

Feinstbearbeitung – Gestern – Heute - und Morgen

Vom Mikron zum Nano und Ångström

1. Die Einscheiben Läpp- und Polier-Technik

Die Läpp-Technik aus der Zeit des Verfassers 1960 – 2005 hat eine enorme Etappe der Qualitäts-Steigerung durchlebt. Brachte damals die einfache Einscheiben-Läppmaschine mit dem sensationellen Abrichtsystem durch die eigene Reibung der Abrichtringe ein weltweites Erfolgserlebnis, ist in der heutigen Zeit eher eine Verlagerung in höchste Präzision feststellbar. (Bild1) Neue Technologien, wie die 2-Scheiben-Flachhonn-Technik (1980 vom Autor entwickelt), führten zum sogenannten "Sauberen Läppen" mit hohen Abtragsleistungen bei hoher Präzision.



Bild 1: Einscheiben-Läppmaschine mit drei Abrichtringen. Die Druckplatte ermöglicht die Parallel-Bearbeitung in höchster Qualität.

2. Was bestimmt weiterhin die Existenz der Einscheiben-Läppmaschine?

Die stetig gestiegenen Anforderungen an Masstoleranz, an Planheit und an Rauheit können nach wie vor mit der Einscheiben-Technik bestens erreicht werden und werden kaum jemals von anderer Technik abgelöst.



Bild 2: Geläppte Werkstücke, mehrheitlich für die Einscheiben-Technik

Grosse Qualitäts-Steigerung erfolgte durch den Einsatz der sogenannten "hochpräzisen Werkzeuge", das heisst Diamantkörner, Trägermittel, speziellen Arbeitsscheiben (Multi-Metall) und Polier-Beläge. Ohne die Läpp- und Poliertechnik gäbe es kaum CD/DVD, High-Tech-Anwendungen wie Daten-Systeme, Handy's, Raumfahrt usw. (Bild 3)



Bild 3: Hochglanzgeläppte Spritzgussform aus Stahl. Einsatz für das CD-Spritzwerkzeug, Oberfläche im Nano-Bereich Ra 0.001 Mikron (10A)

Die Läpp- und Polier-technik ist noch nicht am Ende angekommen, oft ist die Materialtechnik noch nicht soweit, dass Qualitäten im Nano- resp. Ångström-Bereich problemlos erreicht werden.

3. Die 2-Scheiben Läpp-Technik

Nachdem die 2-Scheiben-Flachläpp-Technik Mitte des 20. Jahrhundert einen Erfolg verbuchen konnte und bereits durch Hahn+Kolb, Stuttgart, Festkornscheiben eingesetzt wurden, suchte man nach verschleissärmeren Werkzeugen resp. Arbeitsscheiben. Durch Einbringen von Diamant-Honleisten in Nuten von Guss-scheiben ergaben sich positive erste Erfolge. Mit verstärkten 2-Scheiben Maschinen in C-Ausführung (DLM 750/1985) und in Zusammenarbeit mit Diamantscheiben-Herstellern stellte sich der grosse Erfolg ein. Bald kamen weitere Maschinenhersteller dazu und der eigentliche Durchbruch gelang mit dem Einsatz von kunststoff-, und keramisch-gebundenen Diamant und CBN-Arbeitsscheiben, genau abgestimmt auf das entsprechende Werkstück-Material.

Als Musterbeispiel zeigte sich die beidseitige Flachhonn-Bearbeitung von Keramik-Regulierscheiben für Wassermischer. Abtragsraten von 0.8mm innerhalb <30 Sekunden bei 200 Teilen, Abmessung Ø 35x5mm pro Ladung, waren für jedermann unglaublich. Zudem war die Dicken-toleranz, die Planheit und die Rauheit so gut, dass nur noch wenig Polierzeit für die Endqualität benötigt wurde. (Bild 4)



Bild 4: Flachgehonte Keramik-Scheiben, Dichtfläche poliert auf Ra 0.01, Ebenheit <2 Lichtband 0.6 Mikron

4. Stähli geht neue Wege im Maschinenbau

Durch die neu entwickelte Baureihe DLM 705 in Portalbauweise kann die Flachhon-Technik noch wirtschaftlicher für die Serien-Fertigung von Flachteilen aus praktisch allen Materialien, von Aluminium über Stahl und Hartmetall bis zu Hart-Keramik eingesetzt werden. Werkstückdicken unter 0.5mm bis 50mm bei Durchmessern von 1-200mm werden im Mikron-Bereich bearbeitet. Dabei sind Abtragsraten bis 0.5mm üblich bei erstaunlich kurzen Laufzeiten von <1-10 Minuten mit Stückzahlen von 10-1000 Stück pro Ladung, je nach Werkstückgröße, Zugabe, und Maschinentyp. (Bild 5 + 6)



Bild 5: Produktions-Flachhonmaschine DLM 705 mit Be- und Entlade-Tischen



Bild 6: Musterteile Flachhonen

5. Mit Automation zu noch grösserer Wirtschaftlichkeit

Hierzu ist das Stift- oder Zahnkranz-System mit den sogenannten Läuferscheiben resp. Werkstück-Aufnahme-Schablonen hilfreich herangezogen worden. Mit absenkbarem Aussen-Stiftkranz in 1 oder 2 Sektoren wurde die Lade-, Entladetechnik entwickelt. Zuerst manuell, dann vollautomatisch. Das Be- und Entladen im Sandwich-System (Stähli-DLM) mit gesteuertem Abstand zwischen

den Arbeitsscheiben, ergab die 100%ige Sicherheit, dass keine Werkstücke übereinander oder schräg in den Läuferscheiben resp. in der Maschine bleiben. Be- und Entladezeiten liegen bei <30 Sekunden für 5 Läuferscheiben. (Bild 7)



Bild 7: DLM 700 Vollautomatik, ab vorbeladener Warte-Station, innerhalb 30 Sekunden beladen und entladen

6. Verkettung – ein weiterer Schritt zur rationellen Fertigung

Der Einsatz von gebundenen Scheiben in der Flachhon-Technik ergibt eine spanenede Bearbeitung mit der Folge einer Gratbildung an Werkstücken. Bei gezielter Entgratung bietet sich der Einsatz von Bürst-Maschinen, die durch Wendetechnik beidseitig entgraten können, als nachgeschaltete Operation an. Eine direkte Übergabe nach dem Flachhonprozess wurde mit Stähli-Maschinen rationell gelöst.

Die Forderung einer Verkettung des 2-Scheiben Flachhon-Prozesses mit dem Einscheiben-Polier-Prozess, konnte mit den Stähli-Maschinen dank der bereits im Jahr 2000 erfolgreich entwickelten Automatisierung von Einscheiben-Poliermaschinen ebenso realisiert werden. Die Verkettung von zwei 2-Scheiben-Flachhonmaschinen mit Zwischenreinigung gegen Kornverschleppung, wird in Bild 8 dargestellt.

7. Wohin geht die Reise der Teile-Fertigung ? Was ist in Europa noch möglich ?



Bild 9

In Europa wird die Fertigung oft in billigere Länder verlagert. Die dazu notwendige Technik und das Know-how wird aber mit Vorteil noch im Stammhaus resp. Inland entwickelt, alsdann ausgelagert mit Neu-Maschinen. Die Auslagerung mit sog. Alt-Maschinen scheint schon nicht mehr wirtschaftlich zu sein. Einzig die Lohn + Sozialkosten der gewählten Standorte sind entscheidend. (Bild 9) Somit besteht für uns Maschinenhersteller die neue Chance, Maschinen und Anlagen Transit zu liefern.

Mit der zunehmenden Verfeinerung der Mess-Technik nehmen auch die Forderungen an die Bauteile-Genauigkeit und damit an die Produktions-Technik zu. Die Mess-Genauigkeit von 0.01mm über 0.001mm (μm) und 0.000001mm (nm) bis 0.0000001mm (\AA) siehe Tabelle Bild 11 stellt immer höhere Anforderungen an den Maschinenbau und Fertigungs-Know-how.

Stähli hat diese Herausforderung angenommen und in Zusammenarbeit mit Fachhochschulen, Universitäten und nicht zuletzt durch betriebsinternen Entwicklungen, getragen durch die laufenden Erfahrungen in den eigenen Lohnbearbeitungs-Abteilungen, ständige Verbesserungen und Neuentwicklungen zur Produktionsreife gebracht.

Die Forderung nach superstarken 2-Scheiben-Flachhohmaschinen mit bis zu 75kw-Antriebsleistung pro Arbeitsscheibe und Drehzahlen bis 2000 min^{-1} in Scheiben- \AA von 500mm greift Stähli auf. Hier sind aber auch die Hersteller von Diamant- und CBN-Honscheiben gefordert, da man sich aus dem Bereich Flachhohntechnik mit Schnittgeschwindigkeiten von m/min. in Richtung Schleiftechnik mit Schnittgeschwindigkeiten von m/sek. bewegt.

Stähli wird sich den Anforderungen stellen. Nur die Läpp- und Poliertechnik kann diese Reise antreten. Stähli ist bereit und wartet auf Ihre Aufgaben.

8. Das Weltall als Beispiel von Grössenverhältnissen

Im Weltall erkennen wir die Sonne und den Mond als sichtbare Grösse. Die Sterne nur noch als leuchtende Punkte. Doch die Unendlichkeit hält noch undefinierbare Mengen an Sternen und Systeme offen. Wir befinden uns erst am Anfang der Unendlichkeit. Die Technik resp. Forschung verlangt von uns weiterhin allerhöchste Präzision vom Nano bis zum Ängström (siehe Aufstellung, Seite 4).

Eindrucksvoll stellt sich das Grössen-Verhältnis unserer erreichten oder noch zu erreichbaren Technik an. (Bild 10, Seite 4)

Wir werden uns der Anforderung stellen. Nur die Läpp- und Poliertechnik kann diese Reise aufnehmen, wir sind motiviert dazu.

Viel Glück auf Ihrer Reise, reisen Sie mit uns.

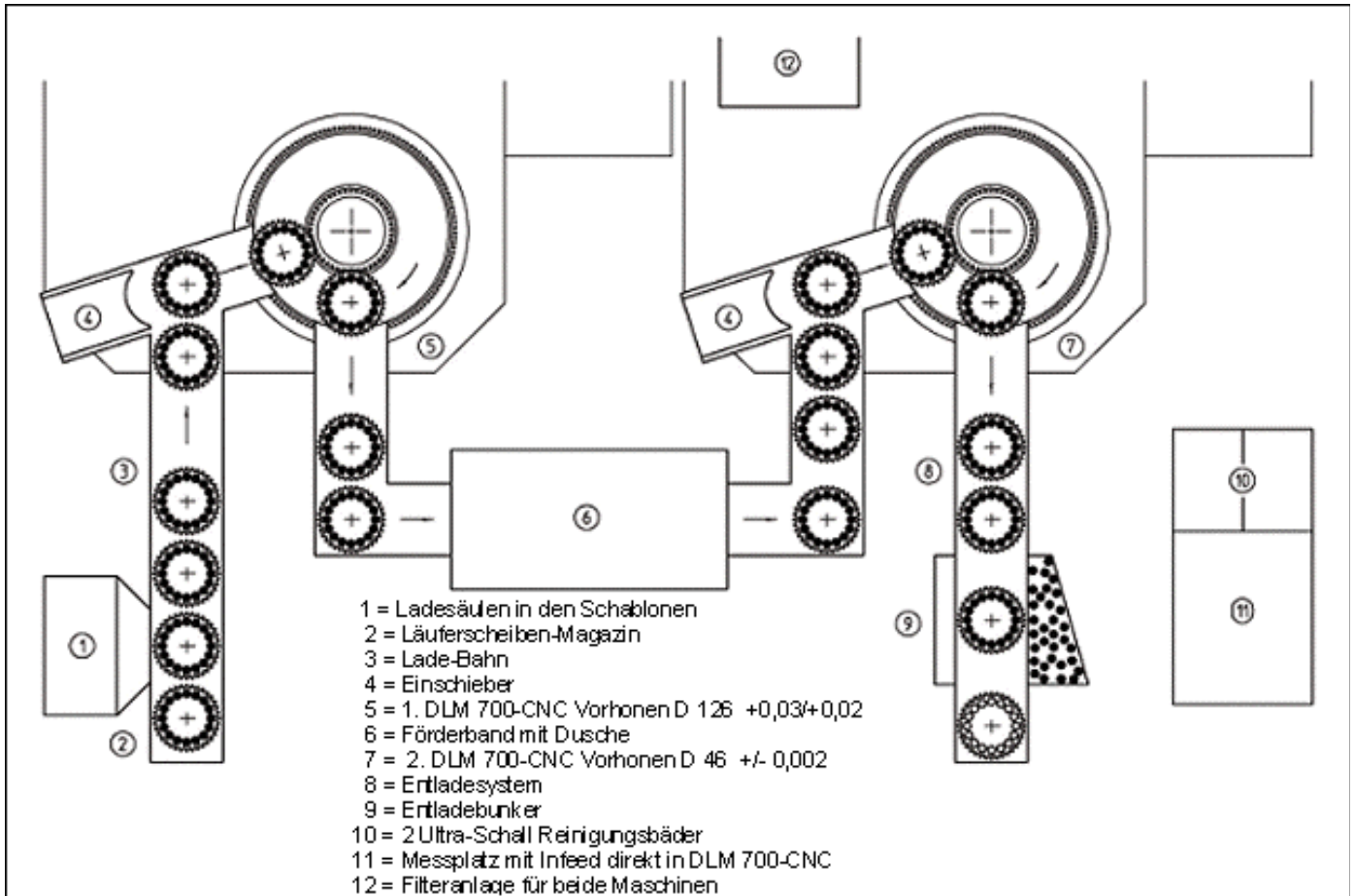


Bild 8: Verkettung von 2 Maschinen

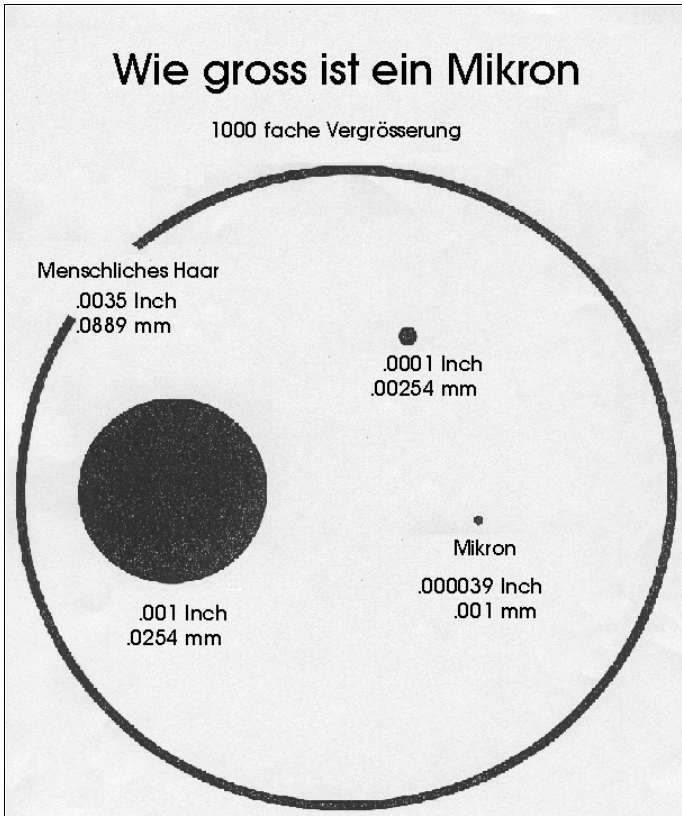


Bild 10

100 nm bis 1'000 nm	kürzeste Laserlicht-Wellenlänge (192 nm), Wellenlängenbereich von sichtbarem Licht (350 nm bis 750 nm), Beschichtung von Architektur- und Brillengläsern, Strukturgrößen beim 256 MBit-Chip (ca. 250 nm), Dicke eines schillernden Ölfilms oder einer Seifenblasenwand, kleinste Staubpartikel, minimale Strukturbreiten marktgängiger elektronischer Bauelemente (ca. 500 nm), untere Objektgrenze für Lichtmikroskope (ca. 500 nm)
----------------------------	--

1'000 nm bis 10'000 nm	Bakterien, rote Blutkörperchen, Abstand der Vertiefungen auf CD's (ca. 1'500 nm), Dicke einzelner Nervenleitungen, Hartstoffschichten (TiN, WC), Dicke dekorativer Beschichtungen
-------------------------------	---

10'000 nm bis 100'000 nm	Dicke von Haushalts-Aluminiumfolie (10µm bis 15µm), Haare (ca. 50µm), kleinste Mikromotoren (Pumpen, Ventile; Elektromotoren (100µm bis 200µm))
---------------------------------	---

Nano-Objekte	1 nm = 10 ⁻⁹ m = 0,001µm = 10 Å Nanos = Zwerg (griech.)
0,25 nm	Metallatome (Cu, Ni, Fe, Ta)
0,5 nm bis 1 nm	kleine Moleküle, Fullerene (C ₆₀ -"Fussball- Molekül")
1 nm bis 10 nm	Nanokristalle, Moleküle, Nanosphären bei Gesichtscreme und Metallic-Lack, Einzelschichtdicken bei Multilayern für röntgenoptische Komponenten, Breite des DNA-Doppelstrangs (ca. 2,5 nm), Breite von Transistorgates
10 nm bis 100 nm	Makromoleküle, Dicke von Blattgold (ca. 100 nm), untere physikalische Grenze der konventionellen Photolithographie (100 nm)

Autoren: Arthur W. Stähli, Bernhard Stähli

AW. Stähli AG
 Sägestrasse 10
 2542 Pieterlen

Tel. 032 376 05 00
 Fax 032 376 05 09

www.stahli.com
Info-LTP@stahli.com