

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 1 137 512 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**23.04.2003 Patentblatt 2003/17**

(51) Int Cl.7: **B24B 21/04**, B24B 7/12,  
B24B 7/13

(21) Anmeldenummer: **99957827.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/CH99/00597**

(22) Anmeldetag: **10.12.1999**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 00/035628 (22.06.2000 Gazette 2000/25)**

(54) **VERFAHREN ZUR STEUERUNG DES SCHLEIFPROZESSES SOWIE RECHNERSTEUERUNG FÜR BREITSCHLEIFMASCHINE**

GRINDING PROCESS CONTROL METHOD AND COMPUTER-AIDED CONTROL FOR WIDE GRINDING MACHINES

PROCEDE POUR COMMANDER LE PROCESSUS DE MEULAGE ET COMMANDE AUTOMATISEE POUR MEULEUSE LARGE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE**

(72) Erfinder: **BUSENHART, Peter**  
**CH-8542 Wiesendangen (CH)**

(30) Priorität: **11.12.1998 CH 246498**

(74) Vertreter: **Ackermann, Ernst, Dipl.-Ing. HTL**  
**Patentanwalt**  
**Eggalden**  
**9231 Egg-Flawil (CH)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**04.10.2001 Patentblatt 2001/40**

(73) Patentinhaber: **Steinemann Technology AG**  
**9015 St. Gallen (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 293 574 DE-A- 2 932 269**  
**DE-A- 3 826 706 DE-U- 9 414 952**  
**US-A- 5 355 632**

**EP 1 137 512 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**Beschreibung****Technisches Gebiet**

5 **[0001]** Die Erfindung- betrifft eine Rechnersteuerung, sowie ein Verfahren zur Steuerung des Schleifprozesses einer Breitschleifmaschine für flache Werkstücke, mit wenigstens zwei aufeinanderfolgenden, höhen-einstellbaren Schleif-  
feingriffen.

**Stand der Technik**

10 **[0002]** Die technische Entwicklung hat in Bezug auf die Prozessautomatisierung in den vergangenen Jahrzehnten zwei auffällige Phasen durchgemacht. In einem ersten euphorischen Abschnitt ca. von 1970 - 1985 wurde mit dem Begriff CIM (Computer integrated manufacturing) die vollautomatische Fabrik ohne Bedienungspersonal postuliert. Es wurden dabei aber sehr wichtige Fakten übersehen. Das erste Faktum liegt darin, dass ein Fabrikationsbetrieb sehr  
15 selten vergleichbar ist mit einem anderen. Als Modell wurde häufig von einem Wasserkraftwerk mit anschliessendem Umspannwerk ausgegangen. Beim Wasserkraftwerk wie beim Umspannwerk werden reine Potential- und Flussänderungen bzw. Spannungsänderungen sowie Energieumwandlungen vorgenommen. Der "Werkstoff" selbst, also das Wasser oder der Strom werden nicht verändert und gehorchen, als fließende "Medien" mit hoher Genauigkeit bekannten physikalischen Gesetzen. Demgegenüber sind bei einem Schleifprozess entsprechende Gesetzmässigkeiten  
20 nicht einmal bekannt. Das zweite Faktum erkennt man daraus, dass im Prinzip Wasser immer Wasser ist und Strom immer Strom ist. Dagegen kann beim Schleifen der Werkstoff einmal Holz, verleimte Platten, Kunststoff, Gummi, Kork, mineralisches Material usw. sein. Die Schleifbedingungen sind in jedem Fall, mit dem je anderen Werkstoff anders. Das dritte Faktum liegt darin, dass nach heutigem Wissensstand die Automatisierung eines Produktionsablaufes an sich keinerlei Schwierigkeiten mehr bietet, ausser in Bezug auf den neuralgischen Bereich der Überwach- und Sensormittel. Ohne Überwach- und Sensormittel gibt es keine Automatisierung, da sonst gegebene Ziele von Menge und Qualität nie erreichbar sind. Bei den Sensormitteln beginnen erst eigentlich die grossen Probleme. Damit Sensoren präzise Informationen über die örtlichen Zustände erzeugen und weitergeben können, muss vorgängig die Sensortechnik an das jeweilige Produkt, d.h. Holz, Kunststoff, Gummi, Kork, Gips und andere mineralische Materialien usw. angepasst werden. Jedes Produkt bedingt eine eigene Entwicklung. Hinzu kommt, dass der Mensch sowohl mit dem Seh- wie mit dem Tastsinn eine technisch zur Zeit nicht erreichbare Aussagekraft hat, so dass die technische Nachbildung sehr häufig schlechter ist. Es stellt sich die Frage, weshalb denn etwas automatisieren und durch technische Apparate überwachen, wenn der Mensch mit seinen Sensorien es besser machen kann? Die andere Frage lautet, was ist der Kundennutzen aus einer vollständigen Automatisierung? Die Praxiswirklichkeit gibt die Antwort und diese lautet etwa, dass Spezialgebiete mit einem kleinen Anwenderkreis sich für die Automatisierung nicht eignen, ausser wenn  
35 ganz besondere Umstände, wie toxische Probleme, Explosionsgefahr usw., eine solche fordern. Die eingangs erwähnte übertriebene CIM-Philosophie fand sehr bald ein Ende, so dass seit etwa 10 Jahren vor einer Prozessautomatisierung die gesamten Umstände vorgängig überprüft werden müssen, insbesondere ob ein spezieller Fall sozusagen reif ist für eine Prozessautomatisierung. Es muss zuerst ein technisch vertretbarer Lösungsweg gefunden werden.

**[0003]** Als Prozessautomatisierung wird die Prozesssteuerung oder -Regelung verstanden, insofern auf die Güter selbst, die bearbeitet oder verarbeitet werden, direkt Einfluss genommen wird. Bei dem Thema der vorliegenden Anmeldung handelt es sich um Werkstücke, die über einen Schleifvorgang verändert werden. Das Gegenstück zu der Prozesssteuerung ist die sogenannte Maschinensteuerung, über welche die Maschine und alle Baugruppen und Komponenten in und an der Maschine mit Strom versorgt sowie gesteuert und überwacht werden, mit Ausnahme des Werkstückes selbst. Eine Maschinensteuerung kann in Bezug auf den Ausbaugrad höchste Computertechnik enthalten. Weil vom Werkstück an sich informativ keine Rückkoppelung besteht, kann theoretisch das Werkstück zwar quasi automatisch, aber ohne Gewähr für das Arbeitsergebnis bearbeitet werden. Die Maschinensteuerung ist also blind für das Arbeitsergebnis, insbesondere für die Qualität des Ergebnisses. Die Prozesssteuerung greift in Bezug auf viele Parameter in die Maschinensteuerung ein und baut vor allem auf der Maschinensteuerung auf. Mit einem Bild ist die Prozesssteuerung der Fahrzeuglenker, die Maschinensteuerung die gesamte Fahrzeugelektrik bzw. -elektronik.

50 **[0004]** Ein nicht unwichtiger Teil der Maschinensteuerung sind alle sicherheitstechnischen Aspekte. Ein Beispiel dafür ist die EP O 127 760. Hier wird durch ein besonderes Baukonzept die Höheneinstellung eines Maschinenober-  
teiles einer Breitschleifmaschine so ausgebildet, dass z.B. Platten mit zu grosser Dicke nicht einen Schaden an der Maschine ergeben. Erreicht wird das Ziel durch ein stufenlos höhenverstellbares, mit einem einstellbaren fluiden Druckmittel beaufschlagbaren und mit dem oberen und unteren Gehäuseteil verbundenen Belastungselement, das einen Abstandshalter mit dem abgesenkten oberen Gehäuseteil und dem unteren Gehäuseteil verspannt. Hier wird in der Richtung einer Halbautomatisierung das Problem der Dickenabweichung gelöst. Der Anmelderin ist nicht bekannt, dass in den vergangenen 10 oder 15 Jahren in der Praxis der nächste Schritt, nämlich eine automatische Prozesssteuerung realisiert werden konnte. Von den Erfindern ist erkannt worden, dass ein echter Kundennutzen nur dann

wirklich gegeben ist, wenn die Gesamtwirtschaftlichkeit erhöht werden kann. Die Gesamtwirtschaftlichkeit ist verbessert, wenn erstens ein gegebener Durchsatz sowie die geforderte Schleifqualität und ein Standzeitoptimum erreichbar sind, ohne Energiemehrverbrauch oder grosse und zweitens die Prozess- und Anlagebetreuung auch ohne unverhältnismässige Erhöhung der Qualifikation des Bedienungspersonals möglich ist. Investitionskosten für eine Rechnersteuerung können dann tief gehalten werden, wenn nicht für jede einzelne Anlage massgeschneidert ein individuelles Steuerungskonzept entwickelt werden muss, sondern wenn viel mehr ein Grundkonzept erarbeitet werden kann, das für die grosse Mehrzahl der Fälle im selben Fachgebiet durch bloss spezifische Anpassungen erfolgreich einsetzbar ist. In Bezug auf den Energieverbrauch gibt es ernstzunehmende Gründe, dass mit den zur Zeit in der Praxis üblichen Schleifbandgeschwindigkeiten, zumindest in vielen Fällen, nicht das Optimum erzielt wird. In einem Fall konnte interessanterweise festgestellt werden, dass bei Senkung der Bandgeschwindigkeit um etwa 30 % nicht nur die Maschine weniger belastet, sondern dass die Standzeit des Schleifbandes ganz wesentlich erhöht wurde. Die Aufgabe muss somit dann lösbar sein, wenn es gelingt, Optimalparameter für den Schleifprozess auszuwählen und einzustellen.

**[0005]** Im gegenwärtigen bekannten Stand der Technik besteht bei gattungsgemässen Breitschleifmaschinen keine Prozessautomatisierung. In der Folge wird die neue Erfindung an Hand der Plattenherstellung dargestellt, wobei Spanplatten wohl das bekannteste Produkt sind. Für die Spanplattenherstellung wird ein Gemisch von Holz- bzw. Holzfasermaterial und Leim zu Platten verpresst. Eine vollständige Produktionsstrasse für Spanplatten besteht neben der Lagerung der Roh- und Fertigwaren vor allem aus der Plattenherstellung, einem Sägewerk sowie der Schleifstrasse, welche ein zentraler Teil der ganzen mehr oder weniger kontinuierlichen Produktionsstrasse ist. Bei dem älteren mehrtagigen Plattenherstellungsverfahren können die Platten nur mit grosser Dickentoleranz hergestellt werden. Durch die Hitze der Plattenpressen ergeben sich zudem unerwünschte Veränderungen der äussersten Schicht, so dass erfahrungsgemäss bei Platten, die nach dem alten Verfahren hergestellt werden, 1,2 bis 1,8 Millimeter von der Plattendicke weggearbeitet werden muss. Bei den seit einigen Jahren verwendeten neuen kontinuierlichen Pressen beträgt das Übermass noch etwa 0,5 bis 0,6 Millimeter. Auf beiden Seiten der Platte wird ein gleicher Teil weggearbeitet. Aus der Art der Plattenbeschaffenheit, insbesondere aber durch den hohen Besatz an Nichtholzstoffen waren aber alle bisherigen Versuche das Schleifen etwa durch Hobeln zu ersetzen, gescheitert, da der Verschleiss an den Hobelmessern zu gross ist. Dies ist einer der Hauptgründe, weshalb sich das Dickenschleifen oder Kalibrierschleifen von Spanplatten vor allem das beidseitige Abschleifen von bis zu 2 mm mit Schleifmaschinen durchgesetzt hat. Dafür werden die sogenannten Breitschleifmaschinen verwendet. Spanplatten messen über die Breite 1 bis 3 Meter und mehr, so dass Breitschleifmaschinen für eine entsprechende Bearbeitungsbreite sehr stabil und entsprechend schwer konzipiert sein müssen. Das Schleifmaterial bei den Breitschleifmaschinen besteht im wesentlichen aus entsprechend bis über 3 Meter breiten Schleifwalzen oder Trägerbändern sowie den mit einer Haftmasse aufgebrachten Schleifmitteln. Die Schleifbänder für die Breitschleifmaschinen sind zu einem Endlosband verleimt. Die Leimstelle bzw. der entsprechende Spleiss kann sich unabhängig der Verbindungsart als sogenannte Rattermarke auf der geschliffenen Plattenfläche bemerkbar machen. Besonders wenn die geschliffene Platte anschliessend mit einer dünnen Folie beschichtet wird, dürfen keinerlei Rattermarken vorhanden sein. Der Schleifvorgang wird deshalb in mehreren Schritten durchgeführt: als Kalibrierschliff, als Feinschliff und als Schuhschliff. Der Schuhschliff und der Kalibrierschliff können beliebig kombiniert werden. Der Feinschliff hat als Hauptaufgabe die Oberflächenrauigkeit des Kalibrierschliffes zu verbessern. Der Schliff mit dem Schleifschuh dient vor allem auch der Ausmerzung der Rattermarken. Spanplatten sind mehrheitlich ein Halbfabrikat, an welchem anschliessend weitere Oberflächenveredelungen vorgenommen werden müssen. Zum Beispiel werden Spanplatten mit einer dünnen Folie beschichtet. Hierfür werden höchste Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit gestellt, und auch ein sehr hoher Grad an Oberflächenplanheit, und es wird eine Massgenauigkeit für die Plattendicke von  $\pm 1/100$  Millimeter verlangt. Diese Forderungen können nur mit oben und unten und beidseits der Schleifeinheit wirkenden Führungs- bzw. Vorschubeinheiten gewährleistet werden. Der Verbrauch- bzw. Verschleiss an Schleifmitteln vor allem von den recht grossen Schleifbändern ist neben den Energiekosten ein gewichtiger Faktor der Produktionskosten bei Breitschleifmaschinen. Diese Aussage gilt grundsätzlich auch, wenn anstelle von Schleifbändern Schleifwalzen eingesetzt werden, auch wenn automatische Nachschärfungen vorgenommen werden. Auch bei Schleifwalzen ist die maximal mögliche Standzeit abhängig von der Beschaffenheit der zu schleifenden Werkstücke sowie der Betriebsart. Ein Beispiel für eine entsprechende Breitschleifmaschine ist in dem GM 94 14 952.6 dargestellt. Die DE 38 26 706 geht aus von der älteren Lösung gemäss DE-OS 18 15 858. Die DE-OS 18 15 858 betrifft eine Bandschleifmaschine für den Zuschliff von plattenförmigen Werkstücken, bei der auf eine Grobschliff-einheit eine Feinschliffeinheit zur Erzielung des gewünschten, genauen Dickenwertes der jeweils bearbeiteten Platte folgt. Um den bei derartigen Schleifmaschinen auftretenden Abweichungen von den gewünschten Sollwerten entgegenzuwirken, wird mittels einer Messeinrichtung die Dicke der bearbeiteten Werkstücke erfasst und in Abhängigkeit von diesen Dickenmesswerten eine der Feinschliffeinheit zugeordnete Zustelleinrichtung gesteuert.

**[0006]** Als Lösung wird versucht, die Abweichung von einem vorgegebenen Sollwert der ersten Stufe, also der Grobschliffeinheit, in der zweiten Stufe, der Feinschliffeinheit, zu korrigieren. Die DE 38 26 706 wertet diese nachgeschaltete Korrektur mit dem Feinschliff als Nachteil und hatte sich folgende Aufgabe gestellt (Spalte 1, mitte):

**[0007]** Aufgabe der Erfindung ist es, das vorgenannte Schleifverfahren in der Weise auszubilden, dass auftretenden

Abweichungen vom jeweils gewünschten Sollwert schnellstmöglich und besonders effektiv entgegengewirkt wird, so dass auch im Falle von Rohwerkstücken mit grossen Überdicken oder stark schwankenden Überdicken am Ende des Schleifvorgangs stets Platten erhalten werden, die Sollmass aufweisen. Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass Dickenmesswerte zumindest in dem Bereich jeweils zwischen wenigstens einer Grobschleifeinheit und wenigstens einer Mittelund/oder Feinschleifeinheit mittels zumindest einer automatisch arbeitenden Dickenmesseinrichtung ermittelt und in Abhängigkeit von diesen Dickenmesswerten zumindest eine der Grobschleifeinheit zugeordnete Zustelleinrichtung zur Veränderung der Grösse des jeweiligen Schleifspaltes angesteuert wird.

**[0008]** Durch diese Massnahmen wird somit bei einer vorwählbaren Grundeinstellung der Schleifeinheit bzw. Schleifeinheiten im Sinne einer diesbezüglich prozentualen Schleifspaltöffnung bereits während der noch erfolgenden Bearbeitung des jeweiligen Werkstücks stets eine solche Echtzeitkorrektur geschaffen, dass selbst nicht vorübergehend Schleifergebnisse in Kauf genommen werden müssen, die sonst wie beim Stand der Technik - zu von der geforderten Sollstärke abweichenden Plattenstärken führen.

**[0009]** Diese beiden bekannten Lösungen haben gemeinsam eine Korrektur noch am fehlerhaften Stück, aufgrund des Ist/Sollwertvergleiches. Die ältere DE 18 15 858 korrigiert anschliessend in der Feinschleifeinheit. Die jüngere DE 38 26 706 korrigiert bzw. steuert die entsprechende Einstellung in Echtzeit noch an der durchlaufenden Platte.

### Darstellung der Erfindung

**[0010]** Der Erfindung lag nun die Aufgabe zugrunde, nach Lösungen, vor allem nach einer sinnvollen Prozesssteuerung zu suchen, die einen echten Kundennutzen ergibt. Ziel der Erfindung war es, Dickentoleranzen und Oberflächenqualität über längere Betriebszeiten durch Veränderung von Einstellparametern auch ohne manuellen Eingriff sicherzustellen. Ein ebenso wichtiges Teilziel lag insbesondere darin, möglichst lange Standzeiten der Maschine und der Betriebsmittel (Schleifmaterial usw.) ohne die zuvor erwähnten Qualitätseinbussen zu erreichen. Dies durch gezielte Einflussnahme und Korrektur einzelner Funktionselemente, bei einem Arbeitsprozess für Stückgutbearbeitung und kontinuierlichem Durchlauf der Einzelwerkstücke durch wenigstens zwei aufeinanderfolgende Schleifeingriffe.

**[0011]** Das erfindungsgemässe Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass schleifprozessbezogene Startrezepturen bereitgestellt, ein auftragsbezogenes bzw. arbeitspostenspezifisches Optimalstartrezept ausgewählt und die Schleifarbeit bzw. der Schleifeingriff überwacht wird, und auf Grund der Überwachung des Arbeitsergebnisses der ersten und nachfolgenden geschliffenen Werkstücke die Optimalstartrezeptvorgaben in Bezug auf wenigstens einen oder mehreren der folgenden Parameter, als Ziel- oder Stellgrösse so weit erforderlich, wiederholt, jeweils für die nachfolgenden Werkstücke als Schleifrezeptur für die Folgearbeit geändert werden: Schleifabnahme nach erstem Schleifeingriff (30); Werkstückdicke, die Bandgeschwindigkeit des Schleifbandes, bzw. die Schleifwalzengeschwindigkeit, der Schleifdruck, die Durchlaufgeschwindigkeit des Werkstückes, Qualitätstoleranzband(er) sowie Höheneingriff für den Schleifeingriff.

**[0012]** Die erfindungsgemässe Rechnersteuerung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Rechnersteuerung einen Prozesscontroller aufweist, dass prozessbezogene Startrezepturen auswählbar sind, zur automatischen Starteinstellung der Schleifeinheiten, wobei eine Schleifeingriff-Überwacheinrichtung angeordnet ist, aufgrund welcher bei Abweichung über die Schleifrezeptur gegebenenfalls wiederholt Korrektureingriffe durchführbar sind und die Änderung der Schleifrezeptur nach einem oder mehreren Durchlaufprobestücken für die Folgearbeit vorgenommen wird.

**[0013]** Erfindungsgemäss ist erkannt worden, dass weder eine klassische Prozessregelung noch eine klassische Prozesssteuerung die gestellte Aufgabe lösen kann. Im Vordergrund der neuen Lösung ist die Kombination von drei Kernpunkten:

- Auswahl von Optimalstartrezept
- Schleifeingriff-Überwacheinrichtung
- sowie die Änderung der Schleifrezeptur nach einem oder mehreren Durchlaufprobestücken für die Folgearbeit
- für die Änderung der Rezeptur werden bevorzugt eine oder mehrere Werkstücke mit einer optimalen Startrezeptur geschliffen und erst nach dem Durchlauf die Änderung vorgenommen.

**[0014]** Ein sehr wichtiger Punkt liegt darin, dass über die Rezepturen auf verschiedenen Ebenen entschieden werden kann. Bevorzugt wird bereits bei den Maschinen- bzw. Steuerungsanlagenhersteller eine Basisrezeptur vorgegeben, auf welcher bei der Inbetriebsetzung aufgebaut werden kann. Rezepturänderungen müssen in beschränktem Ausmass direkt von dem Bedienpersonal entschieden werden können, vor allem, wenn innerhalb eines Batches Korrekturen erforderlich sind. Die Rezeptur muss jedoch von der übergeordneten Betriebsführung unter Kontrolle gehalten und zumindest periodisch überprüfbar sein, so dass diese z.B. über die Produktionsplanung beeinflusst und entscheidbar ist. Ausgangspunkt für die erfindungsgemässe Lösung ist nicht der ungebildete Maschinist, der auf blossen Instruktionen hin tätig ist, sondern der gute Fachmann, der im Sinne des Unternehmers hausälterisch mit den Arbeitsmitteln umgeht. Das Optimalstartrezept schliesst die Möglichkeit ein, z.B. die Bandgeschwindigkeit so tief zu stellen, dass bei dem

spezifischen Auftrag die geforderte Schleifqualität mit genügender Sicherheit noch erreichbar ist. Es soll unterschieden werden, ob gleichsam die höchste Oberflächenqualität nur gut genug ist, oder ob geringere Qualitätsanforderungen genügen. Das selbe gilt bei der Dickentoleranz. Dies bedeutet, dass die Betriebsmittel gezielter eingesetzt werden müssen. Dabei ist es auch denkbar, dass bei extremer Auslastung die Betriebsmittel bis an die Grenze gefordert werden, wohingegen bei nur teilweiser Auslastung der Anlage ganz bewusst die Betriebsmittel geschont werden können. Die naheliegende Konsequenz ist die, dass die Standzeit der Maschine insbesondere der Schleifmittel z.B. der Schleifbänder oder Schleifwalzen stark erhöht und damit Kosten gespart werden können. Ferner erlaubt die neue Lösung eine verhältnismässig ökonomische Betriebsführung, auch wenn sich das. Bedienungspersonal ungenügend dafür bemüht, oder eventuell gar nicht in der Lage ist, sinngemäss ökonomisch einzugreifen. Bei der neuen Lösung stellt die Steuerung selbst optimale Einstellwerte zur Verfügung, damit die maximal mögliche Wirtschaftlichkeit eingehalten wird. Ein weiterer gewichtiger Aspekt liegt darin, dass die neue Lösung sich nicht auf eine einzige Problemlösung einschränkt. Vielmehr ist das neue Verfahren zur Steuerung des Schleifprozesses, bzw. die neue Rechnersteuerung offen in den wichtigsten Punkten. Es wird ein Grundgerüst bereitgestellt, das bildlich gesprochen sowohl in die Tiefe wie in die Höhe und Breite ausbaubar ist. Die neue Lösung lässt sich an eine Vielzahl von Betriebssituationen anpassen und beliebig erweitern.

**[0015]** Die neue Erfindung erlaubt ferner eine ganze Anzahl besonders vorteilhafter Ausgestaltungen, wofür auf die Ansprüche 2 und 3 sowie 5 bis 21 Bezug genommen wird. Gemäss dem neuen Verfahren weist die Steuerung vorzugsweise eine Rechnersteuerung mit einem Mehrgrössencontroller für Zielgrössen auf, wobei wenigstens zwei der folgenden Zielgrössen festlegbar sind: Schleifbandgeschwindigkeit, bzw. Schleifwalzengeschwindigkeit, Schleifdruck, Schleifabnahme, Motorleistungsaufnahme(n), Toleranzbereiche der Oberflächenqualität als Finish, der Schleifqualität als Struktur der Oberfläche sowie Dickenabmessungen. Besonders bevorzugt werden die Zielgrössen in Funktion der Gesamtwirtschaftlichkeit, der Qualität des Endproduktes, sowie der Standzeitorientierung insbesondere in Bezug auf die Schleifmittel sowie die Breitschleifmaschine und deren Komponenten ausgewählt. Die Einführung von verschiedenen Parametern als Zielgrössen hat den enormen Vorteil, dass wichtige Parameter gleichsam als Wunsch formulierbar sind. Konkret bedeutet dies, dass z.B. eine gewünschte Bandgeschwindigkeit und Motorleistungsaufnahme als Ziel anvisiert sind, ohne zwangsweise Regelung der Maschine, damit diese Werte auch wirklich eingehalten werden. Prioritäres Ziel bleibt z.B. ein Toleranzband für die Plattendicke sowie die Oberflächenqualität. Ein wichtiger Punkt ist nicht nur die direkte Eingriffsmöglichkeit des Menschen, sondern vor allem auch die Mitverwertung, gegebenenfalls laufende Registrierung der sensorischen Kontroll- und Prüfergebnisse über die menschlichen Sensoren. Ein weiterer wichtiger Vorteil der neuen Lösung liegt darin, dass neben der beliebigen Ausbaumöglichkeit der Hardware und Software für die Steuerseite und auch maschinenseitig sowie in Bezug auf die Sensoren usw. keine Einschränkung für Ergänzungen und Weiterentwicklungen sowie der Vernetzung mit weiteren Rechnern bestehen. Es können ein oder mehrere Antriebsmotoren drehzahlregelbar ausgebildet und z.B. eine automatische Regelung der Dickenabmessung vorgesehen werden. Die Dickenmessung kann dabei über mechanische, noch besser über elektronische Mittel oder über ein Lasermessmittel erfolgen. Für die Motorleistungsaufnahme und den Schleifdruck kann man bekannte Komponenten aus dem Handel verwenden. Bereits mit den vier Parametern können schon wesentliche Vorteile der neuen Lösung genutzt werden. Die je fehlenden automatisch arbeitenden Sensormittel können wie bis anhin im Stand der Technik vom Überwachpersonal erfasst und die Werte für eine spätere Nutzung der Rechnersteuerung eingegeben und gespeichert werden. Ein solches Vorgehen erlaubt eine Vollautomatisierung in Etappen zu realisieren, was mehrheitlich der ökonomischere Weg ist. Ein entscheidender Vorteil der neuen Lösung liegt darin, dass das sogenannte Einrichten der Maschine für einen neuen Auftrag vom Prozesscontroller durchgeführt oder zumindest unterstützt wird.

**[0016]** Gemäss einer bevorzugten Ausgestaltung der Rechnersteuerung werden die höhen-einstellbaren Schleifeinheiten als wenigstens eine einstellbare Kalibriereinheit und wenigstens eine einstellbare Feinschleifeinheit und die Überwacheinrichtung als Dickenmess- bzw. Dickenüberwacheinrichtung -ausgebildet und nach der Kalibriereinheit angeordnet. Es handelt sich dabei um die einfachste Form der weiter oben beschriebenen Breitschleifmaschine, z.B. für Spannplatten. Hier kommt ein besonders wichtiger Aspekt der neuen Lösung speziell zum Tragen. Anstelle, dass auf Grund von spekulativen Werten eine erste Maschineneinstellung vorgenommen wird, wird gleich bei einer Probeplatte die Hauptschleifarbeit bzw. der Kalibrierschliff durchgeführt, das Schleifergebnis nach dem ersten Schleifeingriff bzw. Kalibrierschliff mittels Dickenmessung geprüft. Je nach Ergebnis werden die nachfolgenden Platten mit veränderten Vorgaben bearbeitet. Insoweit es sich um Einzelplatten handelt ist eine Korrektur der Eingriffsparameter während der Bearbeitung einer Platte nachteilig. Die Vorgabewerte sollten, wenn nicht eigentlich Schäden entstehen, für eine Platte beibehalten und eine notwendige Korrektur erst für die nachfolgende Platten verwendet werden. Dies gilt sinngemäss für die dritte, vierte Platte usw. Je nach Zielvorgaben sollten 2 bis 3 Probeplatten genügen, bis die optimalen Werte für die Massenbearbeitung ermittelt sind. Treten während der Verarbeitung Änderungen auf, so beginnt das Spiel von vorne, d.h. man verfährt wie bei der ersten Platte mit dem Startrezept. Im Falle von Endlosmaterial muss die Korrektur sofort vorgenommen werden. Die Anordnung der Dickenmess- und Überwacheinrichtung nach dem Kalibrierschliff, bzw. nach der ersten oder zweiten Kalibriereinheit hat den grossen Vorteil, dass nicht die relativ grossen Schwankungen der roh gepressten Platte gemessen werden. Nach dem Kalibrierschliff wird noch nicht die Endgenau-

igkeit für das Dickenmass verlangt. Die Aussagekraft einer exakten Messung ist nach dem Kalibrierschliff am optimalsten, weil in der Folge nicht nur Gewähr für eine exakte Dickenabmessung nach dem Feinschliff besteht, sondern auch die bestmögliche Oberflächenqualität erreichbar ist. Man wertet dabei das ganz konkrete Arbeitsergebnis an dem konkreten Werkstück aus und kann für die nachfolgende Endbearbeitung die Qualitätsanforderung optimieren.

**[0017]** Ganz besonders vorteilhaft ist es, den Prozesscontroller als Mehrgrößencontroller auszubilden, mit zwei oder mehreren Signaleingängen entsprechender Sensoren, insbesondere Sensoren für die Höheneinstellung von Dickensensoren, Sensoren für die Oberflächenbeschaffenheit der Werkstücke, für die Motorleistungsaufnahme(n), Durchlaufgeschwindigkeit der Werkstücke, sowie des Werkstückeinlaufes und Werkstückauslaufes und der Bandgeschwindigkeit(en). Der Mehrgrößencontroller hat die Funktion mehrere Parameter gleichzeitig zu überwachen und im Bedarfsfalle zu korrigieren. Bildlich ergibt sich eine räumliche Figur mit mehreren Begrenzungswänden entsprechend der Anzahl Parameter. Die Begrenzungswände können, z.B. im Extremfall ein Stopp bedeuten, wenn die Gefahr besteht, dass ein wichtiger Parameter ausser Kontrolle gerät, oder das sofortige Einsetzen eines Korrekturprogrammes. Es kann fast ausgeschlossen werden, dass gleichzeitig mehrere Parameter einen kritischen Wert annehmen. In der Praxis ist es so, dass entweder z.B. die Motorleistungsaufnahme zu gross, die Schleifabnahme oder die Oberflächenbeschaffenheit völlig ausserhalb eines Toleranzwertes zu liegen kommt. Durch eine prioritäre Behandlung der verschiedenen Parameter kann ein Kollisionsfall vermieden werden, wenn doch einmal zwei Parameter gleichzeitig eine Korrektur verlangen, die unter Umständen gegensätzliche Eingriffe verlangen. Die korrigierten Werte sind immer für die jeweils nächste Platte bzw. das jeweils folgende Werkstück. Bei dieser Methode löst der Parameter, der ausserhalb einer bestimmten Bandbreite gerät, eine Korrektur aus, wobei die anderen Parameter im Sinne einer Korrekturinitiative inaktiv bleiben. Die Startrezeptur sollte wenigstens die Grundinformation für das Rohwerkstück die Zusammensetzung des Rohmaterials z.B. Dicke, Härte, Härte der Oberfläche, Schichtaufbau und Art des Rohmaterials wie Holz, Kunststoff, Gummi, Mineral usw. und Plattenrohdicke, ferner wenigstens die Grundparameter für das geschliffene Erzeugnis, insbesondere die Oberflächenqualität als Finish, die Schleifqualität als Struktur, die Plattendicke sowie Dickentoleranz aufweisen. Ferner wird vorgeschlagen, dass das Startrezept wenigstens eine oder mehrere der folgenden Bearbeitungsparameter aufweist: die Höheneinstellungen der Schleifköpfe bzw. des Ständers, Leistungsaufnahme eines oder mehrerer Antriebsmotoren, die Durchlaufgeschwindigkeit der Werkstücke, die Bandgeschwindigkeit, die Schleifbandstandzeit, bzw. den Schleifbandzustand, die Schleifbandtype, Schleifdruck, Drehmoment, Schleifschuh erwärmung. Vorteilhafterweise werden alle messtechnisch erfassten Parameter sowie die Rezeptvorgaben sowie Rezeptkorrekturen gespeichert, sei es für eine spätere Auswertung oder Benutzung. In Bezug auf qualitative Oberflächenkriterien sind noch grosse Anstrengungen erforderlich bis diese über apparative Sensorikmittel überwacht werden können. Hier ist es nun wichtig, dass die Überwachung durch die menschlichen Sinne ebenfalls speicherbar und die Bewertungen wieder abrufbar sind, für eine spätere qualitative Prüfung durch den Menschen. Der enorme Vorteil der Registrierung aller wichtigen Bearbeitungsparameter liegt darin, dass im Laufe der Zeit über geeignete Auswertungsmethoden Gesetzmässigkeiten erkannt werden können. Daraus wiederum lassen sich Trendsituationen frühzeitig feststellen, so dass geeignete Gegenmassnahmen ergriffen werden können, bevor ein Schaden entsteht. Es handelt sich um eine sehr effiziente Methode um auf Grund der realen Praxis die Gesetzmässigkeiten und Korrelationen zwischen den verschiedenen Parametern erfassen zu können. Es genügen die Kenntnisse der Optimalrezepte, ohne das Wissen von mathematischen Zusammenhängen. Die automatische Prozesssteuerung kann so schrittweise in die Richtung einer selbstlernenden Steuerung gebracht werden. Bei jeder Wiederholung eines identischen Schleifauftrages kann mit den bei der letztmaligen Verarbeitung gewonnenen Optimalrezeptwerten gestartet werden.

**[0018]** Ferner wird vorgeschlagen Durchlaufüberwachungsmittel zu verwenden, insbesondere zum Erfassen des Schleifbeginnes bzw. Platteneinlaufes sowie des Schleifendes bzw. Plattenauslaufes im Falle von Einzelwerkstücken, oder im Falle einer Bearbeitung von Endlosmaterial oder Stoss- an Stoss die entsprechenden Sensorsignale. Die Startrezeptur sollte wenigstens zwei oder mehrere Dickentoleranzregister aufweisen, insbesondere für eine Grob toleranz sowie eine Feintoleranz, ferner eine Eingabemöglichkeit für frei zu definierende Toleranzbandbreite(n). Über die Rechermittel können bei der ersten Platte eines Schleifpostens ein Toleranzwert auf der sicheren Seite bzw. die grösstmögliche, noch zulässige Dicke für die Startrezeptur gewählt werden, so dass diese und gegebenenfalls 2 bis 3 folgende Platten mit Überdicke in einem späteren Durchlauf auf die vom Kunden gewünschte Toleranz nachgeschliffen werden können. Je nach Ausbaugrad kann die Anlage eine Dickenmess- und Überwachereinrichtung vor der Kalibriereinheit bzw. der ersten Kalibriereinheit sowie eine Dickenmess- und Überwachereinrichtung nach der letzten Feinschleifeinheit aufweisen. In Werkstückvorschubrichtung werden in dem Bereich der beiden Seitenränder der Werkstücke bevorzugt wenigstens je eine Dickenmess- bzw. Dickenüberwachereinrichtungen angeordnet. In der Rechnersteuerung werden mehrere Arten von Schleifrezepturen abgespeichert, insbesondere a) laufend optimierbare Startrezepturen z.B. aufgrund des letzten vorangegangenen gleichen Schleifauftrages; b) eine Testrezeptur als Startrezeptur bei der erstmaligen Bearbeitung eines neuen Schleifauftrages; c) Schleifrezepturen, welche wahlweise aufgrund eines vorangegangenen gleichen Schleifauftrages oder aufgrund einer Startrezeptur oder einer Testrezeptur wählbar ist. Die Anzahl der Start- und Schleifrezepturen richtet sich nach der entsprechenden Zahl unterschiedlicher Bearbeitungsaufträge.

**[0019]** Gemäss einem weiteren sehr vorteilhaften Ausgestaltungsgedanken sind für die Bearbeitungsgrundeinstellungen Handeingabeeinrichtungen vorgesehen. Diese sind einzeln, vorzugsweise über entsprechende Hand-Stellglieder einstellbar. Bei Bedarf in der Rezeptur registrierbar sind. Über entsprechende Handstellglieder sind wenigstens ein oder mehrere der folgenden Parameter wählbar: Höheneinstellung der Schleifköpfe oder des Maschinenständers, Schleifabnahme der Schleifeinheiten, Vorschub der Werkstücke, Schleifbandgeschwindigkeit, Zustand des Schleifbandes, Schleifdruck, Drehmoment, Schleifschuhwärmerung. Dies hat nicht nur den Vorteil, dass laufend von Hand optimalere Werte ermittelt werden können, sondern, dass im Falle einer Störung zumindest einfache Schleifarbeiten auch ohne Automatismus mit menschlicher Kontrolle durchgeführt werden können. Alle wichtigen Parameter, sowohl der Maschinenparameter wie der Prozessparameter sollen visualisierbar gemacht werden. Entweder über die Reingabetastatur oder vor Ort sind einzelne Stellgrössen von Hand korrigierbar mit entsprechender Rückmeldung an den Rechner und die Visualisierung. Die übrigen veränderbaren Parameter im Automatikbetrieb sind über einen gegebenenfalls anpassbares Schleifrezept bzw. entsprechende Programme steuerbar: Über die Visualisierung sollen die momentanen Werte in Bezug auf Zielgrössen, auf Wunsch oder in kritischen Situationen automatisch angezeigt werden: insbesondere Schleifdruck, Schleifabnahme, Motorleistungsaufnahme, Dicken- sowie Oberflächentoleranzen, Schleifbandgeschwindigkeit, Durchlaufgeschwindigkeit der Werkstücke, ferner Bilder aus der Schleifstrasse z.B. Beschickung der Schleifstrasse, Ab Stapelung, Absaugung, ferner Trendbilder, insbesondere bei Näherung an wichtige Ziel- oder Grenzwerte.

**[0020]** Die neue Lösung geht in Bezug auf die einzelne Stellgrösse primär von dem Modell der klassischen Steuerung aus. Dies bedeutet, dass über entsprechende Eingriffsstellen die jeweiligen Werte vom Rechner als Sollwertvorgaben gesteuert eingestellt werden und unverändert bleiben, bis ein neuer Steuerbefehl kommt. Dies schliesst aber nicht aus, dass einzelne ausgewählte oder mehrere Parameter über untergeordnete Regeleinrichtungen über entsprechende Sollwertvorgaben kontrollierbar sind: Höheneinstellung der Schleifköpfe oder des Maschinenständers, Schleifabnahme, Werkstückvorschub, Schleifbandgeschwindigkeit, Schleifdruck. Eine solche örtliche Regelung kann sehr vorteilhaft sein, wenn damit innerhalb eines bestimmten Toleranzbandes bessere Werte erzielbar sind. Die Regelung darf jedoch nur im Rahmen und abhängig von der Rechnersteuerung bzw. des Mehrgrössencontrollers erfolgen, da sonst die übergeordnete Zielsetzung der Gesamtwirtschaftlichkeit verloren geht. Der klassische Regler arbeitet nach einem strengen Soll/Istwertvergleich. Der Mehrgrössencontroller greift mehrheitlich nach völlig anderen Kriterien ein. Ein übergeordneter Parameter kann der Gesamtstromverbrauch im Verbrauchsspitzen sein. In dieser Zeit kann es interessant sein, den Stromverbrauch als Hauptkriterium einzusetzen. Die neue Lösung erlaubt einen sehr hohen Automatisierungsgrad und die Bereitstellung von beliebigen Daten. Dies erlaubt, bei plattenartigen Werkstück- und Qualitätscodierungen z.Bsp. an einem seitlichen Plattenrand mit einem Codedrucker anzubringen.

### Kurze Beschreibung der Erfindung

**[0021]** Die neue Lösung wird nun an Hand von einigen Ausführungsbeispielen mit weiteren Einzelheiten erläutert. Es zeigen:

|                     |                                                                                                                               |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| die Figur 1         | schematisch die Bechnersteuerung des Schleifprozesses;                                                                        |
| die Figur 2         | ein stark vereinfachtes Beispiel für die Rezepturvorgabe und -korrektur;                                                      |
| die Figur 3         | schematische Übersicht der Hauptelemente einer Anlagesteuerung;                                                               |
| die Figur 4a - 4d   | Beispiele von Visualisierungen;                                                                                               |
| die Figur 5         | eine automatische Dickenmessung auf beiden Werkstückseiten;                                                                   |
| die Figur 6a und 6b | eine Seiten- und Frontansicht einer Dickenmesseinrichtung;                                                                    |
| die Figur 7         | graphische Darstellung mit zugehörigen Werten der Oberflächenrauigkeit, über eine Laboruntersuchung;                          |
| die Figur 8         | Laborbildaufnahme der Plattenoberfläche nach verschiedenen Schleifeingriffen;                                                 |
| die Figur 9a und 9b | eine Front- und Seitenansicht einer Breitschleifmaschine;                                                                     |
| die Figur 10        | ein Beispiel für den schematischen Aufbau einer vollständigen Maschinen- und Prozess-Steuerung für eine Breitschleifmaschine. |

### Wege und Ausführung der Erfindung

**[0022]** Die Figur 1 zeigt schematisch vor allem die Kernpunkte der neuen Lösung. Dargestellt ist eine Kalibriereinheit 1 sowie eine Feinschleifeinheit 2. Ein Werkstück 3 ist als ebene, nur einseitig, von oben geschliffene Platte 3 dargestellt. Die Platte 3 weist vor dem Schleifeingriff eine rohe Dicke  $D_r$ , nach dem ersten bzw. Kalibrierschliff eine Dicke  $D_K$  und nach dem Feinschliff eine Dicke  $D_F$  auf. Die Differenz der Dicke zwischen  $D_r$  und  $D_K$  ist z.B. 0,4 mm, was einer Schleifabnahme von 0,4 mm entspricht. Die Schleifabnahme beim Feinschliff liegt in dem Bereich von einigen hundertstel Millimetern. Nach dem Kalibrierschliff ist als Schleifeingriffüberwachungseinrichtung eine Dickenmess- und bzw. Dicken-

überwacheinrichtung 4 gezeichnet, welche mit den Figuren 5 sowie 6a und 6b noch ausführlicher beschrieben wird. Über zwei Tastwalzen 5 und 6 wird die Plattendicke  $D_K$  ermittelt und das entsprechende Signal  $D_s$  über einen Datenbus 7 weitergeleitet. Die Kalibriereinheit 1 und die Schleifeinheit 2 sind in einem Ständer der Breitschleifmaschine  $S_{TM}$ , mit einem dicken Strich symbolisiert, gelagert. Vereinfachend ist mit  $H_P$  ein Höhenpositionssignalgeber dargestellt, mittels dem die gewünschte Schleifabnahme festlegbar ist. Damit die gewünschte Schleifgenauigkeit überhaupt erreichbar ist, ist das Werkstück bzw. die Platte 3 mehrfach geführt. Entsprechende einfache oder doppelte Führungsrollen 8, 9 sowie Antriebsrollen 10, welche in der Maschine gelagert sind, sorgen für das präzise-Durchfördern der Werkstücke durch die Schleifstrasse, entsprechend Pfeil 11 in der Figur 1 von links nach rechts. Die Durchlaufgeschwindigkeit der Platte 3 wird über Geschwindigkeitssensoren  $V_{PS}$  festgestellt. Bei der Kalibriereinheit 1 werden in der Figur 1 die Schleifbandgeschwindigkeit  $V_{KBS}$ , der Antriebsmotorstrom  $A_K$  sowie  $A_F$  bei der Feinschleifeinheit. Die Höhenposition- der Schleifmittel kann in der Praxis auf mehrere Arten erfolgen, wie zuvor erwähnt über den ganzen Maschinenständer oder z.B. über Exzentereinstellmittel von jedem der Schleifköpfe bzw. an dem kalibrierschleifkopf Hks und an dem Feinschleifkopf FHs. Die genannten Signale können über den Datenbus 7 der Steuer- und Leitebene zur Verfügung gestellt werden, welche aus den drei primären Komponenten: der Maschinensteuerung SPS 12, einem Rezeptspeicher 13 einer Auftrags- und Rezepteingabe 14 sowie einem Mehrgrößen-Controller 15 besteht.

**[0023]** Die Figur 2 dient lediglich zur Illustration der Rezeptsteuerung. Dabei sind vereinfachend nur einige Parameter aufgelistet. Bandgeschwindigkeit sowie Höheneinstellung sind Stellgrößen, wohingegen die Schleifabnahme, die Dicke nach und die approximierte Motorleistung Zielgrößen sind, welche bei Platte 1 nicht erreicht werden. Für die Platte 2 wird eine Rezeptkorrektur vorgenommen, wobei die Rezeptkorrektur sowohl in die Stellgrößen wie in die Zielgrößen eingreift. Es wird gleichsam ein besserer Vorschlag gemacht. Die Istwerte der Platte 2 sind gut. Damit wird mit den selben Rezeptvorgaben für die folgenden Platten weitergefahren. Nicht dargestellt ist ein Toleranzband für die Zielgrößen Schleifabnahme  $I$ , Dicke nach  $I$ , approximierte Motorleistung  $I$ , das ebenfalls vorgegeben wird. Entsteht in Bezug auf das Toleranzband eine Abweichung ausserhalb der vorgegebenen Toleranz, so werden erneut die Rezeptvorgaben korrigiert.

**[0024]** Die Figur 3 zeigt in schematischer Darstellung ein Steuer- und Führungsschema auf Grund der neuen Lösung. Soweit sinnvoll, sind die selben Bezugszeichen wie in der Figur 1 eingetragen. Die eigentliche Maschinensteuerung benötigt für viele Eingriffe, auch aus sicherheitstechnischen Gründen Sensorsignale, wie örtliche Temperaturen, Motorströme, Lagesignale, z.B. der Höhenpositionierung-des Maschinenständers oder eines einzelnen Schleifkopfes. Zumindest ein Teil dieser Sensorwerte sind gleichermaßen wichtig für die Prozesskontrolle. Besonders Qualitätswerte können heute noch besser und ökonomischer durch den Menschen selbst erfasst werden. Die neue Lösung sieht deshalb vor, dass die Ergebnisse der Prüfung durch die menschlichen Sensorien auch in der Rezeptverwaltung und für die Vorgaben gespeichert werden können. Hierzu gehören auch Schnelltests mit blauer oder schwarzer Kreide, die eine wertvolle Aussage über die Oberfläche ergeben, z.B. ob sogenannte Rattermarken vorhanden sind. Der Mensch ist deshalb in die Mitte der Leitebene gesetzt, wo auch die Verwaltung sowie Überwachung angesiedelt ist. Ein Teil der Überwachung ist die Visualisierung Visu über Bildschirme 14'. Bei grösseren Anlagen werden heute örtliche Situationen durch Kameras erfasst, so dass an verschiedenen Orten ohne direkten Sichtkontakt das Geschehen verfolgt werden kann. Die Visualisierung hat ganz besonders bei der Qualitätsüberwachung eine wichtige Funktion. Es können bestimmte Trends sei es im Positiven wie im Negativen verfolgt werden. Diese können auch bei entsprechender Programmgestaltung automatisch angezeigt werden, wenn irgendwelche Eingriffe notwendig sein können. Die Visualisierung erlaubt dem Bedienungspersonal frühzeitiger als bisher einzugreifen und Rezepte zu verändern. Vor allem wenn es darum geht, bestehende Anlagen zu automatisieren, kann es sinnvoll sein, diese schrittweise vorzunehmen. Mit STAG ist die bisherige Steuereingabe 20 bezeichnet. Diese kann bestehen bleiben, mit der Einschränkung, dass Befehlseingaben auch von anderer Stelle, insbesondere vom Mehrgrößen-Controller 15 möglich sind. Das Konzept kann auch in einer Übergangsphase als doppeltes Steuersystem für Notfälle vorgesehen werden. Über eine Daten-Schnittstelle 21 können vor- und nachgelagerte Anlagensektoren etwa Plattenherstellung, Sägewerk, Transportsystem usw., für den Informationsaustausch benützt werden. Dies bedeutet, dass im Endausbau die verschiedenen Anlagensektoren nicht nur elektronisch vernetzt sind, sondern dass die Gesamtüberwachung an beliebiger Stelle vorgesehen werden kann. Damit kann ein ganzes Plattenwerk als Produktionsstrasse automatisch prozessgesteuert werden. Bei der Visualisierung lassen sich alle wichtigen Informationen mit Einschluss der Anlagezustände sofort darstellen. Mit 22 ist das Visualisierungsbild für die ganze Schleifstrasse bezeichnet. Von der Maschinensteuerung sind die elektrischen sowie elektronischen Verbindungen zu den Maschinenteilen mit 23 angedeutet. 24 sind die Datenleitungen zu dem Messgeräten und Sensoren im Bereich der Maschine. 25 ist der Regler-Sensor für den-Vorschub (VPs), 27 für die Einstelleinrichtung für die Höhenpositionierung des Maschinenständers, 28 die Höhenpositionierung der einzelnen Schleifköpfe und 26 für die Motorströme. Mit QMs ist die Möglichkeit der Handeingabe von Werten insbesondere von Qualitätswerten bezeichnet.

**[0025]** Die Figuren 4a bis 4d zeigen einige Beispiele für Visualisierungen. Über einen Menübaum (Figur 4a) können die gewünschten Teilbilder bestimmt und sofort auf den Bildschirm 14' für die Visualisierung gebracht werden (Figur 3). Aus den Maschinenübersichtsbildern (Figur 4b - 4d) erkennt man, dass es sich um eine Schleifstrasse mit erstem

Kalibrierschliff 30, zweiten Kalibrierschliff 31, Feinschliff 32 sowie Schleifschuhschliff 33 handelt. Die entsprechenden Schleifköpfe sind Teil der Maschine 1 bzw. Teil der Maschine 2, welche je eine unabhängige Höhenverstellung 34 bzw. 35 aufweisen. Vorgeordnet der Maschine 1 sind Zuführtische 36, nachgeordnet der Maschine 2 Abföhrtische 37, welche zusammen mit den Schleifmaschinen eine ganze Schleifstrasse darstellen.

[0026] Die Figuren 5, 6a und 6b zeigen eine Dickenmess- und Überwacheinrichtung 4, die Figur 5, in Transportrichtung betrachtet. Vier an sich identische Messköpfe 40'... 40''' sind je paarweise auf beiden Seiten des Werkstückes bzw. der Platte 3 senkrecht übereinander angeordnet. Alle Messköpfe können an- einem oberen Träger 41, bzw. einem unteren Träger 42 horizontal in eine optimale Messposition verstellt werden, so dass bezüglich einer bestimmten Plattenbreite B die Messköpfe um ein Mass b vom äusseren Rand nach innen angeordnet werden können. Die beiden stabilen Träger 41, 42 sind über Stützen 43, 43' verbunden und nach unten abgestützt. Mit einem weiteren Durchlaufsensor 44 kann Beginn, Durchlauf und Ende einer Platte festgestellt werden. Die Tastwalzen 5 und 6 werden von den Messköpfen mit einer bestimmten Kraft über entsprechende Pneumatikzylinder auf das Werkstück 3 gedrückt. Ober nicht dargestellte Positionsfühler kann aus dem fixen Mass  $A_D$  sowie dem variierenden Mass  $A_x$  die genaue Dicke des Werkstückes 3 kontinuierlich ermittelt, und entsprechend für die Prozesssteuerung genutzt werden.

[0027] Die Figur 7 zeigt drei Aufnahmen der jeweiligen Oberflächenstruktur nach dem Schliff mit unterschiedlichem Schleifmaterial bzw. Kornfeinheit der Schleifmittel P 40, P 100 und P 180. Bei den Kennwerten bedeuten  $R_z$  eine gemittelte Rauhtiefe,  $R_K$  eine Kernrauhtiefe und  $R_{pk}$  sowie  $R_{vk}$  davon abgeleitete Kennwerte. Sinngemäss sind in der Figur 8 entsprechende photographische Aufnahmen für die Rauhgkeit wiedergegeben.

[0028] Je nach Einsatzgebiet können die verschiedensten Dispositive und Kombinationen mit ein- oder doppelseitigem Schliff gewählt werden. Es können Kalibrierschliff bzw. Grobschliff, Feinschliff bis zum Superfinish mit Schleifbürste, ferner je Einfach- oder Mehrfachanwendung, Schleifband und Schleifwalze usw. zum Einsatz können. Es wird hierzu auf den bekannten Stand der Technik und auch auf das einleitend zitierte GM 94 14 952 verwiesen. Die Figuren 9a und 9b zeigen nur ein Beispiel für eine konkrete Ausgestaltung einer Breitschleifmaschine mit je zwei Schleifköpfen 50, 50' sowie 51, 51' für das beidseitige Schleifen von Werkstücken. Die Maschine besteht aus einem oberen Ständer 52 sowie einem unteren Ständer 53. Die Höhenverstellung des oberen Ständers erfolgt über steuerbare Spindeln 54. Jeder Schleifkopf hat einen eigenen Antriebsmotor 55, welche im. Sinne der neuen Lösung bevorzugt drehzahlregelbar sind, um auf diese Weise die Geschwindigkeit der Schleifbänder variieren zu können. Die Breite der Maschine ist mit  $B^*$  angegeben, welche von einem Meter bis über drei Meter betragen kann.

[0029] Die Figur 10 zeigt den Aufbau einer vollständigen Steuerungsanlage mit Einschluss der Maschinen- und Prozesssteuerung. Das Prozessleitsystem schliesst das Bedienen gegebenenfalls in verschiedenen Ebenen ein, sowie das Visualisieren und Archivieren. Vom Konzpt her werden den einzelnen Ebenen bevorzugt die folgenden Zuordnungen gemacht.

#### 1. Leitstandebene (für Schleifstrasse):

- Rezepturen
- Anlagezustands-Informationen, Masken, Bilder

#### 2. Bedienebene 1 (im Kontrollraum bei Schleifstrasse):

- Rezeptureri als Eingabe und Verwaltung (nur wenn keine Leitstandebene)
- Rezeptur Abruf wenn Leitstandebene
- Einzeldaten-Eingabe / Steuerung
- Anlagezustands-Informationen (Masken, Bilder)

#### 3. Bedienebene 2 (an Maschine):

- einfache Maschinen-Bedienung, manuell
- Maschinenzustands-Informationen.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung des Schleifprozesses einer Breitschleifmaschine für flache Werkstücke (3) mit wenigstens zwei aufeinanderfolgenden höheneinstellbaren Schleifeingriffen, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** schleifprozessbezogene Startrezepturen bereitgestellt, ein auftragsbezogenes bzw. arbeitspostenspezifisches Optimalstartrezept ausgewählt und die Schleifarbeit bzw. der Schleifeingriff überwacht wird, und auf Grund

der Überwachung des Arbeitsergebnisses der ersten und nachfolgenden geschliffenen Werkstücke die Optimalstartrezeptvorgaben in Bezug auf wenigstens einen oder mehreren der folgenden Parameter, als Ziel- oder Stellgrösse so weit erforderlich, wiederholt, jeweils für die nachfolgenden Werkstücke als Schleifrezeptur für die Folgearbeit geändert werden: Schleifabnahme nach erstem Schleifeingriff (30); Werkstückdicke, die Bandgeschwindigkeit des Schleifbandes, bzw. die Schleifwalzengeschwindigkeit, der Schleifdruck, die Durchlaufgeschwindigkeit des Werkstückes, Qualitätstoleranzbänd(er) sowie Höheneingriff für den Schleifeingriff.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Steuerung eine Rechnersteuerung (12) mit einem Mehrgrößencontroller (15) für Zielgrößen aufweist, wobei wenigstens zwei der folgenden Zielgrößen festlegbar sind: Bandgeschwindigkeit, Schleifwalzengeschwindigkeit Schleifdruck, Schleifabnahme, Motorleistungsaufnahme(n), Toleranzbereiche der Oberflächenqualität als Finish, der Schleifqualität als Struktur der Oberfläche sowie Dickenabmessungen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Zielgrößen in Funktion der Gesamtwirtschaftlichkeit, insbesondere der Qualität des Endproduktes, sowie der Standzeitoptimierung insbesondere in Bezug auf die Schleifmittel sowie die Breitschleifmaschine und deren Komponenten auswählbar sind, und bei Erfordernis durch direkten menschlichen Eingriff korrigierbar sind.

4. Rechnersteuerung für Breitschleifmaschine zum Schleifen von flachen Werkstücken (3) mit wenigstens zwei aufeinanderfolgenden und höheneinstellbaren Schleifeinheiten,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Rechnersteuerung (12) einen Prozesscontroller (15) aufweist, dass prozessbezogene Startrezepturen auswählbar sind, zur automatischen Starteinstellung der Schleifeinheiten (1, 2), wobei eine Schleifeingriff-Überwacheinrichtung angeordnet ist, aufgrund welcher bei Abweichung über die Schleifrezeptur gegebenenfalls wiederholt Korrekturingriffe durchführbar sind und die Änderung der Schleifrezeptur nach einem oder mehreren Durchlaufprobestücken für die Folgearbeit vorgenommen wird.

5. Rechnersteuerung nach Anspruch 4,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** wenigstens eine einstellbaren Schleifeinheiten als Kalibriereinheit (1) ausgebildet ist.

6. Rechnersteuerung nach Anspruch 4 oder 5,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** wenigstens eine einstellbare Schleifeinheit (1, 2) und die Überwacheinrichtung als Dickenmess- bzw. Dickenüberwacheinrichtung (4) ausgebildet und nach der Kalibriereinheit (1) angeordnet ist.

7. Rechnersteuerung nach einem der Ansprüche 4 bis 6,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** der Prozesscontroller (15) als Mehrgrößencontroller ausgebildet und zwei oder mehrere Signaleingänge entsprechender Sensoren aufweist, insbesondere von Dicksensoren, Sensoren für die Oberflächenbeschaffenheit der Werkstücke (3), für die Motorleistungsaufnahme(n), Durchlaufgeschwindigkeit der Werkstücke, sowie des Werkstückeinlaufes und Werkstückauslaufes und der Bandgeschwindigkeit(en) bzw. Schleifwalzengeschwindigkeit, und für die Qualitätstoleranz, ferner Eingänge für solche Werte, die vom Menschen selbst erfasst werden, wie Oberflächen-, Qualitäts- und Dickenmessungen und für die Qualitätstoleranz.

8. Rechnersteuerung nach einem der Ansprüche 4 bis 7,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Startrezeptur wenigstens die Grundinformation für das Rohwerkstück (3) die, Zusammensetzung des Rohmaterials z.B. Dicke, Härte, Härte der Oberfläche, Schichtaufbau und Art des Rohmaterials wie Holz, Kunststoff, Gummi, Mineral usw. und Plattenrohdicke, ferner wenigstens die Grundparameter für das geschliffene Erzeugnis, insbesondere die Oberflächenqualität als Finish, die Schleifqualität als Struktur, die Plattendicke sowie Dickentoleranz aufweist.

9. Rechnersteuerung nach einem der Ansprüche 4 bis 8,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Startrezeptur wenigstens eine oder mehrere der folgenden Bearbeitungsparameter aufweist, Leistungs-

aufnahme eines oder mehrerer Antriebsmotoren, die Durchlaufgeschwindigkeit der Werkstücke (3), die Bandgeschwindigkeit, die Schleifwalzengeschwindigkeit die Schleifbandstandzeit, bzw. den Schleifbandzustand, die Schleifbandtype, Schleifdruck, Drehmoment, Schleifschuherwärmung, Kreuzschliff.

- 5 10. Rechnersteuerung nach einem der Ansprüche 4 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** sie Durchlaufüberwachmittel (4) aufweist, insbesondere zum Erfassen des Schleifbeginnes bzw. Platteneinlaufes sowie des Schleifendes bzw. Plattenauslaufes im Falle von Einzelwerkstücken (3), oder im Falle einer Bearbeitung von Endlosmaterial oder Stoss- an Stoss von Platten die entsprechenden Sensorsignale.
- 10 11. Rechnersteuerung- nach einem der Ansprüche 4 bis 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Startrezeptur wenigstens zwei oder mehrere Dickentoleranzregister aufweist, insbesondere für eine Grobtoleranz sowie eine Feintoleranz, ferner eine Eingabemöglichkeit für frei zu definierende bzw. zu ändernde Toleranzbandbreite(n).
12. Rechnersteuerung für Breitschleifmaschine nach Anspruch 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** über die Rechnermittel (1-2) bei der ersten Platte (3) eines Schleifpostens ein Toleranzwert auf der sicheren Seite bzw. die grösstmögliche, noch zulässige Dicke für die Startrezeptur wählbar ist, derart, dass diese Platten (3) mit Überdicke in einem späteren Durchlauf auf die vom Kunden gewünschte Toleranz nachschleifbar ist.
13. Rechnersteuerung nach einem der Ansprüche 4 bis 12,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** sie eine Dickenmess- und Überwacheinrichtung vor der Kalibriereinheit bzw. der ersten Kalibriereinheit sowie eine Dickenmess- und Überwacheinrichtung (4) und/oder eine Prüfeinheit für die Oberflächengenauigkeit und Struktur nach der Feinschleifeinheit bzw. nach der letzten Feinschleifeinheit (2) aufweist.
14. Rechnersteuerung nach einem der Ansprüche 4 bis 13,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** sie Rückführmittel für geschliffene Platten (3) für einen nochmaligen Schliff aufweist; wobei die Rückführmittel sowohl kalibriergeschliffene wie feingeschliffene Werkstücke (3) übernehmen können.
15. Rechnersteuerung nach Anspruch 14,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** mehrere Arten von Rezepturen abspeicherbar sind, insbesondere
  - a) laufend optimierbare Startrezepturen z.B. aufgrund des letzten vorangegangenen gleichen Schleifauftrages oder Anfahrrezepturen;
  - b) eine Testrezeptur als Startrezeptur bei der erstmaligen Bearbeitung eines neuen Schleifauftrages, oder Anfahrrezepturen;
  - c) Schleifrezepturen, welche aufgrund eines vorangegangenen gleichen Scheifauftrages oder aufgrund einer Startrezeptur oder einer Testrezeptur wählbar ist.
16. Rechnersteuerung nach einem der Ansprüche 4 bis 15,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** in Werkstückvorschubrichtung in dem Bereich der beiden Seitenränder der Werkstücke (3) wenigstens je eine oder mehrere Dickenmess- bzw. Dickenüberwacheinrichtungen (4) angeordnet sind.
17. Rechnersteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 16,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** für die Bearbeitungsgrundeinstellungen Handeingabe Einrichtungen (14) vorgesehen sind, welche einzeln, vorzugsweise über entsprechende Hand-Stellglieder einstellbar, und bei Bedarf in der Rezeptur (13) registrierbar sind, wobei über die entsprechenden Handstellglieder wenigstens ein oder mehrere der folgenden Parameter wählbar sind, Schleifabnahme der Schleifeinheiten, Vorschub der Werkstücke, Schleifbandgeschwindigkeit, Schleifwalzengeschwindigkeit, Zustand des Schleifbandes, bzw. der Schleifwaze Schleifdruck, Drehmoment, Schleifschuherwärmung.

18. Rechnersteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 17,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** alle wichtigen Parameter sowohl der Maschinenparameter wie der Prozessparameter visualisierbar sind, wobei entweder über die Rechnereingabetastatur (20) oder vor Ort einzelne Stellgrößen von Hand korrigierbar sind mit entsprechender Rückmeldung an den Rechner und die Visualisierung (22), wobei die übrigen veränderbaren Parameter im Automatikbetrieb über einen gegebenenfalls anpassbares Schleifrezept bzw. entsprechende Programme steuerbar sind.
19. Rechnersteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 18,  
**dadurch gekennzeichnet;**  
**dass** über die Visualisierung die momentanen Werte in Bezug auf Zielgrößen angezeigt werden: insbesondere Schleifdruck, Schleifabnahme, Motorleistungsaufnahme, Dicken- sowie Oberflächentoleranzen, Schleifbandgeschwindigkeit, Schleifwalzengeschwindigkeit, Durchlaufgeschwindigkeit der Werkstücke, ferner Bilder aus der Schleifstrasse z.B. Beschickung der Schleifstrasse, Ab stapelung, Absaugung, ferner Trendbilder, insbesondere bei Näherung an wichtige Ziel- oder Grenzwerte.
20. Rechnersteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 19,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** eine oder mehrere der folgenden Parameter über untergeordnete Regeleinrichtungen kontrollierbar sind, Schleifabnahme, Werkstückvorschub, Schleifbandgeschwindigkeit, Schleifdruck.
21. Rechnersteuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 20,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** bei plattenartigen Werkstücken (3) entsprechend der Werkstück- und Schleifparameter eine Werkstück- und Qualitätscodierung an einem seitlichen Plattenrand über einen Codedrucker anbringbar ist.

## Claims

1. Method for controlling the grinding process of a wide grinding machine for flat workpieces (3) with at least two consecutive height-adjustable grinding interventions, **characterised in that** grinding process-related starting procedures are prepared, an order-related or workstation-specific optimum starting procedure is selected and the grinding operation or the grinding intervention is monitored, and owing to monitoring of the operation result of the first and subsequent ground workpieces the optimum starting procedure inputs with respect to at least one or more of the following parameters are repeated to the extent required as target or correcting variables and are changed for the respective subsequent workpieces as the grinding procedure for the subsequent operation: grinding reduction after the first grinding intervention (30); thickness of the workpiece, belt speed of the grinding belt, or the grinding roller speed, grinding pressure, throughput speed of the workpiece, quality tolerance band(s) and height intervention for the grinding intervention.
2. Method according to claim 1, **characterised in that** the control comprises a computer control (12) with a multiple variable controller (15) for target variables, at least two of the following target variables being settable: belt speed, grinding roller speed, grinding pressure, grinding reduction, motor power consumption(s), tolerance ranges for the surface quality as the finish, grinding quality as the structure of the surface and thickness dimensions.
3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the target values can be selected as a function of the overall economic efficiency, in particular the quality of the end product, and optimisation of service life, in particular with respect to the grinding means and the wide grinding machine and the components thereof, and can be corrected if necessary by direct human intervention.
4. Computer control for a wide grinding machine for grinding flat workpieces (3) with at least two consecutive and height-adjustable grinding units, **characterised in that** the computer control (12) comprises a process controller (15), **in that** process-related starting procedures can be selected for the automatic starting adjustment of the grinding units (1, 2), a grinding intervention monitoring device being arranged, owing to which, in the event of deviation, correcting interventions can be carried out, optionally repeatedly, via the grinding procedure and the grinding procedure is changed for the subsequent operation according to one or more throughput samples.
5. Computer control according to claim 4, **characterised in that** at least one adjustable grinding unit is formed as

the calibration unit (1).

6. Computer control according to claim 4 or 5, **characterised in that** at least one adjustable grinding unit (1, 2) and the monitoring device are formed as a thickness measuring or thickness monitoring device (4) and is arranged downstream from the calibration unit (1).

7. Computer control according to any one of claims 4 to 6, **characterised in that** the process controller (15) is formed as a multiple variable controller and comprises two or more signal inputs of corresponding sensors, in particular of thickness sensors, sensors for the surface structure of the workpieces (3), for the motor power consumption(s), throughput speed of the workpieces, and of workpiece feed and workpiece discharge and belt speed(s) or grinding roller speed, and for quality tolerance, also inputs for such values as are detected by people themselves, such as surface, quality and thickness measurements and for quality tolerance.

8. Computer control according to any one of claims 4 to 7, **characterised in that** the starting procedure comprises at least the basic information for the crude workpiece (3), the composition of the raw material, for example thickness, hardness, hardness of the surface, layer construction and type of raw material such as wood, plastics material, rubber, mineral etc., and raw plate thickness, also at least the basic parameters for the ground product, in particular the surface quality as finish, the grinding quality as structure, the plate thickness and thickness tolerance.

9. Computer control according to any one of claims 4 to 8, **characterised in that** the starting procedure comprises at least one or more of the following processing parameters, power consumption of one or more drive motors, throughput speed of the workpieces (3), belt speed, grinding roller speed, grinding belt service life, or grinding belt condition, grinding belt type, grinding pressure, torque, grinding pad heating, cross-grinding.

10. Computer control according to any one of claims 4 to 9, **characterised in that** it comprises throughput monitoring means (4), in particular for detecting the start of grinding or plate feed and the end of grinding or plate discharge in the case of individual workpieces (3), or the corresponding sensor signals in the case of processing continuous material or piled plates.

11. Computer control according to any one of claims 4 to 10, **characterised in that** the starting procedure comprises at least two or more thickness tolerance records, in particular for a rough tolerance and a fine tolerance, as well as an input possibility for tolerance band width(s) to be freely defined or changed.

12. Computer control for a wide grinding machine according to claim 11, **characterised in that** a tolerance value on the secure side, or the largest possible, still permissible thickness for the starting procedure can be selected via the computer means (1 to 2) in the first plate (3) of a grinding station in such a way that these plates (3) with excess thickness can be subsequently ground in a later throughput to the tolerance desired by the customer.

13. Computer control according to any one of claims 4 to 12, **characterised in that** it comprises a thickness measuring and monitoring device upstream from the calibration unit or the first calibration unit and a thickness measuring and monitoring unit (4) and/or a checking unit for the surface accuracy and structure downstream from the fine grinding unit or after the last fine grinding unit (2).

14. Computer control according to any one of claims 4 to 13, **characterised in that** it comprises return means for ground plates (3) for a repeat grinding, the return means being able to receive both calibration-ground and finely ground workpieces (3).

15. Computer control according to claim 14, **characterised in that** a plurality of types of procedures can be stored, in particular

a) continuously optimisable starting procedures, for example based on the last preceding identical grinding order or initial procedures;

b) a testing procedure as starting procedure during the first processing of a new grinding order or initial procedures;

c) grinding procedures which can be selected owing to a preceding identical grinding order or owing to a starting procedure or a test procedure.

16. Computer control according to any one of claims 4 to 15, **characterised in that** at least one or more respective thickness measuring or thickness monitoring devices (4) are arranged in the workpiece feed direction in the region of the two side edges of the workpieces (3).

17. Computer control according to any one of claims 1 to 16, **characterised in that** provided for the basic processing adjustments are manual input devices (14) which are individually adjustable, preferably via corresponding manual final control elements, and if necessary can be recorded in the procedure (13), at least one or more of the following parameters being selectable via the corresponding manual final control elements, grinding reduction of the grinding units, feed of the workpieces, grinding belt speed, grinding roller speed, condition of the grinding belt, or of the grinding roller, grinding pressure, torque, grinding pad heating.

18. Computer control according to any one of claims 1 to 17, **characterised in that** all the important parameters both of the machine parameters and the process parameters can be displayed, individual correcting variables being correctable manually either via the computer input keyboard (20) or on site with corresponding feedback to the computer and the display (22), the remaining changeable parameters in automatic operation being controllable via an optionally adaptable grinding procedure or corresponding programs.

19. Computer control according to any one of claims 1 to 18, **characterised in that** the instantaneous values with respect to the target variables are shown via the display: in particular grinding pressure, grinding reduction, motor power consumption, thickness and surface tolerances, grinding belt speed, grinding roller speed, throughput speed of the workpieces, also images from the grinding line, for example feeding of the grinding line, unstacking, extraction, also images of trends, in particular when approaching important target or limit values.

20. Computer control according to any one of claims 1 to 19, **characterised in that** one or more of the following parameters can be controlled via subordinate regulating devices, grinding reduction, workpiece advance, grinding belt speed, grinding pressure.

21. Computer control according to any one of claims 1 to 20, **characterised in that** in the case of plate-like workpieces (3), a workpiece and quality coding can be applied to a lateral plate edge via a code printer according to the workpiece and grinding parameters.

## Revendications

1. Procédé pour commander le processus de meulage large de pièces plates (3) comprenant au moins deux unités de meulage disposées l'une derrière l'autre qui sont réglables en hauteur, **caractérisé en ce que** des recettes initiales liées au processus de meulage sont fournies, **en ce qu'une** recette initiale optimale liée à la commande ou spécifique au poste de travail est choisie et **en ce que** le travail de meulage ou l'opération de meulage est surveillée, et **en ce que** la surveillance du résultat du travail des premières pièces et des pièces meulées suivantes permet de modifier, respectivement pour les pièces suivantes, les recettes initiales optimales imposées autant qu'il est nécessaire et de manière répétée, pour ce qui est au moins d'un ou de plusieurs des paramètres suivants pris pour grandeurs cibles ou grandeurs de réglage, de manière à obtenir une recette de meulage pour le travail suivant : réception du meulage après la première opération de meulage (30) ; épaisseur de la pièce, vitesse de la bande de meulage ou vitesse du rouleau de meulage, pression de meulage, vitesse de défilement de la pièce, plage(s) de tolérances de qualité et hauteur de l'unité de meulage.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la commande comporte une commande automatisée (12) dotée d'un contrôleur à variables multiples (15) pour grandeurs cibles, au moins deux des grandeurs cibles suivantes pouvant être en l'occurrence déterminées : vitesse de la bande, vitesse du rouleau de meulage, pression de meulage, réception du meulage, consommation du moteur, plages de tolérance de la qualité de surface en tant que finition, qualité de meulage en tant que structure de la surface et épaisseurs.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les grandeurs cibles peuvent être choisies en fonction de la rentabilité globale, en particulier de la qualité du produit fini, ainsi qu'en fonction de l'optimisation de la durée d'utilisation en particulier des moyens de meulage ainsi que de la machine de meulage large et de ses composants, et peuvent être corrigées au besoin par l'intervention directe de l'homme.

4. Commande automatisée pour le meulage large de pièces plates (3) à l'aide d'au moins deux unités de meulage

disposées l'une derrière l'autre qui sont réglables en hauteur, **caractérisée en ce que** la commande automatisée (12) comporte un contrôleur de processus (15), **en ce que** des recettes initiales liées au processus peuvent être choisies pour le réglage initial automatique des unités de meulage (1, 2), un équipement de surveillance des unités de meulage étant prévu pour procéder le cas échéant et de manière répétée, en cas d'écart, à des opérations de correction par le biais de la recette de meulage et modifier la recette de meulage après le passage d'une ou plusieurs éprouvettes pour le travail suivant.

5. Commande automatisée selon la revendication 4, **caractérisée en ce qu'**au moins une unité de meulage réglable est réalisée en tant qu'unité de calibrage (1).

6. Commande automatisée selon la revendication 4 ou 5, **caractérisée en ce qu'**au moins une unité de meulage (1, 2) réglable et l'équipement de surveillance sont réalisés en tant qu'équipement de mesure ou de surveillance de l'épaisseur et disposés en aval de l'unité de calibrage (1).

7. Commande automatisée selon l'une des revendications 4 à 6, **caractérisée en ce que** le contrôleur de processus (15) est réalisé en tant que contrôleur à variables multiples et comporte deux ou plus de deux entrées de signaux de capteurs correspondants, notamment de capteurs d'épaisseur, de capteurs de la qualité de surface des pièces (3), de la consommation du moteur, de la vitesse de défilement des pièces, de l'entrée et de la sortie des pièces, de la vitesse de la bande ou de la vitesse du rouleau de meulage et de la tolérance de qualité, en outre des entrées pour les valeurs saisies par l'homme lui-même telles que les mesures de la surface, de la qualité et de l'épaisseur et pour la tolérance de qualité.

8. Commande automatisée selon l'une des revendications 4 à 7, **caractérisée en ce que** la recette initiale contient au moins l'information de base relative à la pièce brute (3), la composition de la matière brute telle que l'épaisseur, la dureté, la dureté de la surface, la structure des couches et le type de matière brute tel que le bois, le plastique, le caoutchouc, le minéral, etc. et l'épaisseur brute de la plaque, en outre au moins les paramètres de base pour le produit meulé, notamment la qualité de surface en tant que finition, la qualité du meulage en tant que structure, l'épaisseur de la plaque ainsi que la tolérance d'épaisseur.

9. Commande automatisée selon l'une des revendications 4 à 8, **caractérisée en ce que** la recette initiale contient au moins l'un ou plus d'un des paramètres d'usinage suivants, consommation d'un ou de plus d'un moteur d'entraînement, vitesse de défilement des pièces (3), vitesse de la bande, vitesse du rouleau de meulage, durée d'utilisation de la bande de meulage ou état de la bande de meulage, type de bande de meulage, pression de meulage, couple, chauffage du patin de meulage, meulage croisé.

10. Commande automatisée selon l'une des revendications 4 à 9, **caractérisée en ce qu'elle** comporte des moyens de surveillance du défilement (4), notamment pour enregistrer le début du meulage ou l'entrée de la plaque ainsi que la fin du meulage ou la sortie de la plaque lorsqu'il s'agit de pièces individuelles (3) ou, en cas d'usinage d'un matériau sans fin ou de plaques mises bout à bout, les signaux des capteurs correspondants.

11. Commande automatisée selon l'une des revendications 4 à 10, **caractérisée en ce que** la recette initiale contient au moins deux ou plus de deux registres de tolérance d'épaisseur, notamment pour une tolérance approximative et une tolérance précise, en outre une possibilité d'entrée de plages de tolérances à définir ou à modifier librement.

12. Commande automatisée pour meulage large selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** les moyens automatisés (12) permettent de choisir pour la première plaque (3) d'un poste de meulage une valeur de tolérance du côté sûr ou la plus grande épaisseur possible encore autorisée pour la recette initiale de manière à ce que ces plaques (3) présentant une surépaisseur puissent être meulées à nouveau à la tolérance souhaitée par le client lors d'une opération ultérieure.

13. Commande automatisée selon l'une des revendications 4 à 12, **caractérisée en ce qu'elle** comporte un équipement de mesure et de surveillance de l'épaisseur placé en amont de l'unité de calibrage ou de la première unité de calibrage ainsi qu'un équipement de mesure et de surveillance de l'épaisseur (4) et/ou une unité de contrôle de la précision de la surface et la structure placés en aval de l'unité de meulage de précision ou en aval de la dernière unité de meulage de précision (2).

14. Commande automatisée selon l'une des revendications 4 à 13, **caractérisée en ce qu'elle** comporte des moyens de retour de plaques meulées (3) permettant un nouveau meulage, les moyens de retour pouvant recevoir non

seulement des pièces meulées de manière calibrée, mais aussi des pièces meulées avec précision.

- 5 15. Commande automatisée selon la revendication 14, **caractérisée en ce que** plusieurs types de recettes peuvent être mémorisées, notamment a) des recettes initiales pouvant être optimisées au fur et à mesure, par exemple en se fondant sur la dernière commande de meulage identique passée ou des recettes de démarrage ; b) une recette d'essai prise pour recette initiale lors du premier usinage d'une nouvelle commande de meulage, ou des recettes de démarrage ; c) des recettes de meulage qui peuvent être choisies à la suite d'une commande de meulage passée identique ou à la suite d'une recette initiale ou d'une recette d'essai.
- 10 16. Commande automatisée selon l'une des revendications 4 à 15, **caractérisée en ce qu'**au moins un ou plus d'un équipement de mesure ou de surveillance de l'épaisseur (4) sont respectivement disposés dans le sens d'avancement des pièces dans la zone des deux bords latéraux des pièces (3).
- 15 17. Commande automatisée selon l'une des revendications 1 à 16, **caractérisée en ce qu'**il est prévu des équipements de saisie manuelle (14) pour entrer les paramètres d'usinage de base, qui peuvent être réglés individuellement, de préférence par le biais d'éléments de réglage manuel correspondants, et peuvent être enregistrés au besoin dans la recette (13), au moins un ou plus d'un des paramètres suivants pouvant être en l'occurrence choisis par le biais des éléments de réglage individuel correspondants, réception du meulage des unités de meulage, avancement des pièces, vitesse de la bande de meulage, vitesse du rouleau de meulage, état de la bande de meulage ou du rouleau de meulage, pression de meulage, couple, chauffage du patin de meulage.
- 20 18. Commande automatisée selon l'une des revendications 1 à 17, **caractérisée en ce que** tous les paramètres importants, non seulement les paramètres de la machine, mais aussi les paramètres du processus, peuvent être visualisés, différentes grandeurs de réglage pouvant être en l'occurrence corrigées manuellement par le biais du clavier d'entrée du calculateur (20) ou sur place, avec information en retour correspondante à l'ordinateur et au système de visualisation (22), les autres paramètres modifiables pouvant être en l'occurrence modulés en mode automatique par le biais d'une recette de meulage le cas échéant adaptable ou de programmes correspondants.
- 25 19. Commande automatisée selon l'une des revendications 1 à 18, **caractérisée en ce que** le système de visualisation affiche les valeurs temporaires en rapport avec les grandeurs cibles : en particulier la pression de meulage, la réception du meulage, la consommation du moteur, les tolérances d'épaisseur et de surface, la vitesse de la bande de meulage, la vitesse du rouleau de meulage, la vitesse de défilement des pièces, en outre des images de la piste de meulage, par exemple chargement de la piste de meulage, empilage, aspiration, en outre des images de tendance, en particulier à l'approche de valeurs cibles ou limites importantes.
- 30 20. Commande automatisée selon l'une des revendications 1 à 19, **caractérisée en ce que** l'un ou plus d'un des paramètres suivants peuvent être contrôlés par le biais d'équipements de régulation auxiliaires, réception du meulage, avancement des pièces, vitesse de la bande de meulage, pression de meulage.
- 35 21. Commande automatisée selon l'une des revendications 1 à 20, **caractérisée en ce qu'**un code de pièce et de qualité peut être apposé sur l'un des bords latéraux des plaques par le biais d'une imprimante de codes lorsque les pièces (3) sont des plaques conformément aux paramètres d'usinage et de meulage.
- 40
- 45
- 50
- 55

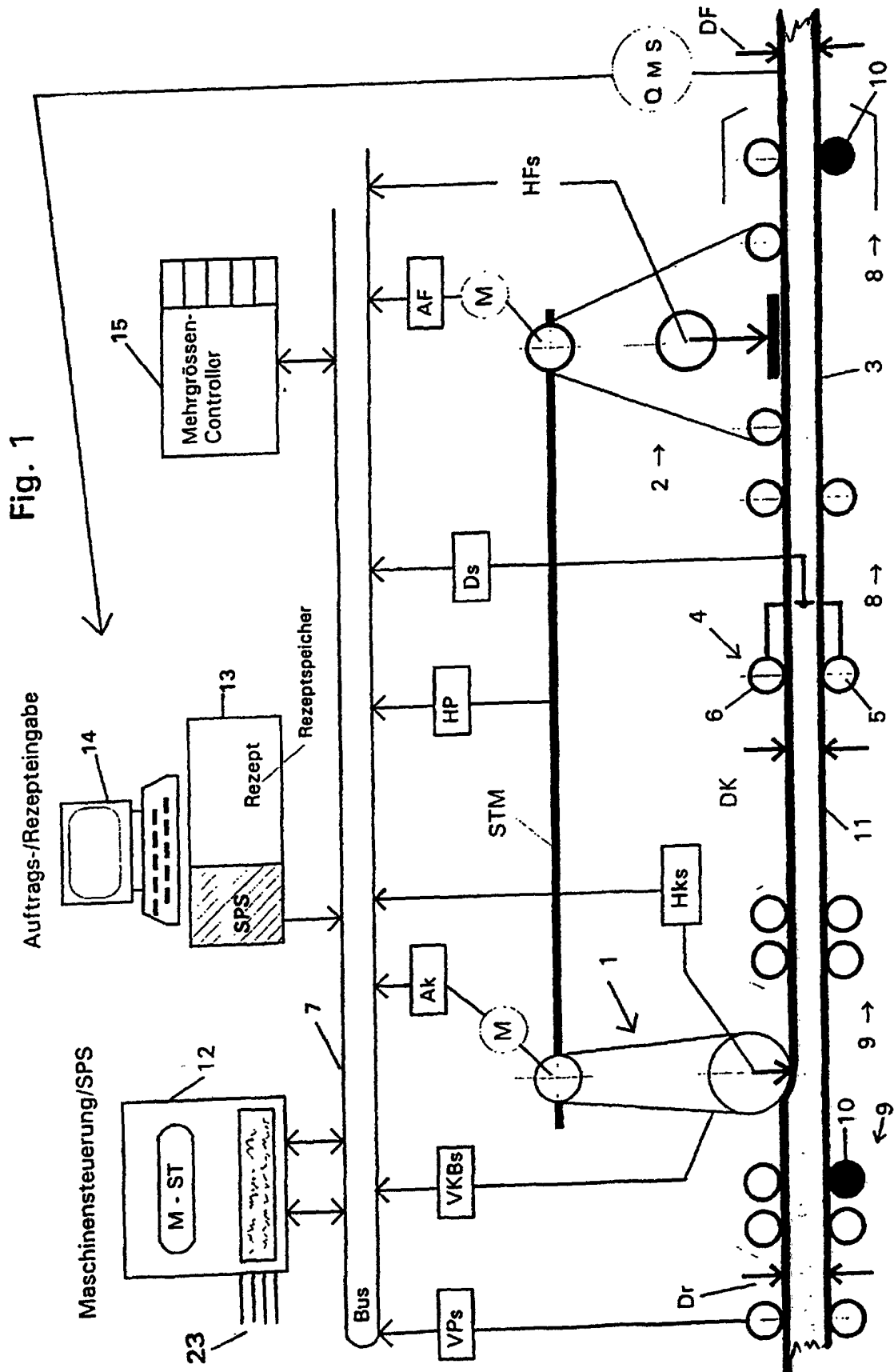


Fig. 2

Auftrags.-Nr. 212

Kunde x/y

Novo 30 m/m, 2 x 4 m, Qual I

Start-Platte 1

Optimal-Startrezeptur

Vorgabe  
Platte 1

Bandgeschwindigkeit I

18

18

Bandgeschwindigkeit II

24

24

Höheneinstellung I

5.11

5.11

Höheneinstellung II

5.15

5.15

Schleifabnahme I

0.4

0.35

Dicke nach I

30.10

30.15

aprox. Motorleistung I

25 KW

28 KW

Istwerte

Platte 1

Durchlaufbahn

Platte 1

Rechnervergleich in  
Mehrgrößen-Controller

=&gt; Rezept-Korrekturvorgehen

Start-Platte 2

Korrigiertes Rezept  
für Platte 2Vorgabe  
Platte 2

Bandgeschwindigkeit I

20.5

20.5

Bandgeschwindigkeit II

24

24

Höheneinstellung I

5.14

5.14

Höheneinstellung II

5.16

5.16

Schleifabnahme I

0.4

0.4

Dicke nach I

30.10

30.10

aprox. Motorleistung I

30 KW

31 KW

Istwerte

Platte 2

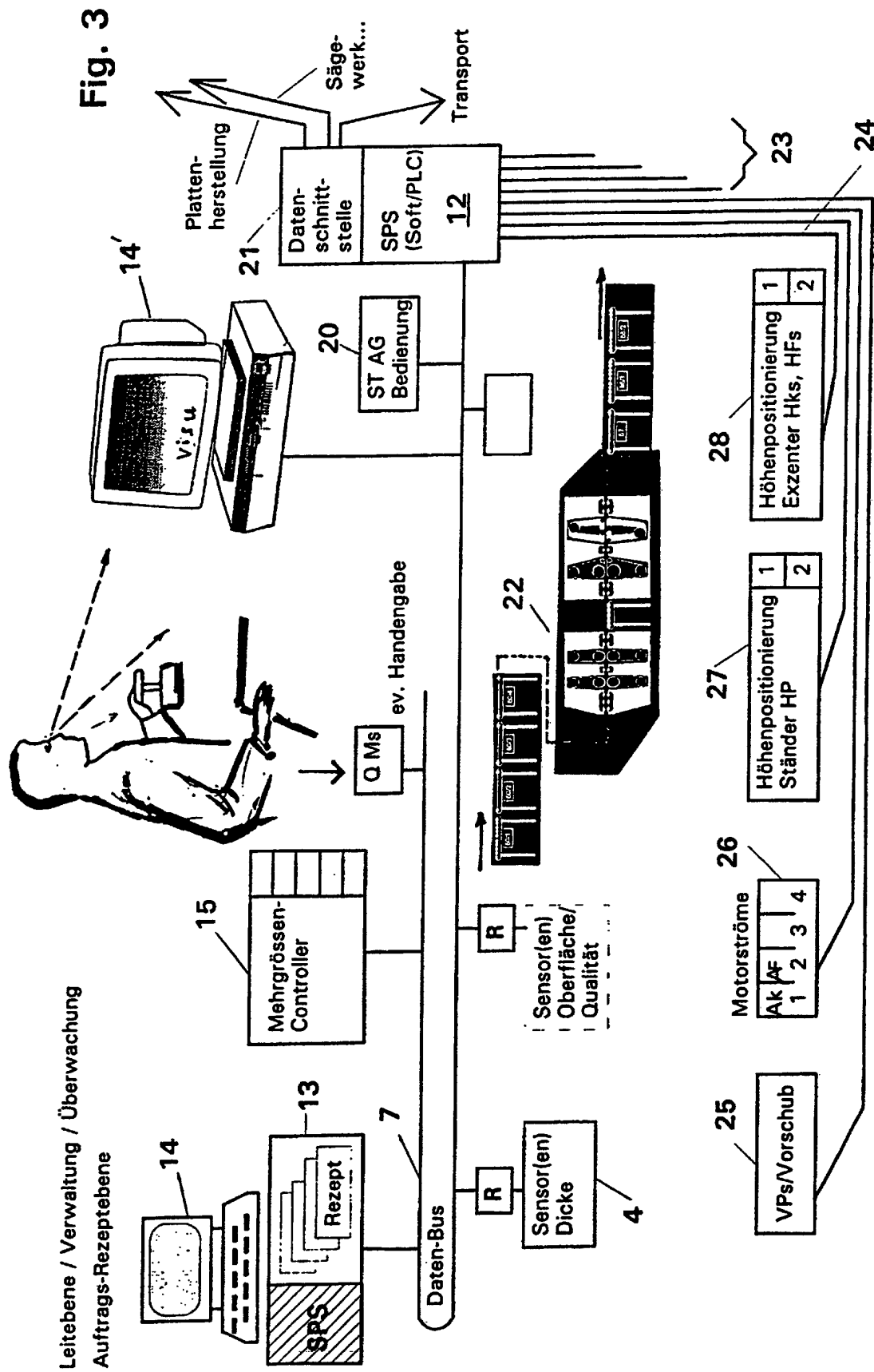
Platte 2

Rechnervergleich  
in Mehrgrößen-Controller  
O.K.

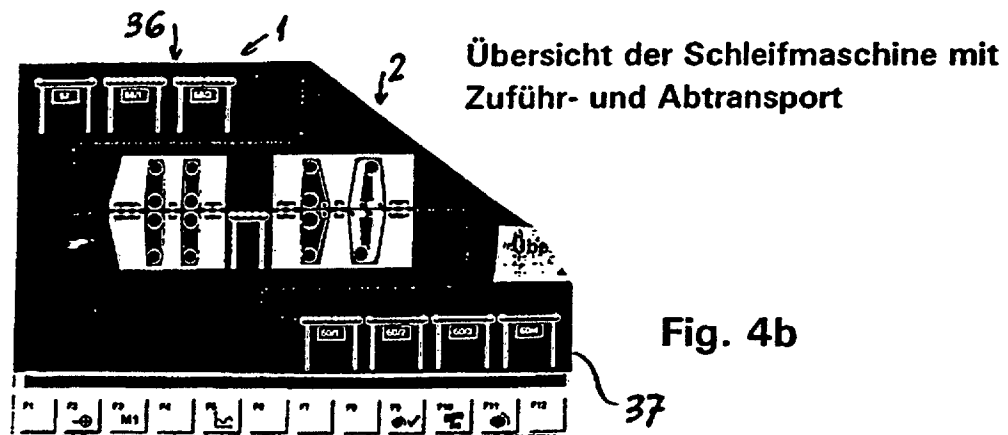
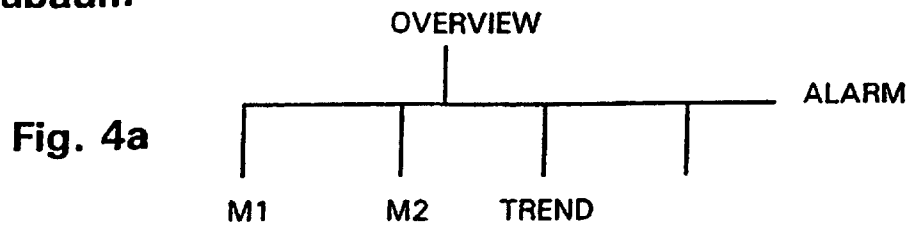
Start-Platte 3

Vorgabe wie Platte 2  
Platte 3 => 2

Platte 3



# Menübaum



**Run-Time Manager**, von hier aus kann das System mit der Taste F2 gestoppt werden.

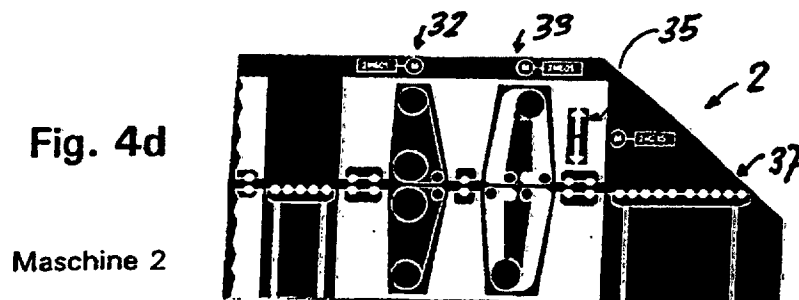
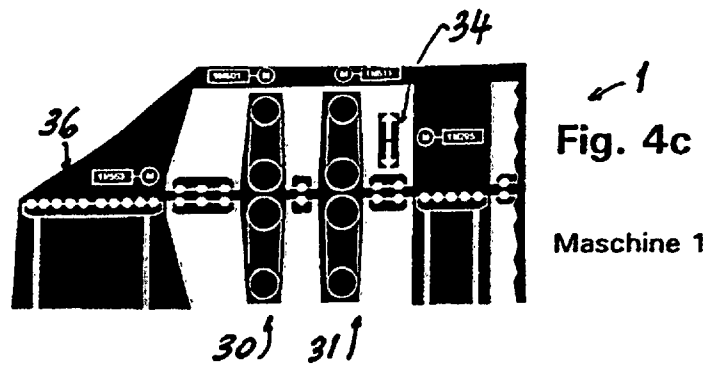


Fig. 5

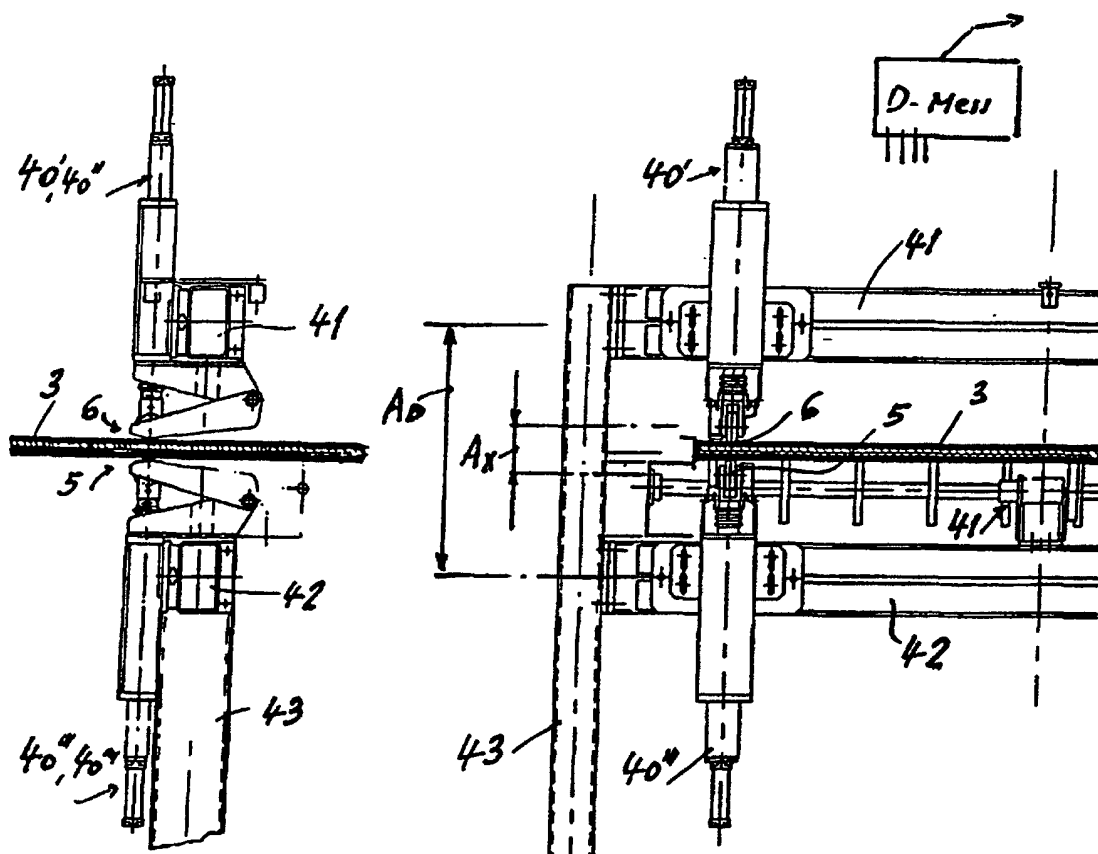
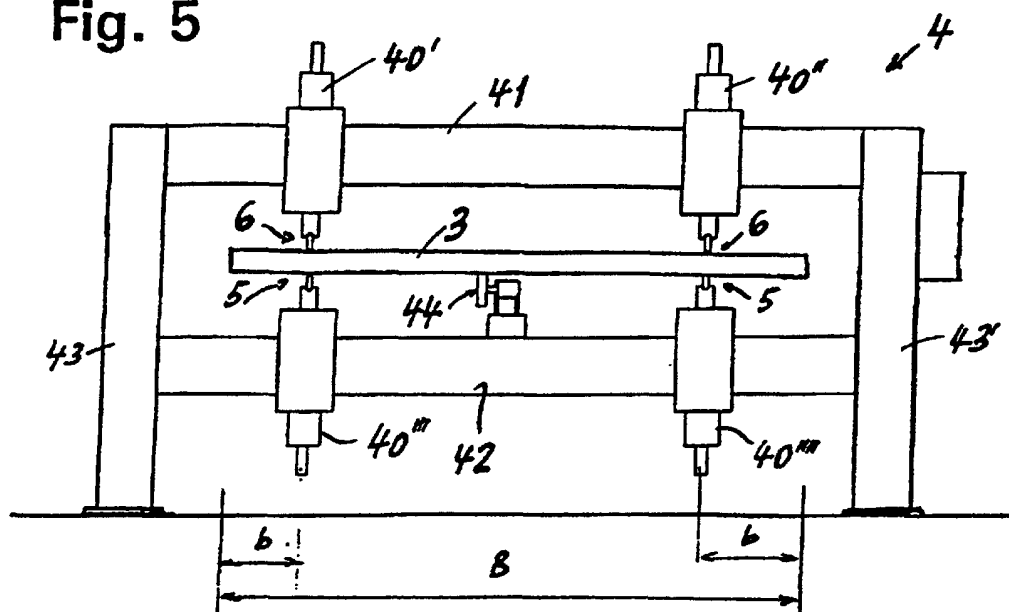


Fig. 6a

Fig. 6b

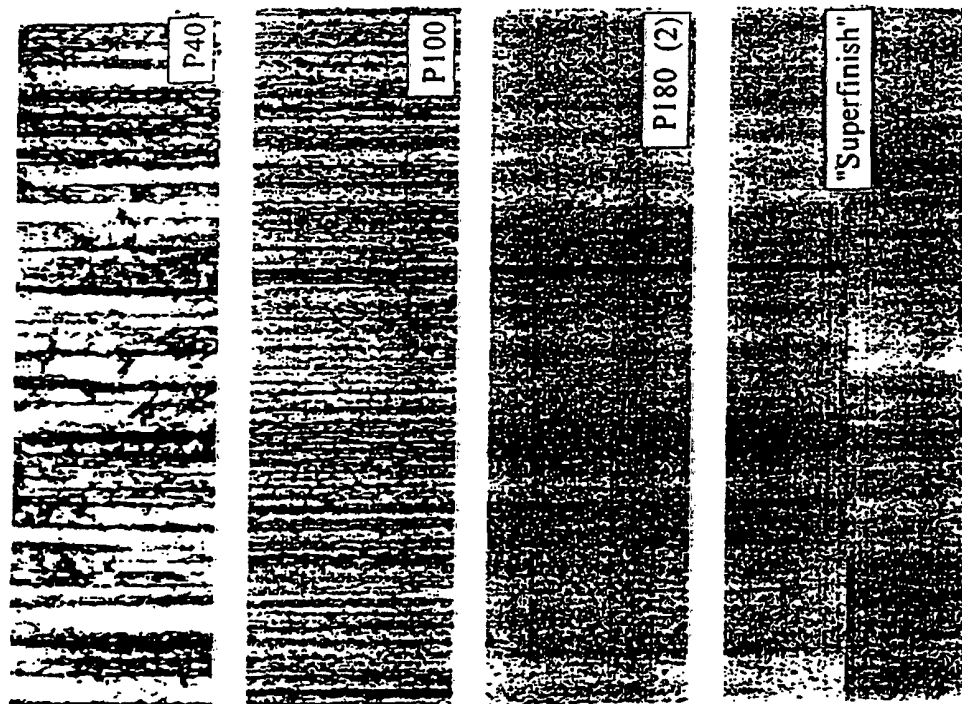


Fig. 7

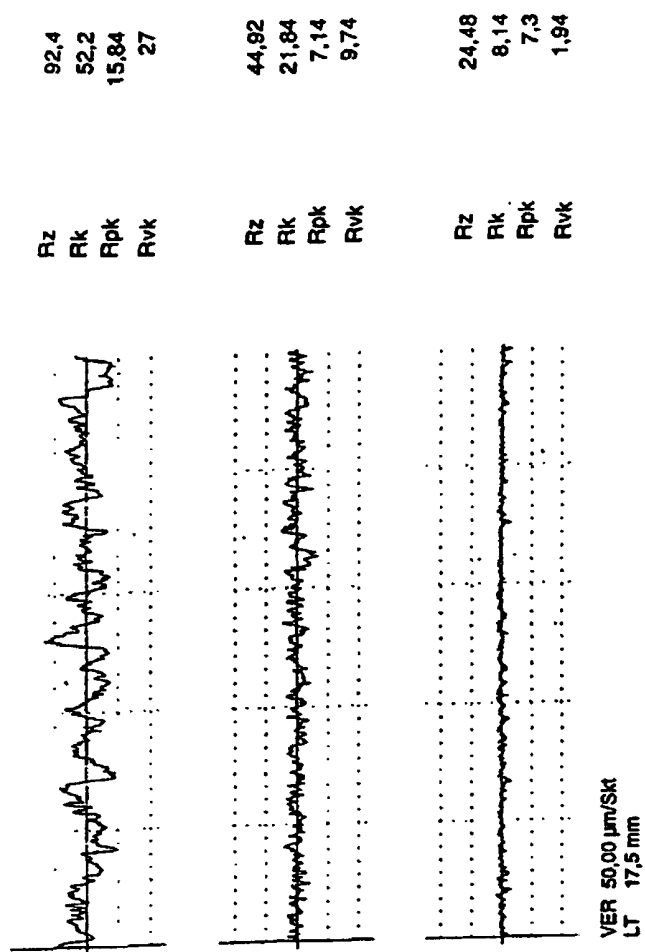


Fig. 8

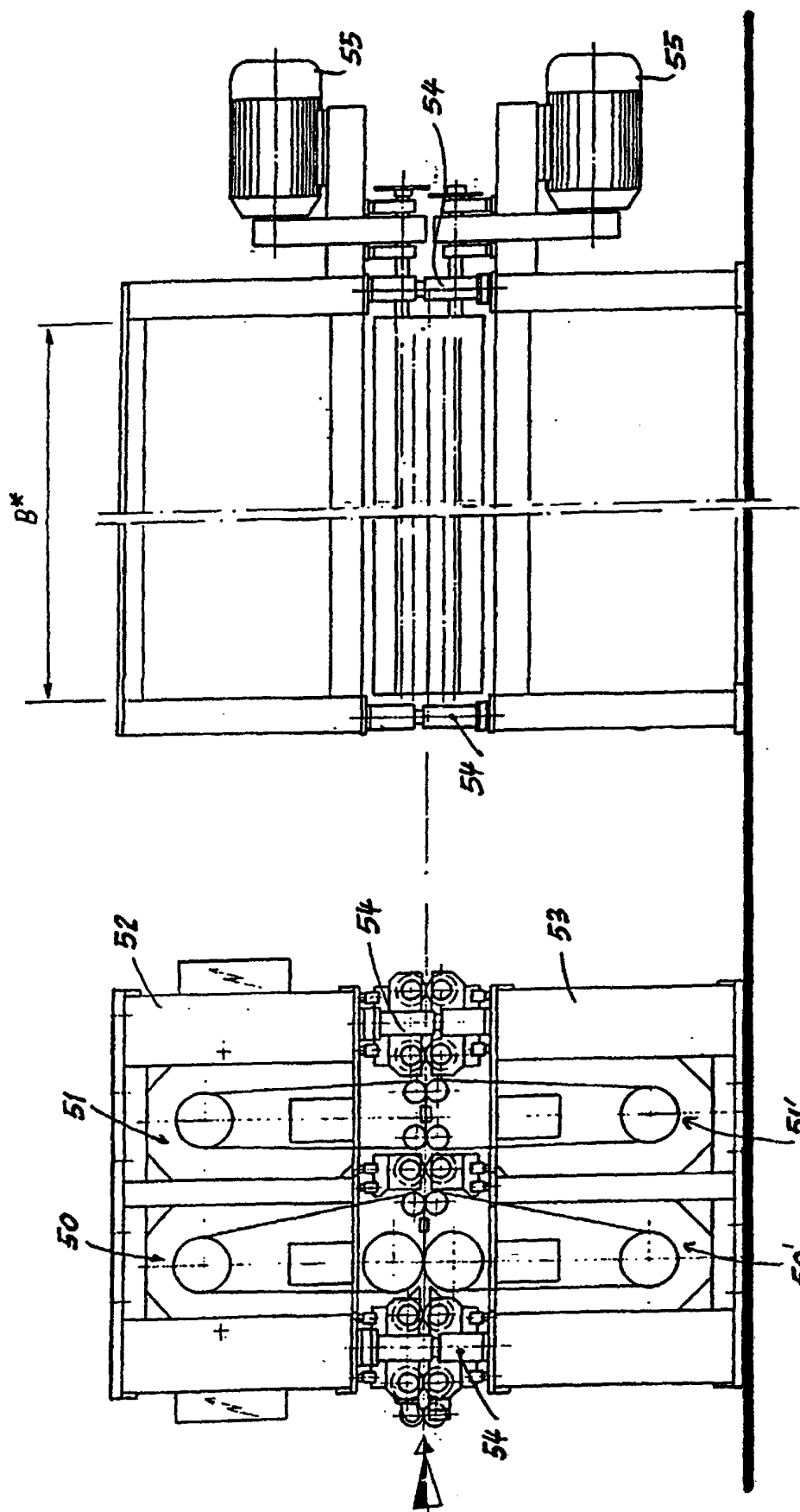


Fig. 9b

Fig. 9a

**Fig. 10**

