

**NETZSCH**

Proven Excellence.

# CASE STUDY



Kakaovermahlung mit minimalem Metalleintrag  
Cocoa Grinding with minimal Metal Transfer

# Herstellung von 18 µm-Kakaomasse in zwei Vermahlungsstufen mit Eisengehalten Production of 18 µm Cocoa Liquor with two Grinding Steps, only and

Zur Herstellung sehr dunkler Schokoladen mit hohem Kakaoanteil, werden Kakaomassen mit Schokoladenendfeinheit von 18 µm direkt in die Conchen gegeben.

Um diese Endfeinheit zu erreichen, erfolgt die Vermahlung in einem drei-, oder sogar vierstufigen Mahlverfahren, bestehend aus einer Vormühle, gefolgt von zwei oder drei Rührwerkskugelmühlen. Dabei kommt es aufgrund des niedrigen Durchsatzes, der erforderlich ist, um die hohen Feinheiten zu erzeugen, zu erhöhtem Verschleiß bei den Kugelmühlen und in der Folge davon zu einem hohen Eiseneintrag in das Produkt.

Der neu entwickelte zwei-stufige *TANGO*<sup>®</sup>-Prozess besteht aus einer Schlagmessermühle *MASTERNIBS*, einer Pumpe und einer horizontalen Rührwerkskugelmühle *MASTERREFINER*. Die Kakaomasse wird aus der *MASTERNIBS* kommend, ohne Zwischentank, über eine Pumpe direkt in den horizontalen *MASTERREFINER* gefördert und dort auf Endfeinheit vermahlen.

To produce chocolate with high cocoa content, cocoa liquor with chocolate fineness of 18 µm is added directly into the conche.

Stand of the art to achieve this fineness is a three or even four stage grinding process, consisting of one pre-grinder (mostly beater blade mill) followed by two or even three vertical agitator ball mills. Due to the low throughput, which is necessary to achieve the high fineness, there is high wear in the ball mills with the consequence of high iron contamination in the product.

In contradiction the new developed two-stage *TANGO*<sup>®</sup> process, consisting of one *MASTERNIBS*, one pump and one horizontal agitator ball mill. Cocoa liquor, coming out of the *MASTERNIBS*, is pumped directly into the horizontal *MASTERREFINER*, where it is ground to end fineness.

Fig. 1

Grinding line consisting of one beater blade mill, three vertical ball mills, four pumps, three buffer tanks

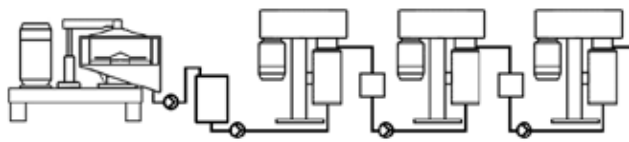
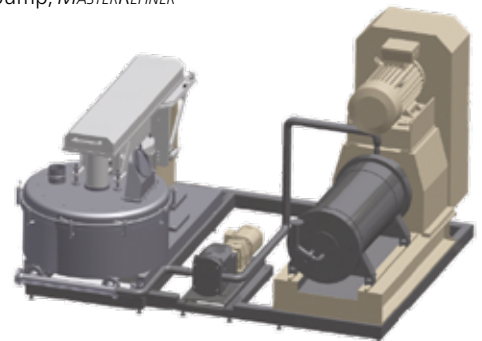


Fig. 2

*TANGO*<sup>®</sup>-System consisting of *MASTERNIBS*, pump, *MASTERREFINER*



< 150 mg/kg

Iron Content < 150 mg/kg

### Vorteile

- Weniger zu wartende Komponenten
- Weniger installierte elektrische Leistung
- Weniger Rohrleitungen
- Weniger Platzbedarf
- Gute Zugänglichkeit bei Wartungs- und Reinigungsarbeiten

### Advantages

- Less components to be maintained
- Less electrical installation
- Less pipes
- Less space required
- Good access for maintenance and cleaning

Fig. 3  
MASTERNIBS 2000 Pre-grinder



Fig. 4  
MASTERREFINER 300



## Kakaomassen-Feinheiten hergestellt auf zwei-stufigem TANGO®-System

### Cocoa Liquor Endfinesness Produced with the TANGO®-Systems

Bild 5 zeigt die auf TANGO®-Anlagen hergestellten Kakaomasse-Feinheit in % < 75 µm in Abhängigkeit des Energiebedarfes. Vermahlen wurden alkalischer und naturbelassener Kernbruch bei Variation der Feinheit der Vorvermahlung.

Zur Herstellung einer Standardmasse mit 99,5% < 75 µm werden 85 kWh/t - 95 kWh/t benötigt, zum Erreichen einer superfeinen Kakaomasse mit Endfeinheiten von 100% < 50 µm 135 kWh/t.

Fig. 5 Shows the cocoa liquor end finesness in % < 75 µm produced on a TANGO®-line as a function of the required energy input. Alkalized and natural cocoa nibs were pre-ground with 2 different fineness.

To produce a standard liquor with 99,5% < 75 µm the specific energy input is 85 kWh/t to 95 kWh/t. To produce a fineness of 100% < 50 µm the specific energy input is 135 kWh/t.

## Feinere Vorvermahlung führt zu niedrigerem Gesamtenergieverbrauch

### Use of finer screens decreases the total energy consumption

Die Feinheit der vorvermahlene Kakaomasse wird durch die Siebspaltweite der Schlagmessermühle bestimmt. Üblicherweise werden Spaltweiten von 100 µm bis 350 µm, jeweils in 50 µm-Schritten abgestuft, eingesetzt. Der Einsatz eines 100 µm-Siebes reduziert den Gesamtenergiebedarf um 10% - 15% gegenüber der Verwendung eines 250 µm-Siebes.

The fineness of the pre-ground cocoa liquor is determined by the gap size of the slotted screen. The gap sizes are graded in 50 µm steps, starting from 100 µm as the finest screen up to 350 µm. The use of a 100 µm screen saves between 10 percent and 15 percent energy consumption compared to the use of a 250 µm screen.

Fig. 5

Percentage of particles < 75 µm as a function of the specific energy. Parameter is the fineness or the pre-ground liquor.

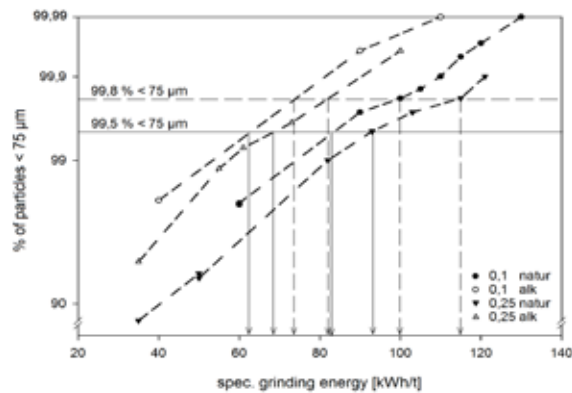
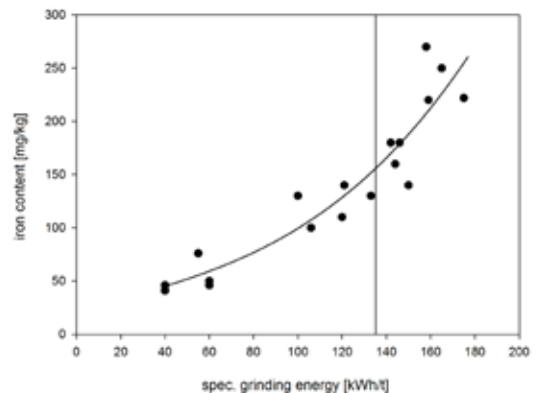


Fig. 6

Iron content as function of the grinding energy. The line at 135 kWh/t marks the maximum energy consumption with TANGO®.



## Zusammenhang zwischen Energieeinsatz, Verschleiß und Metalleintrag

### Correlation between energy consumption, wear and metal contamination

Erhöhter Energieeintrag geht einher mit übermäßigem Verschleiß und der Folge von Metalleintrag in das Produkt. Die exponentielle Zunahme des Eisengehaltes mit ansteigendem Energieeintrag ist in Abbildung 6 dargestellt. Dabei ist Eisen exemplarisch für alle Metalle zu sehen, die während der Vermahlung in die Kakaomasse eingetragen werden.

Increased energy consumption correlates with significant higher wear and consequently release of metals into the product. The exponential increase of the iron content with rising energy input is shown in fig. 6. Iron is exemplary for all metals, which are transferred into the cocoa liquor during grinding.

Alle Werte > 135 kWh/t mit Eisengehalten bis 280 mg/kg beziehen sich auf Mahlanlagen mit zwei oder gar drei vertikalen Rührwerkskugelmöhlen in der Feinvermahlung.

All values > 135 kWh/t with iron contents of 280 mg/kg are related to grinding lines with two or even three agitator ball mills for fine grinding.

## Wie setzt sich der benötigte Energie- und damit Eiseneintrag zusammen?

### How is the required energy input and iron transfer broken down?

Bei der Vorvermahlung in *MASTERNIBS* Schlagmesser-mühlen beträgt der Energieeintrag je nach Feinheit des eingesetzten Siebes 40 kWh/t - 60 kWh/t. Bei der Feinvermahlung in *MASTERREFINER* Rührwerkskugelmühlen werden, je nach Endfeinheit, 40 kWh/t - 80 kWh/t benötigt.

Die Eisengehalte steigen entsprechend des in Bild 6 gezeigten Zusammenhanges von 50 mg/kg nach der Vorvermahlung auf ca. 150 mg nach der Feinvermahlung.

Mit der Kakaomasse gelangt Eisen sowie andere eingetragene Metalle in die Schokolade. Folgende Metallgehalte wurden in verschiedenen Schokoladen mit Kakaogehalten von 43 % - 73 % gemessen.

Eisen:	51 mg/kg - 160 mg/kg
Chrom:	0,6 mg/kg - 3,35 mg/kg
Kobalt:	0,16 mg/kg - 0,91 mg/kg
Wolfram:	0,14 mg/kg - 1,64 mg/kg

Entsprechend der Verordnung 1935/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates sind nach Artikel 3 „Materialien und Gegenstände, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen so herzustellen, dass sie unter den normalen oder vorhersehbaren Verwendungsbedingungen keine Bestandteile auf Lebensmittel in Mengen abgeben, die geeignet sind die menschliche Gesundheit zu gefährden.“

Zur Festlegung, welche Mengen die menschliche Gesundheit gefährden, hat das EDQM – European Directorate for the Quality of Medicines & Health Care – Grenzwerte, den SRL Specific Release Limits, in mg/kg Lebensmittel für Metalle und Legierungsbestandteile veröffentlicht.

The energy consumption for pre-grinding on *MASTERNIBS* beater blade mills is 40 kWh/t - 60 kWh/t, depending on the fineness of the screen. The energy consumption for fine-grinding on MasterRefiner agitator ball mill is 40 kWh/t - 80 kWh/t, depending on the required end fineness.

The iron content increases according to fig. 6 from 50 mg/kg after pre-grinding to 150 mg/kg after fine-grinding.

Together with the cocoa liquor iron and other metals are transferred into the chocolate. Following metal contaminations were detected in several chocolates with cocoa contents between 43 and 73 percent.

Iron:	51 mg/kg - 160 mg/kg
Chromium:	0.6 mg/kg - 3.35 mg/kg
Cobalt:	0.16 mg/kg - 0.91 mg/kg
Tungston:	0.14 mg/kg - 1.64 mg/kg

According to article 3 in regulation 1935/2004 materials and articles intended to come into contact with food shall be manufactured in compliance with good manufacturing practice so that they do not transfer their constituents to food in quantities which could endanger human health.

For the determination of which quantities could endanger human health, the EDQM (European Directorate for the Quality of Medicines & Health Care) has published several limit values, the SRL Specific Release Limits, in mg per kg of food of various metals and alloy constituents.

Metal	SRL - Specific Release Limits in mg/kg food	Detected amounts in mg/kg chocolate	Exceedance factor of SRL
Iron / Eisen	40	51 - 160	3.5 - 4
Chromium / Chrom	0.25	0.6 - 3.35	2.5 - 13
Cobalt / Kobalt	0.02	0.16 - 0.91	8 - 45
Tungsten / Wolfram	No limit published	0.14 - 1.64	

- Alle Metallgehalte überschreiten die Grenzwerte um ein Vielfaches.
- Der Eintrag von Eisen liegt mit Faktor 3,5 - 4 noch im unteren Überschreitungsbereich.
- Am deutlichsten wird der Grenzwert von Kobalt mit Faktor 8 - 45 überschritten.
- The quantities detected exceeded the limit values SRL
- The exceeding factor of 3.5 to 4 for iron is still in the lower range.
- The limit value for cobalt is exceeded by a factor between 8 and 45 and is the most significant.

## Ursachen für den höheren Energiebedarf und damit Metalleintrag bei Rührwerkskugelmöhlen

### Reasons for the higher energy consumption of agitator ball mills with consequent metal contamination

Bei vertikalen Rührwerkskugelmöhlen befindet sich das Kugelpaket im Ruhezustand und bei niedrigen Durchsätzen aufgrund der Schwerkraft im unteren Bereich des Mahlbehälters.

Diese Kompaktierung erzeugt nicht nur Verschleiß am Mahlbehälter, sondern auch an den Rührarmen und den Mahlkugeln selbst.

Die Folge davon sind hohe Energiebedarfe und, damit einhergehend, hohe Eisengehalte bei feinvermahlener Kakaomasse in vertikalen Kugelmöhlen. Der verstärkte Verschleiß im unteren Bereich des Mahlbehälters bei vertikalen Kugelmöhlen ist ein sichtbares Zeichen davon.

Werden die Rührarme aus Hartmetall hergestellt, wird zusätzlich zum Eisen noch Wolfram und Kobalt in die Kakaomasse eingetragen. Im Unterschied dazu ist in horizontalen Rührwerkskugelmöhlen die Mahlkörperverteilung homogen.

In case of low product flow and in combination with gravity, the grinding balls will compact in the bottom zone of the grinding vessel of the vertical agitator ball mills.

Friction between the balls, the grinding arms, and the grinding tank, generates significant wear. This leads to high energy consumption and high iron contamination in the extra fine cocoa liquor. Increased wear at the bottom part of the grinding vessel of vertical agitator ball mills is a well known, visible phenomenon.

In case of replacing the steel grinding arms by hard metal ones, tungsten and cobalt are transferred into the cocoa liquor. In contrast to this, there is a homogenous ball distribution in horizontal agitator ball mills.

Fig 7

Position of grinding balls in vertical grinding tanks. Concentration in the bottom zone in case of low product flow. In case of high product flow, concentration in the upper part of the grinding tank.

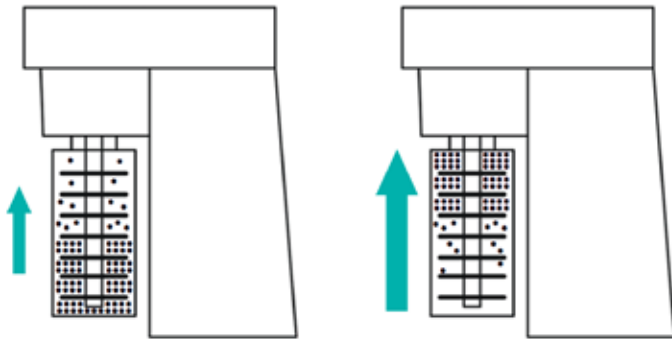
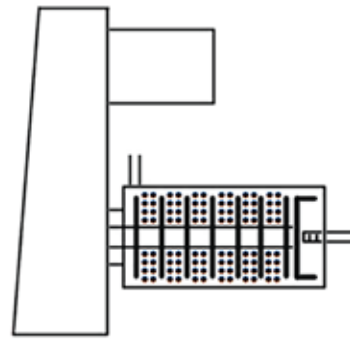


Fig. 8

Distribution of grinding balls in horizontal grinding tank: no concentration in the upper part of the grinding tank.



## Zusammenfassung

## Conclusion

Die spezielle Konstruktion der *MASTERNIBS* mit Antrieb des Rotors von oben, ermöglicht einen Wechsel der Mahlwerkzeuge innerhalb einer halben Stunde. Durch die Möglichkeit, den Rotor aus dem heißen Mahlraum heraus zu schwenken, kann der Austausch der Schlagmesser sofort, ohne eine längere Abkühlungszeit, vorgenommen werden.

Durch die kurze Stillstandszeit entfällt die Notwendigkeit, Hartmetall- statt Stahlleisten zu verwenden. Dadurch wird weder Wolfram noch Kobalt in die Kakaomasse eingetragen.

Durch die größere Kühlfläche des Mahlraums sind Siebe mit kleinen Spaltweiten einsetzbar. Dies reduziert den Energieverbrauch um 10% -15%.

Die horizontale Anordnung des Mahlbehälters des *MASSTERREFINERS* reduziert den Energieverbrauch um 40%.

Insgesamt sinkt dadurch der Eisengehalt in der fertigen Kakaomasse um 38%.


The special design of the *MASTERNIBS* beater blade mills allows an easy exchange of the beater blades within half an hour. Due to the possibility to turn the rotor out of the hot grinding vessel, the beater blades can be exchanged immediately without waiting time for cooling down.

Due to the short down time, it is not necessary to use hard metal instead of steel beater blades. This prevents the transfer of tungsten and cobalt into the cocoa liquor.

The higher cooling surface of the mill bottom gives the possibility to install screens with smaller gap sizes. This saves between 10 and 15 percent energy consumption

The horizontal grinding chamber of *MASSTERREFINER* saves about 40 percent energy consumption.

Consequently 38 percent less iron is transferred into the cocoa liquor.



The NETZSCH Group is an owner-managed, international technology company with headquarters in Germany. The Business Units Analyzing & Testing, Grinding & Dispersing and Pumps & Systems represent customized solutions at the highest level. More than 3,800 employees in 36 countries and a worldwide sales and service network ensure customer proximity and competent service.

Our performance standards are high. We promise our customers Proven Excellence – exceptional performance in everything we do, proven time and again since 1873.

## Proven Excellence. ■

### Business Unit Grinding & Dispersing – The World's Leading Grinding Technology

NETZSCH-Feinmahltechnik | Germany  
NETZSCH Trockenmahltechnik | Germany  
NETZSCH Vakumix | Germany  
NETZSCH Lohnmahltechnik | Germany  
NETZSCH Mastermix | Great Britain  
NETZSCH FRÈRES | France  
NETZSCH España | Spain  
ECUTEK | Spain

NETZSCH Machinery and Instruments | China  
NETZSCH India Grinding & Dispersing | India  
NETZSCH Tula | Russia  
NETZSCH Makine Sanayi ve Ticaret | Turkey  
NETZSCH Korea | Korea  
NETZSCH Premier Technologies | USA  
NETZSCH Equipamentos de Moagem | Brazil

NETZSCH Food & Confectionery  
Sedanstraße 70  
95100 Selb  
Germany  
Tel.: +49 9287 797 269  
Fax: +49 9287 797 149  
[www.netzsch.com/confectionery](http://www.netzsch.com/confectionery)

NETZSCH-Feinmahltechnik GmbH  
Sedanstraße 70  
95100 Selb  
Germany  
Tel.: +49 9287 797 0  
Fax: +49 9287 797 149  
[info.nft@netzsch.com](mailto:info.nft@netzsch.com)

**NETZSCH**®

[www.netzsch.com](http://www.netzsch.com)