretende Störungen sind innerhalb von 24 Stunden nach Störungsmeldung (Meldungseingang) zu beseitigen.

Die letzten beiden Wochen haben zum Nachweis der zu erreichenden technischen Verfügbarkeit und der Leistung der Maschine störungsfrei zu verlaufen. In dieser Zeit wird nur eine Kleinstörung zugelassen, die innerhalb von 10 Stunden nach Störungsmeldung (Meldungseingang) zu beseitigen ist.

Kann eine Störung nicht innerhalb von 10 Stunden beseitigt werden, treten zahlenmäßig mehr Störungen auf oder wird die erforderliche Anzahl der zu bearbeitenden RS aus Grün-



den, die der Bieter zu vertreten hat, nicht erreicht, beginnt der Probetrieb entsprechend der Entscheidung des AG von vorn.

Die Störungsbeseitigung erfolgt durch den Bieter im Beisein des AG.

Die für den Probetrieb benötigte Werkzeuge, insbesondere Werkzeughalter und Wendeschneidplatten, werden vom Bieter bereitgestellt.

Während des Probetriebes sind mindestens durchzuführen:

- Einspannen von min. drei verschiedenen Fahrzeugen
- Drehen von min. 25 RS verschiedener Baureihen (Laufflächenreprofilierung)
- Drehen aller auf der Maschine verfügbaren Radsatzprofile + Kontrolle mittels Radprofilschablone
- Dauerversuch: Drehen von mindestens 5 RS in Folge (Laufflächenreprofilierung)

Die Vorgaben können in Absprache zwischen Bieter und AG angepasst werden.

7.5 Endabnahme

Die EA des Systems erfolgt an der Verwendungsstelle nach der Inbetriebnahme durch den Bieter, nach dem Abschluss der Mitarbeiterschulung und nach dem erfolgreichen Probetrieb.

Der EA-Umfang umfasst mindestens

- Prüfung und Durchsicht der Unterlagen aus der mtF
- Vollständigkeit und Aktualität der Dokumentation der Anlage entsprechend 5
- Überprüfung der Anlagenfunktionalitäten
- Überprüfung der vorgegebenen Maße und Grenzwerte
- Herstellen definierter Fehlerzustände
- Überprüfen der Dokumentation der erfolgreichen Durchführung des Probetriebs
- Reprofilierung mindestens eines RS (inkl. Brems Scheibenbearbeitung)

Der Bieter ist für die Anmeldung und die Durchführung der EA verantwortlich. Über die EA ist durch den AG ein Protokoll gemäß der Anlage 4 zur funktionalen Leistungsbeschreibung „Endabnahmeprotokoll“ zu führen.

Für die EA ist eine Dauer von etwa 8h einzuplanen.

Stellen sich bei der EA wesentliche Mängel heraus, kann die EA bis zur Beseitigung dieser Mängel verweigert werden. Bei wesentlichen Mängeln handelt es sich um Mängel, welche die Funktion bzw. die Leistung der Maschine beeinflussen. Ein wesentlicher Mangel ist auch das Fehlen der für die EA benötigten Unterlagen (Dokumentation, Kennzeichnungen u.a.). Mängel, die sich bei der EA-Prüfung herausgestellt haben, sowie fehlende Teile sind im EA-Protokoll zu vermerken.

Unwesentliche Mängel und Restarbeiten werden im EA-Protokoll festgehalten. Sie führen nicht zur Verweigerung der EA. Für die Abarbeitung dieser Mängel wird im EA-Protokoll ein Termin festgelegt.

Die Maschine gilt erst dann als abgenommen, wenn der AG das Protokoll unterschrieben hat. Mit der EA geht die Gefahr auf den AG über (Gefahrenübergang). Am darauffolgenden Tag beginnt die Verjährungsfrist für Mängelansprüche.

7.6 Gewährleistungsfrist für Mängelansprüche inkl. geplanter Wartungen

Grundsätzlich hat der Bieter eine Gewährleistungsfrist von 3 Jahren umzusetzen. Mit dem Angebot sind grundsätzlich die geplanten Wartungen innerhalb der Gewährleistungsfrist zu inkludieren. Es sind nachfolgende Stufungen anzubieten (siehe Preisblatt Anlage 1):



- Stufe 0 (Standard): 3 Jahre
 - inkludiert geplante Wartungen auf 3 Jahre
- Stufe 1 (Option): Verlängerung auf 5 Jahre
 - inkludiert geplante Wartungen auf 5 Jahre

Die Mehrkosten für die zusätzlichen geplanten Wartungen bei Verlängerung der Gewährleistungsfrist sind in allen Stufen zu inkludieren.

Die geplante Wartung enthält die Durchführung der Instandhaltung für die zu benennenden Bauteile gemäß den gültigen technischen Bestimmungen und den Vorgaben des Bieters.

Im Leistungsumfang sind alle Kosten, wie

- Kontrolle der Geräteeinstellungen
- Nachregelung / Nachjustierung der Maschinengeometrie bzw. der Maschinenkomponenten (Messtaster, Führungs-/ Spindel Spiel),
- Begleitung bei der Vollkalibrierung (Maschine & Messsystem nach DIN 27201-9 und aller üblichen RS-Messwerte aus Tabelle 4)
- Planmaterialien entsprechend Bietererfahrung
- alle Aufwendungen, wie An- und Abfahrt, Übernachtung, Arbeitszeit, Auslösung

enthalten.

Die Wartungsinhalte und -intervalle sind zu benennen. Der Bieter legt entsprechend seiner Erfahrungen an Referenzmaschinen fest, welche Wartungsmaßnahmen durch den AG ausgeführt werden können und welche vom Bieter durchgeführt werden müssen.

7.7 geplante Wartung außerhalb der Verjährungsfrist für Mängelansprüche (Option)

Unabhängig davon, ob zwischen dem AG und dem Bieter bereits Wartungsverträge für derartige Maschinen existieren, ist ein Angebot für einen Wartungsvertrag für Wartungen nach Ablauf der Verjährungsfrist für Mängelansprüche abzugeben. Dabei gelten nachfolgende Festlegungen (siehe Preisblatt Anlage 1):

- Stufe 0: 3 Jahre Verjährungsfrist
 - inkludiert geplante Wartung für 2 Jahre
- Stufe 1: 5 Jahre Verjährungsfrist
 - kein Angebot (5 Jahre= Maximalzeitraum)

Sollte der Bieter bereits einen gültigen Rahmenvertrag mit dem AG abgeschlossen haben, wird beabsichtigt, die hier zu vergebende Leistung in den Vertrag zu integrieren (Vertragstext, Preispositionen).

Leistungsinhalt/-umfang geplante Wartung: siehe 7.6.



8 Serviceleistungen während der Verjährungsfrist für Mängelansprüche

Für Serviceleistungen während der Verjährungsfrist für Mängelansprüche erhält der AG ein Zeitfenster Montag - Freitag; 06.00 - 20.00 Uhr, indem ihm ein Ansprechpartner zur Verfügung steht. Außerhalb dieses Zeitfensters wird eine Service-Hotline bekannt gegeben.

Der Bieter verpflichtet sich, während der Verjährungsfrist für Mängelansprüche, nach Meldung des Ausfalls des Systems, innerhalb von 2 Stunden auf die Meldung zu reagieren und innerhalb von 24 Stunden mit der Reparatur zu beginnen. Dies gilt von Montag bis Freitag. Bei Eingang der Schadensmeldung am Samstag und Sonntag beim Auftragnehmer erfolgt die Reaktion am darauffolgenden Montag; 07.00 Uhr.

Der Instandhaltungsservice wird zunächst durch Remote- und Online – Support eine entsprechende fachliche Anleitung zur Störungsbehebung leisten, um erforderlichenfalls eine mögliche Störungsbeseitigung durch Fernwartung der Maschinensteuerung durchzuführen (siehe 2.3.7.6). Sollte für die Störungsbeseitigung die Anreise erforderlich sein, bietet der Bieter eine Antrittszeit von 4 Stunden in seinem Angebot an.



9 Abkürzungsverzeichnis

In der vorliegenden FLB werden folgende Abkürzungen verwendet:

| Abkürzung | Bedeutung |
|--|--|
| % | Prozent |
| .dxf/ .csv | Datenformate für Planungsdateien |
| .pdf/A | Dateiform/ -format |
| .xml | Dateiform/ -format |
| °C | Grad Celsius, Temperatureinheit |
| µm | Mikrometer, Längeneinheit |
| A | Ampere, Einheit Stromstärke |
| a1, a2, e,d, h, qR, d, G, H, r, s, l | Maße am Radsatz (TRSp) |
| AC | alternating current (Wechselspannung) |
| AG | Auftraggeber |
| AN | Auftragnehmer |
| ap | Zustelltiefe in x-Richtung auf einer Drehbank [mm] |
| ArbStättV | Arbeitsstättenverordnung |
| A-Seite | Seite 1 eines Radsatzes |
| ASpan | Spanquerschnitt von Spänen im Bearbeitungsprozess [mm ²] |
| ASR | Arbeitsstättenregeln |
| AVV | Abfallverzeichnis-Verordnung |
| BR | Baureihe |
| B-Seite | Seite 2 eines Radsatzes |
| C2 | Korrosionsschutzklasse bei Beschichtungsqualitäten |
| C50, C60 | Standard-Bezeichnungen für industrieübliche Vergütungsstähle |
| changelog | Änderungsprotokoll |
| cm | Zentimeter, Längeneinheit |
| D0, S, T1 | Definierte Punkte in einem Radprofil |
| DAkkS | Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH |
| DB AG | Deutsche Bahn Aktiengesellschaft |
| dB(A) | Dezibel, bewerteter Schalldruckpegel nach "A-Bewertung" |
| TRFA | Tor-Restflächen-Abdichtung |
| EMV | Elektromagnetische Verträglichkeit |
| DIN | Deutsches Institut für Normung |
| ER8 | Materialgüte für Eisenbahnradwerkstoffe |



| Abkürzung | Bedeutung |
|------------------------------------|---|
| E-Traktion | Traktion via Elektrokraft |
| F | Formelzeichen für eine Kraftgröße |
| VDV | Verband Deutscher Verkehrsunternehmen |
| KT4D/ KTNF6/ MGT6D/ 48T | Betriebsfahrzeugbenennungen |
| Linder/ Lowa/ Gotha | Sonderfahrzeugbenennungen |
| f | Vorschubgeschwindigkeit, Formelzeichen |
| FAT | Factory Acceptance Test (=Funktionsprüfung beim AN) |
| FIJ | Flächenbezeichnung der inneren Radstirnfläche am Radsatz |
| FLB | Funktionale Leistungsbeschreibung |
| GPK | Geometrische Prüfung und Kalibrierung |
| GUM | Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement |
| GUV | Gesetzliche Unfallversicherung |
| HMI | Human-Machine-Interface |
| Hz | Herz, Schwingungseinheit [1/ s] |
| ISO/ DIN/ EN/ IEC | Normenkurzbezeichnungen |
| JCGM | Joint Committee for Guides in Metrology |
| JOG-Betrieb | Manueller Betrieb zum Verfahren von NC-Werkzeugachsen |
| k.A. | Keine Angabe |
| kg | Kilogramm, Gewichtseinheit |
| kN | Kilonewton, Krafteinheit |
| KSS | Kühlschmierstoffe |
| kVA | kilo VoltAmpere, elektrische Leistungsangabe |
| L, R, C, D,W | Geometriebeschreibungen Wendeschneidplatten |
| LED | Lightning Emitting Diode |
| LRS | Laufradsatz |
| m | Meter, Längeneinheit |
| m/ Min | Schnittgeschwindigkeit, Einheit "Meter pro Minute" |
| m³/h | Kubikmeter je Stunde, stündlicher Volumenstrom |
| MKE | Messkreisebene |
| mm/ U | Schnittgeschwindigkeit, Einheit "Millimeter je Umdrehung" |
| mm² | Quadratmillimeter, Flächeneinheit |
| MMC | Steuerungsebene, Man Machine Control |
| MSA/ MU | Messsystemanalyse/ Messunsicherheitsbetrachtung |



| Abkürzung | Bedeutung |
|--------------------------|--|
| N/ mm² | „Newton je Quadratmillimeter“, Spannungsangabe |
| NC | Numeric Control |
| OEM | Original Equipment Manufacturer |
| OL/ OLA | Oberleitung/ Oberleitungsanlage |
| TRSp | Technische Regeln Spurführung |
| OPC UA | “Open Platform Communication Unified Architecture” ist ein hersteller- und plattformübergreifender Standard für den Datenaustausch vor allem zwischen Komponenten von Maschinen, zwischen Maschinen oder zwischen Maschinen und Cloud- oder Leitsystemen |
| PNA | Personen-Not-Signalanlage |
| QR-Code | Quick Response-Code, Codestruktur |
| Ra | Rauheit, Formelzeichen für Oberflächenstruktur |
| Ril | Richtlinie [interne Bezeichnung DB AG] |
| RJ45 | Normung für Anschlüsse an Netzkabeln |
| RS | Radsatz |
| RS-KOS | Radsatzkoordinatensystem |
| SFZ | Schleppfahrzeug |
| SIM | subscriber identity module, „Telefonkarte“ |
| SOK | Schienenoberkante |
| SPS/ PLC | Speicherprogrammierbare Steuerung/ programmable logic controller |
| SSH | Secure Shell (verschlüsseltes Protokoll zur sicheren Datenübertragung in Netzwerken) |
| TAB | Technische Aufsichtsbehörde Straßenbahn |
| t | Tonne, Masseneinheit |
| Tfz | Triebfahrzeug |
| TN-xyz | Realisierungsart des Niederspannungsnetzes |
| UIV | Union internationale des chemins de fer, int. Eisenbahnverband |
| URD | Unterflur-Radsatz-Drehmaschine |
| V | Volt, elektrische Spannung |
| vC | Schnittgeschwindigkeit, Formelzeichen |
| VBBr | Verkehrsbetriebe Brandenburg |
| .xml | Extensible Markup Language (Dateityp) |
| 2D | Kürzel für Zweidimensionalität |
| k=2 | Kategorisierung eines Wahrscheinlichkeitsbereiches |
| CAT 7 | Netzkabelkategorie |



10 Anlagen

- Anlage 1 Preiszusammenstellung
- Anlage 2 Erfassungsblatt für technische Ausfallzeiten
- Anlage 3 Freigabeprotokoll
- Anlage 4 Endabnahmeprotokoll
- Anlage 4.1 Auflistung der Mängel zum Endabnahmeprotokoll
- Anlage 5 Geheimhaltungsvereinbarung
- Anlage 6 Nachweis Vor-Ort-Begehung
- Anlage 7 Maschinen-/ Grubengrundriss
- Anlage 8 Maschinen-/ Grubenschnitt
- Anlage 9 Grundriss Grube inkl. „Lageraum für Kühlwasser und Altöl“
- Anlage 10 Ersatz- und Verschleißteilkpaket



| Erstellt: | Geprüft: | Freigegeben: |
|--|---|---|
| DB Systemtechnik GmbH VQ.TVI 12; Johannes Rüder | DB Systemtechnik GmbH VQ.TVI 12; Steven Knörig | DB Systemtechnik GmbH VQ.TVI 12; Udo Raeuber |

Ende des Dokumentes

