

Diplomarbeit

Experimentelle Untersuchung des Fallverhaltens von Schüttgütern mittels Laser-Doppler-Anemometrie

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades
eines Diplom-Ingenieurs unter der Leitung von

Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Wilhelm Höflinger
Dipl.-Ing. Christian Trenker

E166

Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und
technische Biowissenschaften

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften

von

Wolfgang Neubacher
Mat. Nr. 9725273
Unzdorf 43
A - 8740 Zeltweg

Wien, am 2008-10-13

Kurzfassung

Staub zählt heutzutage zu einem ernsthaften Umweltproblem, das lange Zeit vernachlässigt wurde. Schüttgüter führen im Besonderen bei deren Transport zu einer erheblichen Staubentwicklung. Das Verhalten bei Abwurfvorgängen soll daher näher untersucht werden. Dazu soll auch die Anwendbarkeit der berührungslosen Messtechnik, im vorliegenden Fall die Laser – Doppler - Anemometrie, in diesem Zusammenhang ermittelt werden.

Zuerst werden die bisher bekannten und relevanten theoretischen Grundlagen aus der Schüttguttechnik angeführt. Anschließend erfolgt eine Betrachtung der bisherigen Arbeiten und Untersuchungen zum Thema Staub.

Ein wesentlicher Teil dieser Arbeit befasst sich mit der Laser-Doppler-Anemometrie (Geschwindigkeitsmessung mittels Laser auf Grundlage des Dopplereffekts).

Im praktischen Teil werden die verwendeten Fördereinrichtungen erläutert und der Versuchsaufbau beschrieben.

Die ersten Messungen dienen zum Vergleich der Messergebnisse mit den theoretischen Betrachtungen und zur Ermittlung verschiedenster Einflüsse im Versuchsablauf. Bei den weiteren Versuchen wird das Geschwindigkeitsverhalten beim Schüttgutabwurf in Abhängigkeit von der Fallhöhe und des Massenstroms ermittelt.

Die Laser-Doppler-Anemometrie stellt sich als geeignet zur Messungen der Geschwindigkeiten bei Fallvorgängen von Schüttgütern mit kleinen Partikelgrößen heraus. Die durchgeführten Versuche bestätigen die Annahmen bezüglich der Geschwindigkeitszunahmen.

Eidesstattliche Erklärung

„Ich erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher weder in gleicher noch in ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.“

Wien, am 2008-10-13

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich meinen Dank an all jene richten, die mich auf meinem Studienweg begleitet und unterstützt haben.

Dazu zählt vor allem meine Familie, die mir das Studium ermöglicht hat und mich, wann immer es nötig war, unterstützt hat.

Weiters all meine Freunde, die mir in den Studienjahren zur Seite gestanden sind, und alle Freunde, die ich im Laufe des Studiums kennenlernen konnte, sie waren bei Fragen immer eine unbezahlbare Hilfe.

Mein besonderer Dank gilt natürlich auch meinen Betreuern an der technischen Universität Wien am Institut für Verfahrenstechnik, Brennstofftechnik und Umwelttechnik ao. Univ. Prof. Dr. techn. Wilhelm Höflinger und DI Christian Trenker, die mich jederzeit und mit viel Geduld bis zum Schluss tatkräftig unterstützt haben.

Inhaltsverzeichnis

1. Problem- und Aufgabenstellung	3
2. Einleitung	4
3. Grundlagen	5
3.1. Schüttgüter	5
3.1.1. Definition und Klassifizierung	5
3.1.2. Eigenschaften und Verhalten	10
3.1.3. Umschlag und Lagerung	12
3.2. Staub	14
3.2.1. Definition von Staub	14
3.2.2. Staubemissionen	15
3.2.2.1. Ursachen der Staubentstehung.....	15
3.2.2.2. Unterscheidung Punktquelle und diffuse Quelle	15
3.2.2.3. Diffuse Staubemissionen bei Schüttgütern.....	17
3.3. Bisherige Untersuchungen und Berichte	20
3.3.1. Staubentstehung, Emissionsfaktoren	20
3.3.2. Staubungsfähigkeit von Schüttgütern	22
3.3.2.1. Gravimetrische Messungen.....	22
3.3.2.2. Indirekte Messungen	24
3.4. Sinkgeschwindigkeit.....	25
3.5. Geschwindigkeitsmessung mittels LDA.....	27
3.5.1. Allgemeine Grundlagen der LDA.....	27
3.5.1.1. Doppler-Effekt:.....	27
3.5.2. Beschreibung der LDA mittels Doppler-Effekt	28
3.5.3. Beschreibung der LDA mittels Interferenzstreifenmodell	32
3.5.4. Anordnung des Detektors, Streulichtintensität.....	33
3.6. Verwendetes LDA – System	35
3.6.1. Aufbau	35
3.6.2. Softwareeinstellungen.....	37
3.6.3. Ausgabe.....	40
3.7. Versuchsmaterial	42
4. Praktischer Teil	43
4.1. Verwendete Fördereinrichtungen	43
4.1.1. Vibrationsförderer	43
4.1.2. Förderband	43
4.2. Versuchsaufbau	48
4.3. Versuchsdurchführung	51
4.3.1. Allgemein	51
4.3.1.1. Sicherheitsvorkehrungen.....	51
4.3.1.2. Plausibilität der Sinkgeschwindigkeit.....	51
4.3.1.3. Massenstrombestimmung	52
4.3.1.4. Kontrolle der Einstellungen	52
4.3.1.5. Einflüsse	53
4.3.2. Messserien	54

4.3.2.1. Ablauf einer Messserie.....	54
4.3.2.2. Daten der Messserien.....	55
4.4. Darstellung der Ergebnisse.....	59
5. Zusammenfassung	65
5.1. Diskussion der Versuche und Messergebnisse.....	65
5.2. Weiterführende Möglichkeiten.....	67

Die Bezeichnungen sollen immer geschlechtsneutral verstanden werden.

1. Problem- und Aufgabenstellung

Über die Staubentwicklung bei den verschiedensten Umschlagvorgängen von Schüttgütern ist in mancher Hinsicht noch wenig bekannt. Untersuchungen und Versuche zu vielen Teilbereichen bei dieser Thematik wurden schon durchgeführt, dennoch bleiben noch Bereiche und Fragenstellungen offen, die weitere Forschungen erfordern.

Im Zuge dieser Arbeit soll versucht werden, die Verwendungsmöglichkeiten der Laser-Doppler-Anemometrie in der Schüttguttechnik abzuschätzen und das Geschwindigkeitsverhalten bei Abwurf- oder Fallvorgängen von Schüttgütern in Abhängigkeit vom Massenstrom zu ermitteln. Der Aufprallimpuls, der in weiterer Folge für die Entstehung von Staub bei Umschlagvorgängen verantwortlich ist, hängt im Wesentlichen von dieser Geschwindigkeit ab.

Durch Geschwindigkeitsmessungen bei unterschiedlichen Fallhöhen werden Verlaufskurven erstellt. Die Diagramme lassen eventuell eine Annäherung an eine Endgeschwindigkeit erkennen.

Diese Grundlagenforschung soll einen weiteren Einblick in die Thematik „Staub und Staubentwicklung“ ermöglichen. Die daraus gewonnenen Ergebnisse können zur Erwägung für weitere Untersuchungen herangezogen werden, ebenso für die Abschätzung von Staubminderungsmaßnahmen.

2. Einleitung

Am Institut für Verfahrenstechnik, Brennstofftechnik und Umwelttechnik der Technischen Universität Wien war für Messaufgaben zur Geschwindigkeitsbestimmung mittels Laser-Doppler-Anemometrie ein entsprechendes Messgerät vorhanden. Bei Gesprächen im Zuge eines Vertiefungslabors im Bereich der mechanischen Verfahrenstechnik hat sich die Idee entwickelt, diese Messmöglichkeit bei Schüttgütern anzuwenden.

In Zusammenhang mit Schüttgut fällt auch unweigerlich das Thema Staub, meist bei der Betrachtung von Transportvorgängen. Staub wurde lange Jahre völlig vernachlässigt und ist erst seit einiger Zeit in Hinblick auf den Umweltschutz zu einem wichtigen Punkt geworden.

Durch das neue Bewusstsein wurden vielfältige Forschungen in Verbindung mit Staub gestartet und durchgeführt. Da beide Themen (Schüttguttechnik und Staub) derart umfangreich sind, gibt es noch Raum für Grundlagenforschungen.

Die Motivation zu dieser Arbeit war, einen Teil zu den bisherigen Erkenntnissen beisteuern zu können. Die Staubeentwicklung bei Schüttgutumschlägen wurde bereits behandelt und findet sich in der Literatur. Diese Untersuchungen befassen sich mitunter mit den verschiedensten Umschlagmöglichkeiten und unterschiedlichen Schüttgütern. Es wird dabei auch versucht die Staubeentwicklung mit Faktoren zu bewerten, das sich aber auf Grund der vielen Variationen entsprechend schwierig herausstellt.

Der Einsatz von Staubminderungsmaßnahmen begründet sich eher durch Erfahrungen in der Anwendung, weniger auf Grund von Forschungsergebnissen. Genau hier soll diese Arbeit ansetzen und den Einsatz von Messeinrichtungen direkt bei der Schüttgutbewegung abzuwägen. Die Ergebnisse lassen eventuell primäre Staubminderungsmaßnahmen ergründen.

Die Versuche sollen aufzeigen, ob der gewählte Weg brauchbare Erkenntnisse liefern kann. Ist das der Fall, dann soll vor allem die Diskussion der Versuchsergebnisse weitere Forschungsmöglichkeiten aufzeigen, damit der eingeschlagene Weg weiter verfolgt wird.

3. Grundlagen

3.1. Schüttgüter

Es gibt eine Vielzahl von unterschiedlichen Schüttgütern und diese werden weltweit rund um die Uhr transportiert und umgeschlagen.

Eine Einteilung der Schüttgüter ist aufgrund der vielen verschiedenen Formen und Arten relativ schwierig. Nachfolgend werden Definition und Einteilungsmerkmale aus der Literatur angegeben und in einem weiteren Punkt wird kurz auf das Verhalten und die Eigenschaften von Schüttgütern eingegangen.

3.1.1. Definition und Klassifizierung

Nach der VDI Richtlinie 2411 wird Schüttgut (Massenschüttgut) als Gut in loser schüttbarer Form (z.B. Erze, Kohle, Mehl u.a.) definiert [14].

Schüttgut ist also eine Ansammlung von Einzelpartikeln unterschiedlichster Form und Größe. Die Zusammensetzung eines solchen Teilchenkollektivs hinsichtlich Partikelgrößenverteilung, Partikelform usw. kann demnach sehr stark variieren.

Eine für praktische Anwendungen gültige und brauchbare Kennzeichnung wird durch die DIN ISO 3435 oder die FEM 2582 vorgegeben.

Klassifizierung und Symbolisierung von Schüttgütern nach DIN ISO 3435 [2]:

- Korngröße
In dieser Norm wird die Korngröße durch die größte Kante d eines Quaders definiert, in den das Partikel eingeschrieben werden kann.
Man unterscheidet noch zwischen klassierten und unklassierten Schüttgütern.

Bei klassierten Schüttgütern ist das Verhältnis Partikelgröße des größten und des kleinsten Teilchens kleiner oder gleich 2,5.

$$\frac{d_{\max}}{d_{\min}} \leq 2,5$$

Bei unklassierten Schüttgütern ist dieses Verhältnis größer 2,5. Hier ist es meist notwendig eine Partikelgrößenanalyse durchzuführen. Zur Angabe der Korngröße muss auch der jeweilige Mengenanteil angegeben werden. Nachfolgend wird kurz auf die Partikelmesstechnik und die Mengenverteilungen eingegangen.

- Kornform
Es wird zwischen sechs Kornformen unterschieden, die durch römische Zahlen angegeben werden.
 - I Scharfe Kanten mit ungefähr gleichen Ausmaßen in den drei Dimensionen (z.B. Würfel)
 - II Scharfe Kanten, deren eine deutlich länger ist als die anderen beiden (z.B. Prisma, Klinge)
 - III Scharfe Kanten, deren eine deutlich kleiner ist als die beiden anderen (z.B. Platte, Schuppen)
 - IV Runde Kanten mit ungefähr gleichen Ausmaßen in den drei Dimensionen (z.B. Kugel)
 - V Runde Kanten, in einer Richtung deutlich größer als in den anderen beiden (z.B. Zylinder, Stange)
 - VI Faserig, fadenförmig, lockenförmig, verschlungen

- Zusammenhalt (Kohäsion)
Der Zusammenhalt (Fließverhalten, Kohäsion) wird durch die arabischen Ziffern 1 bis 6 beschrieben.
 - 1 Das Material kann in der Luft schweben und fließt wie eine Flüssigkeit
 - 2 Leicht fließendes Material, Böschungswinkel α zwischen 0° und 30°
 - 3 Normal fließendes Material, Böschungswinkel α größer als 30° , aber kleiner oder gleich 45°
 - 4 Schwer fließendes Material, Böschungswinkel α größer als 45° , aber kleiner oder gleich 60°
 - 5 Zusammenhaftendes Material, Böschungswinkel α größer als 60°
 - 6 Nicht rutschendes Material, verhakend, brückenbildend, schwer zu trennen

Der Böschungswinkel α ist jener Winkel, den die Mantelfläche des aus geringer Höhe gleichmäßig langsam aufgeschütteten, kegelförmigen Haufwerks mit der Horizontalen bildet (siehe Abb. 1).

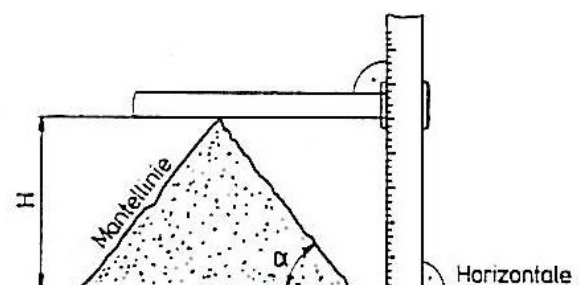


Abb. 1: Böschungswinkel (Pahl [10])

- Eigenschaften des Fördergutes (Besonderheiten)
Hier werden einige besondere Eigenschaften durch Kleinbuchstaben n bis x gekennzeichnet.

Symbol	Eigenschaft	Beispiel
n	Unter Druck oder selbstständig aufbauend	Kalkhydrat, Puderzucker, neuer Gießereisand
o	Abrasiv (schleifend)	Koks, Quarz, Hochofenschlacke
p	Korrosiv (angreifend)	Kochsalz
q	Zerbrechlich	Seifenflocken
r	Explosiv	Kohlenstaub, Zuckerstaub
s	Brennbar	Holzspäne
t	Staubend	Zement
u	Feucht (in Klammer den prozentualen Gewichtsanteil vom Wasser zum Gesamtgewicht angeben)	
v	Klebrig	Feuchter Ton
w	Hygroskopisch	Gips, Kochsalz, Ammonsalpeter
x	Übelriechend	Müll

Gibt es für das Schüttgut weiter erwähnenswerte Eigenschaften, so sind diese anzugeben.

- Schüttdichte**
Die Schüttdichte ist das Verhältnis der Masse zum Volumen des Fördergutes. Die Angabe erfolgt in t/m^3
- Temperatur**
Bei Abweichungen von der Umgebungstemperatur ist die Schüttguttemperatur in $^{\circ}C$ anzugeben. Bei Temperaturschwankungen sind die Minimal- und die Maximaltemperatur anzugeben.

Bei dieser Klassifizierung ist ein Kriterium die Partikelgröße und auch die Partikelform. Damit ist auch die Schwierigkeit bei der Angabe der Partikelgröße erkennbar. Schüttgüter weisen im Allgemeinen unregelmäßig geformte Partikel auf. Eine ausreichende Beschreibung von unregelmäßig geformten Teilchen durch eine einzige Längenangabe ist unmöglich, des Weiteren ist die Bestimmung der zuvor erwähnten Kantenlänge d eines das Partikel umschreibenden Quaders nicht wesentlich einfacher. Um dennoch Aussagen über die Größe machen zu können, werden Abmessungen definiert, die sich durch die Messverfahren ergeben (siehe auch Höflinger, Mechanische Verfahrenstechnik I [6]).

- Maschenweite**
Dabei entspricht die Partikelgröße der Maschenweite jenes Siebes das die Partikel gerade noch passieren.
- Feret - Durchmesser x_F**
Entspricht dem maximalen Abstand zwischen zwei planparallel Flächen am Partikel (siehe Abb. 2).

- Martin - Durchmesser x_M
Länge der Projektionsflächen halbierenden Sehne in Messrichtung (siehe Abb. 2).
- Längste Sehne x_C
Entspricht der längsten Sehne in Messrichtung (siehe Abb. 2).

Die angegebenen Längendefinitionen (x_F , x_M und x_C) werden mit Hilfe von optischen Messverfahren ermittelt. Da dabei die Lage der Partikel zur Messrichtung zum Messzeitpunkt zufällig ist, werden diese auch als „statistische Durchmesser“ bezeichnet.

Es gibt noch weitere Möglichkeiten zur Beschreibung von Partikeln (Oberfläche, Volumen, Masse, Sinkgeschwindigkeit, optische Eigenschaften, usw.), die im Zusammenhang mit der Klassifizierung nicht zum Einsatz kommen. Daher werden diese hier nicht näher beschrieben, und es sei auf entsprechende Literatur verwiesen.

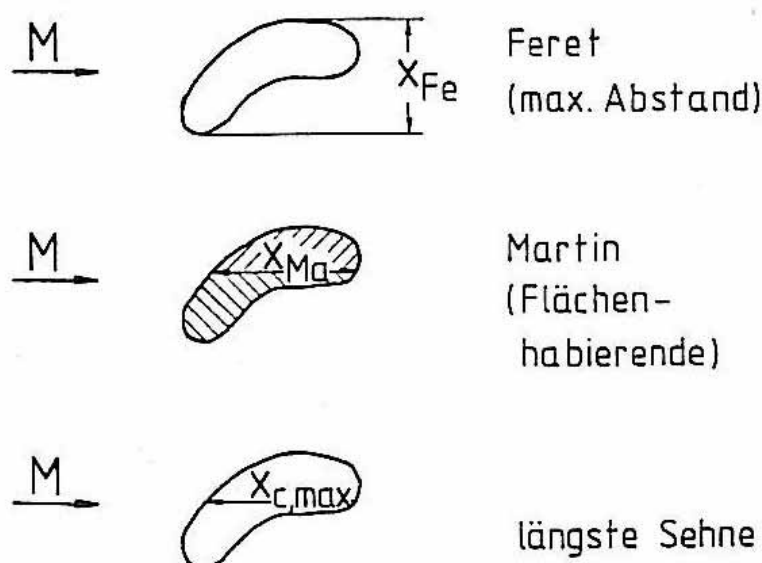


Abb. 2: statistische Durchmesser (Pahl [10])

Zur Beschreibung eines Teilchenkollektivs müssen zu den ermittelten Partikelgrößen die Mengenanteile bestimmt werden, die dann in Form von Mengenverteilungen angegeben werden. Die Mengenart wird auch hier durch das Messverfahren festgelegt (siehe Tabelle 1).

Mengenart	Dimension (Länge L)	Index r
Anzahl	L^0	0
Länge	L^1	1
Fläche	L^2	2
Volumen, Masse	L^3	3

Tabelle 1: Mengenart und Index (Höflinger, Mechanische Verfahrenstechnik I [6])

Zur Kennzeichnung eines Partikelkollektivs werden die Verteilungssumme $Q_{r(x)}$ und die Verteilungsdichte $q_{r(x)}$ verwendet.

- Verteilungssumme $Q_{r(x)}$:
Gibt den Anteil der Partikel an, die kleiner oder gleich einer bestimmten Partikelgröße x_i ist.

$$Q_{r(x)} = \frac{\text{Menge aller Partikel mit } x \leq x_i}{\text{Gesamtmenge der Partikel}}$$

Formel 1: Verteilungssumme (Höflinger, Mechanische Verfahrenstechnik I [6])

- Verteilungsdichte $q_{r(x)}$:
Dabei wird der Mengenanteil eines Intervalls auf die Intervallbreite bezogen.

$$q_{r(x)} = \frac{\text{Mengenanteil zwischen } x_i \text{ und } x_{i+1}}{\text{Intervallbreite } x_{i+1} - x_i}$$

Formel 2: Verteilungsdichte (Höflinger, Mechanische Verfahrenstechnik I [6])

Die graphischen Darstellungen von Verteilungssumme und Verteilungsdichte sind in Abb. 3 ersichtlich.

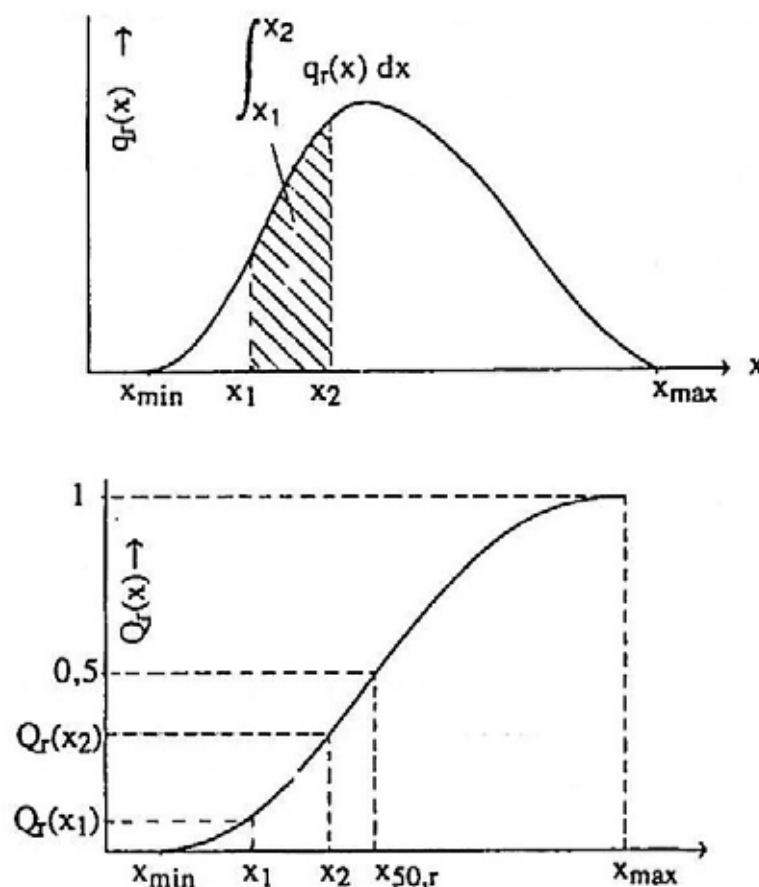


Abb. 3: Verteilungssumme und Verteilungsdichte (Höflinger, Mechanische Verfahrenstechnik I [6])

3.1.2. Eigenschaften und Verhalten

Das Verhalten von Schüttgütern hängt sehr stark von der Partikelgröße ab.

So zeigt sich, dass bei Partikelgrößen unterhalb von etwa 10 μm die Eigenschaften jenen im Übergangsbereich zum molekularen Bereich entsprechen. In diesem Bereich wird das Verhalten von Partikeln im Wesentlichen durch Haft- und Widerstandkräfte bestimmt.

Im Vergleich dazu sind bei größeren Partikeln überwiegend Schwerkraft und Trägheitskräfte kennzeichnend (makroskopischer Bereich).

Bei Schüttgütern mit entsprechender Partikelgrößenverteilung (Anteile an feinen und groben Partikeln) wird das Verhalten durch die Merkmale beider Bereiche beeinflusst.

Dieses Verhalten wird in der Literatur auch als „Zwittercharakter feinkörniger Schüttgütern“ bezeichnet (Molerus [9]).

Typische Beispiele dazu sind das Ausfließen aus Silos und die freie Lagerung.

Das Ausfließen aus einem Silo erfolgt hauptsächlich aufgrund der Schwerkraft, andererseits werden die Fließeigenschaften bzw. Fließschwierigkeiten durch Haftkräfte zwischen den Partikeln bestimmt.

Wenn Schüttgut auf eine freie Fläche geschüttet wird, kann es nicht wie ein Festkörper (z.B.: ein Stab) gelagert werden. Dafür wäre eine entsprechende Unterstützung (Behälter) notwendig, da nur bedingt Zugkräfte aufgenommen werden können. Ohne einen Behälter verteilt sich das Schüttgut trotzdem nicht wie eine Flüssigkeit über die gesamte Fläche, sondern bildet einen Schüttkegel. Das Verhalten liegt zwischen dem eines Festkörpers und dem einer Flüssigkeit.

Damit erklären sich auch die Schwierigkeiten das Verhalten eines Schüttgutes anzugeben bzw. abzuschätzen.

Das Fließverhalten wird, wie bereits kurz erwähnt, hauptsächlich von den Haftkräften bestimmt. Eine allgemeine Angabe oder Voraussage des Fließverhaltens eines Schüttgutes ist ähnlich schwierig, wie die der Eigenschaften. Hinzu kommt noch, dass auch die Vorgeschichte (Vorverfestigung, Lagerungsdauer) des Schüttgutes die Fließeigenschaften beeinflusst.

Um konkrete Aussagen über die zu erwartenden Fließeigenschaften machen zu können, sind für das jeweilige Schüttgut eigene Messungen durchzuführen. Bei den Messungen wird mit Hilfe einer Scherzelle der Verlauf der Schubspannung über den Scherweg ermittelt (siehe Abb. 4). Der daraus ersichtliche Fließpunkt bzw. Fließort (jener Spannungszustand ab dem stationäres Fließen eintritt) wird mit Hilfe der Mohr'schen Spannungskreise graphisch dargestellt (siehe Abb. 5).

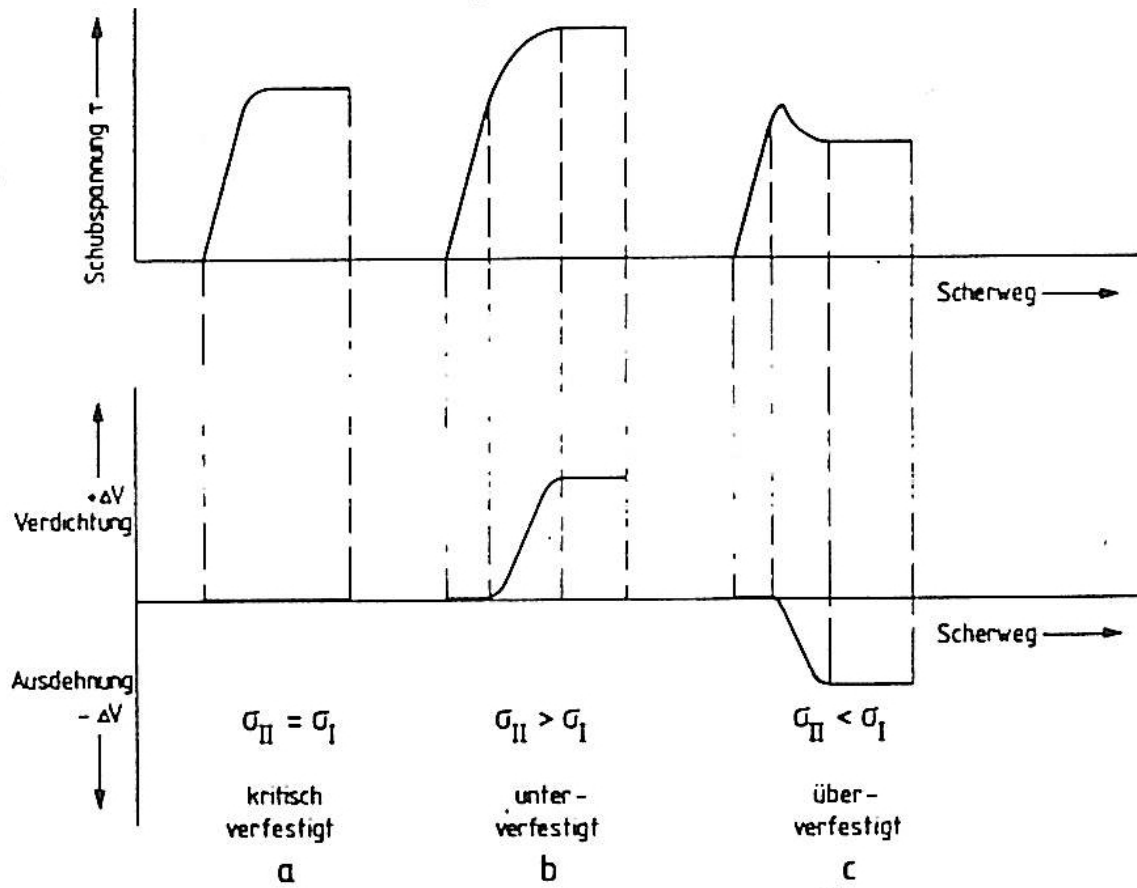


Abb. 4: Scherspannung - Scherweg - Verlauf (Höflinger, Schüttgüter [5])

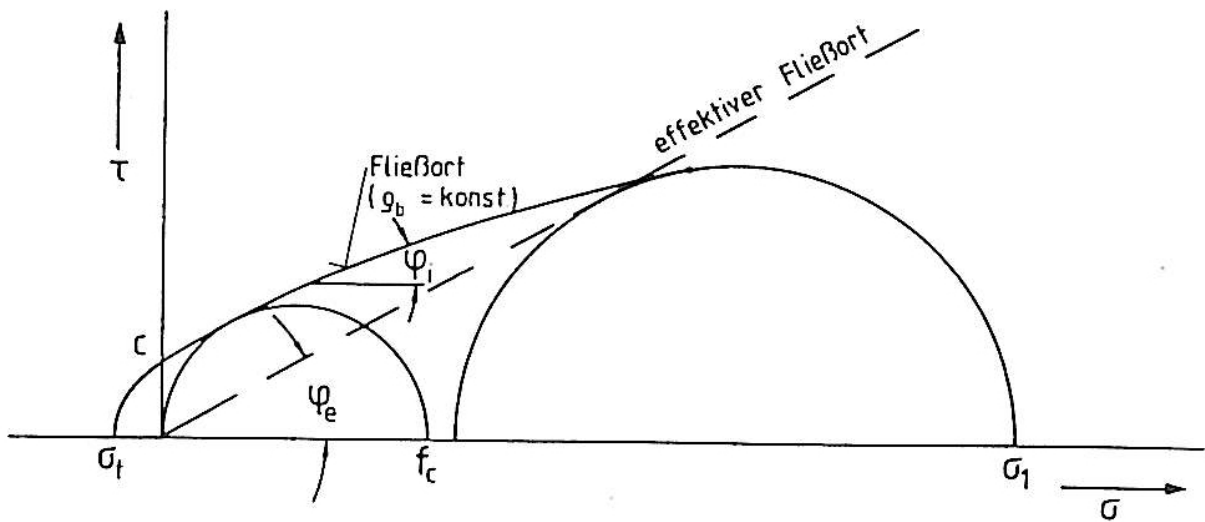


Abb. 5: Fließort (Höflinger, Schüttgüter [5])

3.1.3. Umschlag und Lagerung

Der Weg von Schüttgütern im Laufe ihrer Verwendung ist in Abb. 6 in Form des TUL – Prozesses (Transport – Umschlag – Lagerung) dargestellt. Die Transportvorgänge nehmen dabei einen großen Anteil ein und können kontinuierlich oder diskontinuierlich erfolgen. Einen Überblick über die stetigen Fördermöglichkeiten sind in Abb. 7 angegeben.

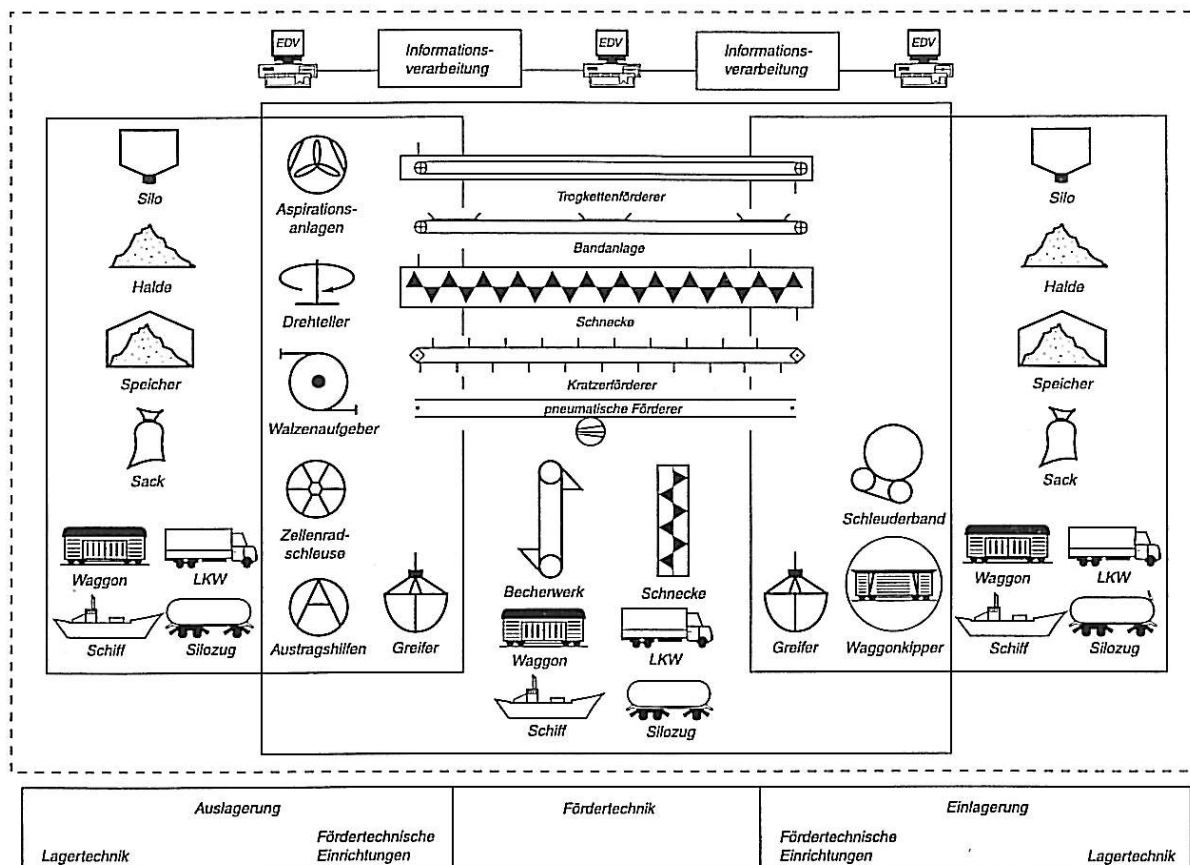


Abb. 6: TUL-Prozess bei Schüttgütern (Holzhauer [7])

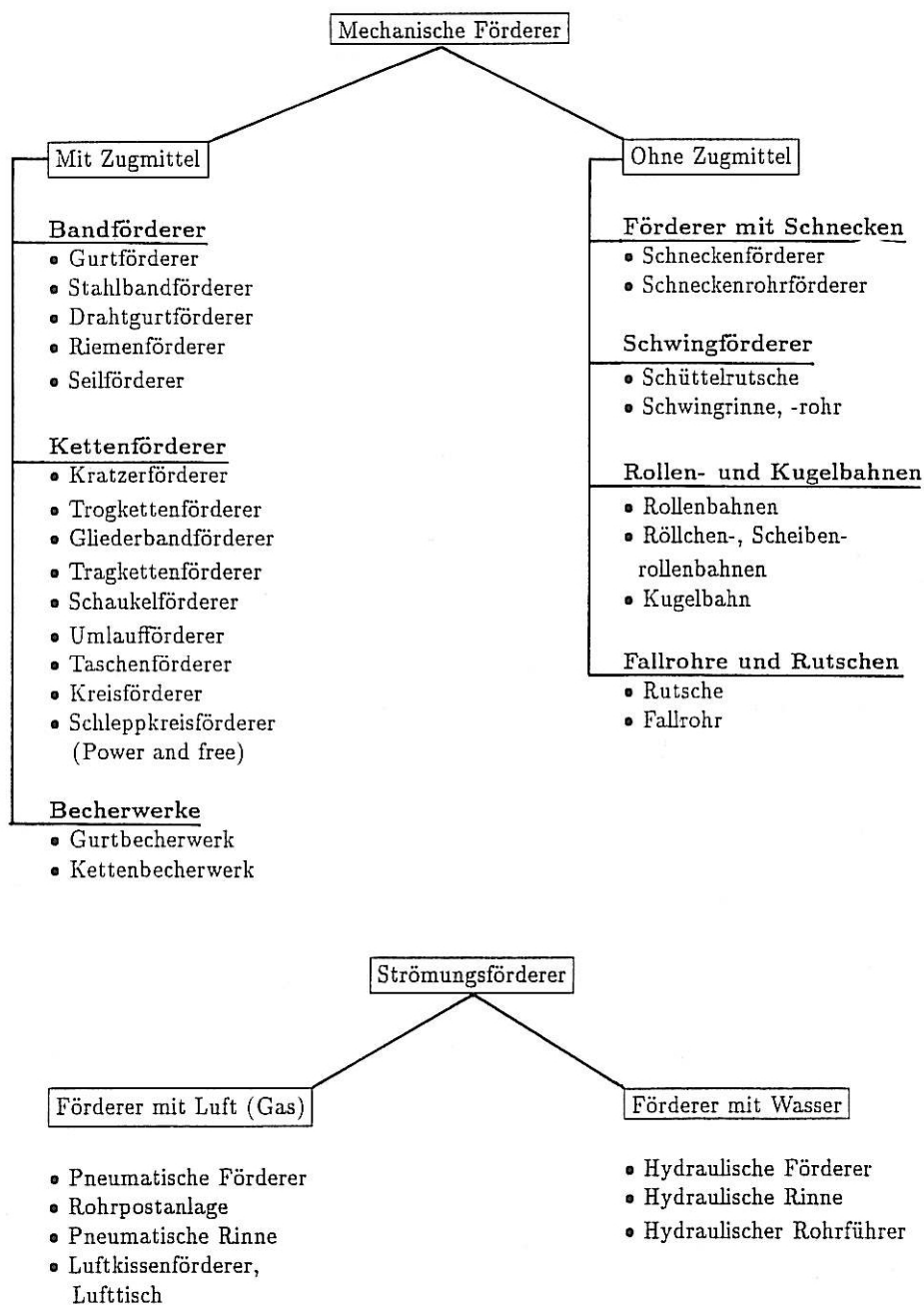


Abb. 7: Übersicht Stetigförderer (Pahl [10])

Die wesentlichen Vorteile von Stetigfördern sind

- Hoher Durchsatz
- Staubentwicklung durch geschlossenen Aufbau nur an Übergabestellen

Dem gegenüber stehen aber auch einige Nachteile

- Geringe Flexibilität
- Hohe Investitionskosten
- Hoher Energieaufwand

Aufgrund der erwähnten Nachteile kommen auch häufig unstetige Fördersysteme (z.B. Greifersysteme) zum Einsatz, die aber ihrerseits eine erhebliche Staubentwicklung aufweisen.

Staubentstehung kann auch bei der Lagerung ein nicht zu vernachlässigendes Thema sein. Werden Schüttgüter im Freien in Form von Halden gelagert, kann es durch Umwelteinflüsse wie z.B. Wind und abhängig von der Staubungsfähigkeit des Schüttgutes zu Staubentwicklung kommen.

Die Staubentwicklung bei Schüttgütern ist nach wie vor ein wesentliches Problem, dass es zu verstehen und in weiterer Folge zu vermindern gilt. Staub wurde lange Zeit nicht beachtet und findet erst seit einigen Jahren als Umweltbelastung Berücksichtigung. Im nachfolgenden Kapitel wird das Thema Staub näher behandelt und auch einige Punkte aus Arbeiten dazu angeführt.

3.2. Staub

3.2.1. Definition von Staub

Man unterscheidet bei Staub in Abhängigkeit der Partikelgröße in Grobstaub, Feinstaub und mitunter auch Aerosole. (Eickelpasch [3] und Trenker [12])

Grundsätzlich versteht man unter Staub die gleichmäßige Verteilung fester Stoffe mit einem Partikeldurchmesser von ca. $1\mu\text{m}$ bis $0,5\text{ mm}$ in Gasen. Somit handelt es sich um ein Zwei-Phasengemisch, das je nach Mischung in Form einer Wolke oder eines Haufwerks auftritt. (Eickelpasch [3] und Trenker [12])

Wie bereits erwähnt, erfolgt eine Unterteilung entsprechend der Partikelgröße.

- **Grobstaub:**
Die festen Teilchen haben einen Durchmesser über $100\mu\text{m}$. Dadurch verbleiben sie nur kurzzeitig in der Umgebungsluft und sinken aufgrund ihres Gewichtes als Staubniederschlag rasch zu Boden. (Eickelpasch [3] und Trenker [12])
- **Feinstaub:**
Die Partikel haben meist eine Größe unter $20\mu\text{m}$ und verbleiben dadurch als Schwebestaub längere Zeit in der Umgebungsluft. Die Verweilzeit kann bis zu 14 Tage betragen und dabei können die Teilchen auch über entsprechend weite Strecken transportiert werden. (Eickelpasch [3] und Trenker [12])
- **Aerosole**
Bei Aerosolen handelt es sich um ein Gemisch aus einem gasförmigen Dispersionsmittel und flüssiger disperser Phase (Aerosole, Nebel) oder fester disperser Phase (Aerosol, Rauch). Die Partikelgröße liegt bei unter $1\mu\text{m}$. (Höflinger, Mechanische Verfahrenstechnik I [6]).

3.2.2. Staubemissionen

3.2.2.1. Ursachen der Staubentstehung

Die Ursachen bei der Staubentstehung sind sowohl natürliche als auch anthropogene Vorgänge. (Eickelpasch [3] und Trenker [12])

Wesentliche natürliche Vorgänge:

- Vulkanausbrüche
- Erosion (Winderosion, oä.)
- Natürliche Verbrennungsprozesse (z.B.: Waldbrände)

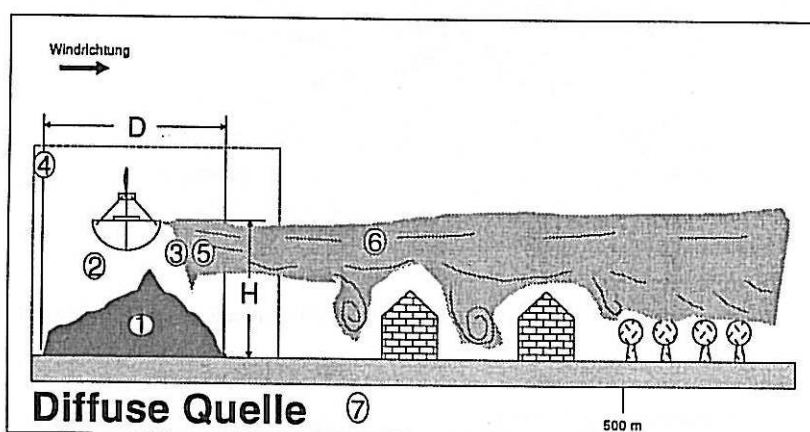
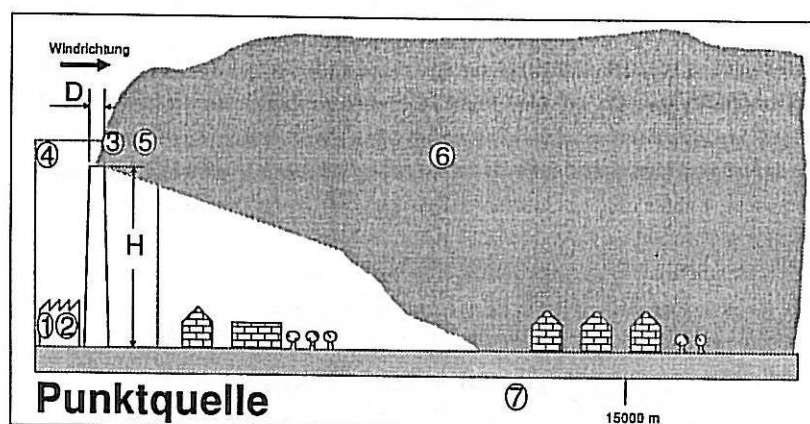
Wesentliche anthropogene Ursachen:

- Bergbau (vor allem Tagbau)
- Transportvorgänge (z.B.: Schüttgutumschlag)
- Herstellungs- und Verarbeitungsprozesse
- Straßenverkehr
- Verbrennungsvorgänge

3.2.2.2. Unterscheidung Punktquelle und diffuse Quelle

Bei der Entstehung von Staub wird auch nach der Art der Emissionsquelle (Punktquelle und diffuse Quellen) unterschieden (siehe Abb. 8).

Bei den Punktquellen sind der Emissionsort und die Richtung festgelegt, man spricht in diesem Zusammenhang auch von geführten Emissionen. Hingegen sind bei den diffusen Emissionen meist der genaue Ort der Quelle, die Richtung und vor allem die Menge nicht ausreichend bekannt.



- | | |
|---------------------------------|---|
| ① Struktur der Partikel | ⑤ Zeitabhängigkeit des Emissionsfaktors |
| ② Emissionsmechanismus | ⑥ Transmission der Partikel |
| ③ Freisetzung der Partikel | ⑦ Ablagerung der Partikel |
| ④ Räumliche Struktur der Quelle | |

Abb. 8: Unterscheidungskriterien möglicher Quelltypen (Holzhauer [7])

Die Hauptunterschiede der beiden Emissionsarten sind in der Abb. 8 angegeben und werden nachfolgend kurz angeführt. (Holzhauer [7])

Punktquelle

1. Struktur der Partikel

Die Korngrößenverteilung ist meist durch Filter abgeschnitten. Die Partikel sind klein und fliegen weit

2. Emissionsmechanismus

Ein staubbeladener Abgasstrom tritt durch Wärme, Zug und Impuls aus dem Schornstein. Der Massenstrom ist einfach messbar

Diffuse Quelle

Die Partikel haben eine breite Korngrößenverteilung. Die Feuchtigkeit, Festigkeit, Temperatur und Wind der Umgebung beeinflusst die Emission.

Je nach Art der Quelle ist der Mechanismus unterschiedlich: reine Winderosion, Verwehung beim Umschlag, Emission aus Leckagen. Der Massenstrom ist meist nicht messbar.

3. Freisetzung der Partikel

Geführte Freisetzung durch den Nicht geführte Freisetzung. Überhöhung
Schornstein. Eventuell Überhöhung durch spielt keine Rolle.
warmes Abgas

4. Räumliche Struktur der Quelle

Die große Quellhöhe reduziert den Einfluss Wegen geringer Quellhöhe verursachen
von Gebäuden und Bewuchs. Die Annahme Gebäude und Bewuchs Turbulenzen, die die
einer punktförmigen Quelle bedeutet kleine Ausbreitung stark beeinflussen. Die
Anfangsstreuung bei der Ausbreitung. Ausdehnung der Quelle bewirkt große
Anfangsstreuung.

5. Zeitverhalten

Meist konstanter Emissionsmassenstrom. Emissionsmassenstrom nicht konstant.
Eine Änderung der Ausbreitungssituation Änderung der Ausbreitungssituation hat
verändert die Konzentrationsverteilung stark. weniger Einfluss, weil die Windströmung von
der Orographie beeinflusst wird.
Alterungserscheinungen bei Lagerhalden.

6. Transmission

Ausbreitung auf Grund von Advektion und Ausbreitung auf Grund von Advektion und
turbulenter Diffusion. Wegen der großen turbulenter Diffusion. Ausbreitung nur im
Quellhöhe und kleinen Partikel kann der Nahbereich der Quelle, deshalb große
Flugweg sehr lang sein. Daher kleine Immissionskonzentration (große
Immissionskonzentration (große
Verdünnung)

7. Ablagerung

Klassierung ist nicht von Bedeutung Es tritt eine Klassierung nach Korngröße auf.

3.2.2.3. Diffuse Staubemissionen bei Schüttgütern

Bei der Manipulation von Schüttgütern (Transport, Lagerung, Umschlag) kommt es nahezu zu jedem Zeitpunkt zu diffusen Staubemissionen.

In der Dissertationsarbeit von Holzhauser [7] werden die Bedingungen für die Staubeinstehung wie folgt angegeben.

Damit es zu einer Staubbildung kommt, muss auf die Teilchen eine Kraft einwirken, die es ermöglicht, die Staubteilchen in den Schwebezustand zu versetzen. Zusätzlich zu den erforderlichen Kräften muss auch eine entsprechende Bewegungsmöglichkeit gegeben sein. In der Abb. 9 sind die Kräfte an einem Teilchen im stationären Schwebezustand dargestellt. Bei Teilchen die sich in einem Haufwerk befinden, muss zuerst ein Herauslösen aus dem Verbund durch Überwinden der Haftkräfte erfolgen. Die in diesem Fall am Teilchen wirkenden Kräfte sind in Abb. 10 dargestellt.

Die Größe der Haftkräfte ist auch ein wesentliches Maß für die Neigung eines Schüttgutes zur Staubeinstehung.

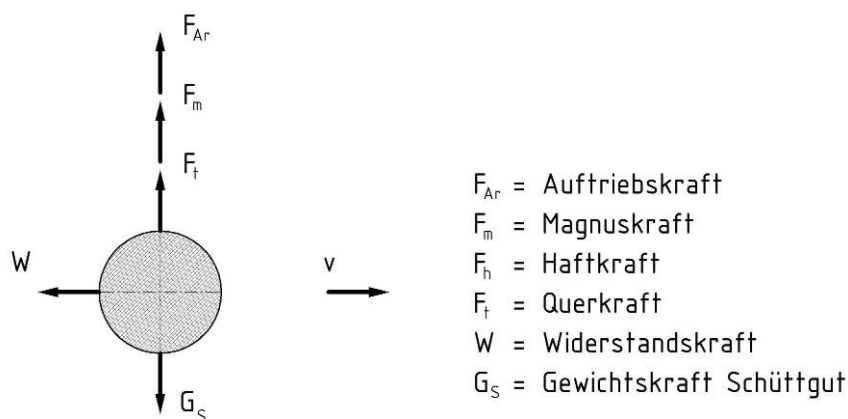


Abb. 9: Kräfte am Teilchen, Freier Flug (Holzhauer [7])

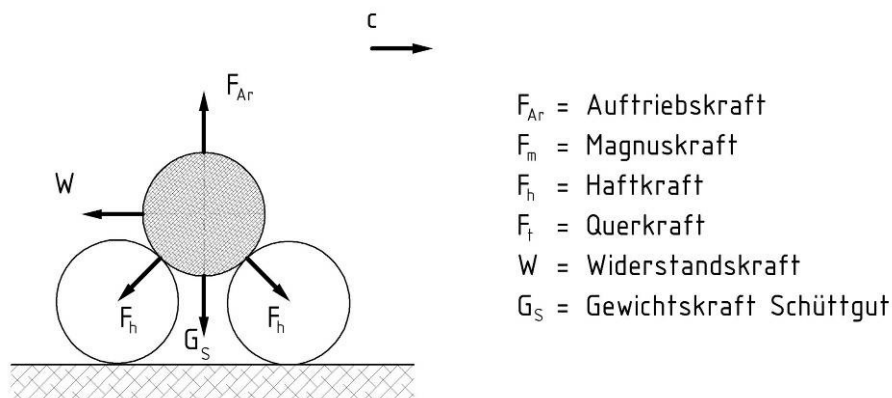


Abb. 10: Kräfte am Teilchen, Im Haufwerk (Holzhauer [7])

Von Holzhauer werden dazu zwei Mechanismen angeführt, die ein Lösen der Staubteilchen bei ruhender Umgebungsluft aus dem Schüttgut bewirken.

- Bewegte Grenzschicht (siehe Abb. 11)
- Impulsaustausch (siehe Abb. 12)

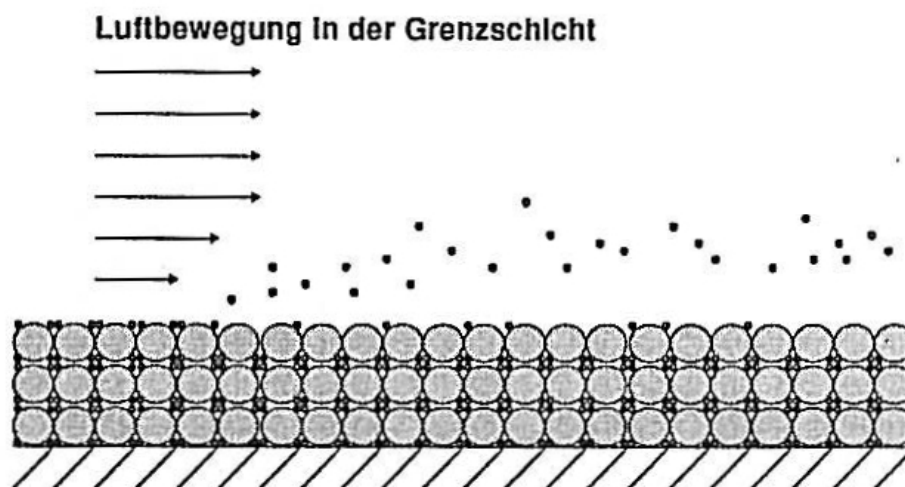
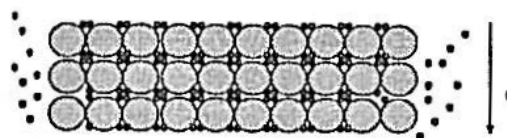
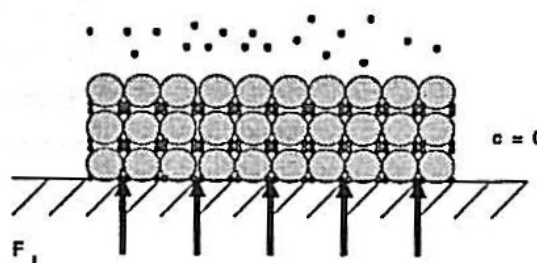


Abb. 11: Staubablösung an einer Schüttung durch eine bewegte Grenzschicht (Holzhauer [7])

a. stationär sich
bewegendes
Haufwerk



b. auf ein Hindernis
auftreffendes
Haufwerk
(Phase 1)



c. auf ein Hindernis
auftreffendes
Haufwerk
(Phase 2)

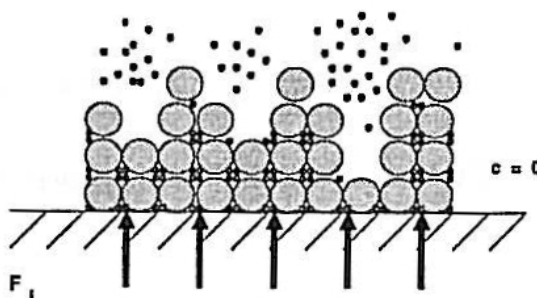


Abb. 12: Staubablösung aus einer Schüttung durch einen Impulsaustausch mit einem Hindernis (Holzhauer [7])

Für diese Arbeit sind im Wesentlichen die kontinuierlichen Abwurfvorgänge interessant, wie sie bei Fördereinrichtungen und Fallrohren auftreten.

Beim Fallvorgang bewirken Turbulenzen und Reibungsvorgänge zwischen den äußeren Partikeln und der umgebenden Luft eine Freisetzung der feinen Partikel als Staub.

Während des Fallvorganges wird auch umgebende Luft in den Schüttgutstrom eingesaugt, dadurch sinkt beispielsweise die Schüttgutdichte.

Beim Aufprall auf festen Untergrund (Boden oder Schüttkegel) ist der Aufprallimpuls für die Staubentwicklung mitverantwortlich. Die eingesogene Luft wird beim Aufprall frei und bewirkt eine zusätzliche Freisetzung von feinen Partikel. In Abb. 13 ist die Staubentwicklung beim Einsatz von Fallrohren dargestellt.

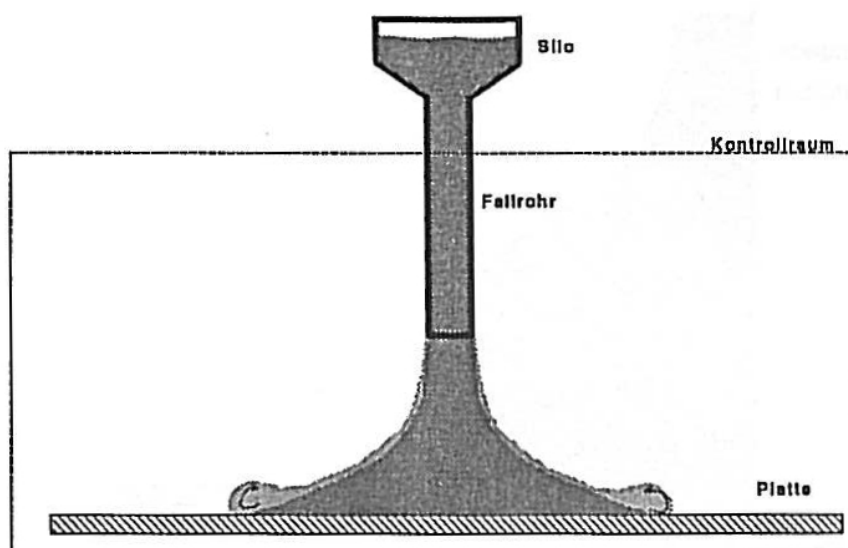


Abb. 13: Staubentstehung bei Fallrohr (Holzhauer [7])

Bei den später beschriebenen und durchgeführten Versuchen sollen das Fallverhalten und dabei vor allem das Geschwindigkeitsprofil von Schüttgutströmen untersucht werden, um dadurch weitere Daten zum Thema Staubentwicklung zu erhalten und auch um eventuelle Rückschlüsse auf mögliche Staubminderungsmaßnahmen (primäre und sekundäre) treffen zu können.

3.3. Bisherige Untersuchungen und Berichte

Staub wurde in den letzten Jahren immer mehr zu einem zentralen Thema. Wesentlicher Grund dafür war, dass nun auch Staubemissionen als Luftverschmutzung Berücksichtigung fanden und in den Brennpunkt der öffentlichen Diskussion gelangt sind.

Das führte natürlich zu einer Vielzahl von Forschungen in diesem Bereich.

Zu erwähnen bleibt aber auch, dass es noch unzählige Bereiche und Aspekte gibt, die weitere Forschungen erfordern und ermöglichen.

3.3.1. Staubentstehung, Emissionsfaktoren

Viele der bisher vorliegenden Arbeiten befassen sich mit der Bestimmung von Staubemissionen und deren Bewertung mittels Faktoren. Das bringt bei diffusen Staubemissionen einige Schwierigkeiten mit sich, da die Ausgangssituationen sehr unterschiedlich sein können und es somit entsprechend schwer ist alle möglichen Einflussfaktoren zu erfassen.

In der Dissertationsarbeit „Methodik zur Bestimmung diffuser Staubemissionen beim Schüttgutumschlag“ (Eickelpasch [3]) wird die Problematik der Emissionsfaktoren bei diffusen Quellen aufgezeigt. Einerseits gibt es keine genauen Definitionen und keine übergreifenden Bewertungssysteme und andererseits wurden wesentliche Bereiche noch nicht ausreichend untersucht und bewertet.

Unter den folgenden Gesichtspunkten

- Praxisbezogene Bewertung der Umweltrelevanz
- Hinreichend hoher Informationsgehalt

- Kompatibilität mit bestehenden Kennzahlensystemen
- Definierter Gültigkeitsbereich
- Eindeutige Bestimmbarkeit
- Anschauliche Bedeutung der Kennzahlen

wurde ein Kennzahlensatz erarbeitet, der die Emissionen aus diffusen Quellen erfasst. Die dimensionslosen Kennzahlen sind

- Staubniederschlagspotential SNP
- Schwebestaubpotential SSP*
- Dichtesimplex Di
- Geometriesimplex Geo
- Modifizierte Froudezahl
- Modifizierte Reynoldszahl

Bei der Ermittlung der Kennzahlen wurden optische Verfahren eingesetzt, die es ermöglichten das Emissionskennfeld in ausreichender zeitlicher und örtlicher Auflösung zu bestimmen. Weiters wurde auch die Aufprallkraft ermittelt und dabei festgestellt, dass diese einen wesentlichen Einfluss auf die Emissionskennzahlen hat, aber auch eine Abhängigkeit zu den Umgebungsbedingungen (z.B.: Fallrohrdurchmesser) aufweist.

Bereits in der Arbeit „Beitrag zur Beurteilung und Weiterentwicklung von Emissionsminderungsmaßnahmen beim Umschlag staubender Schüttgüter“ (Holzhauer [7]) wurde die Aufprallkraft (Impulskraft) als eine Hauptquelle der Staubentwicklung angesehen. Die Bestimmung der Impulskraft erfolgte experimentell. Dazu wurde eine Prallplatte auf Biegebalken angebracht und auf den Biegebalken wurden Dehnungsmessstreifen (DMS) appliziert.

In der Abb. 14 ist der zeitliche Verlauf der Aufprallkraft eines Schüttgutstromes, der nach dem zuvor beschriebenen Versuchsaufbau ermittelt wurde, dargestellt. (Eickelpasch [3])

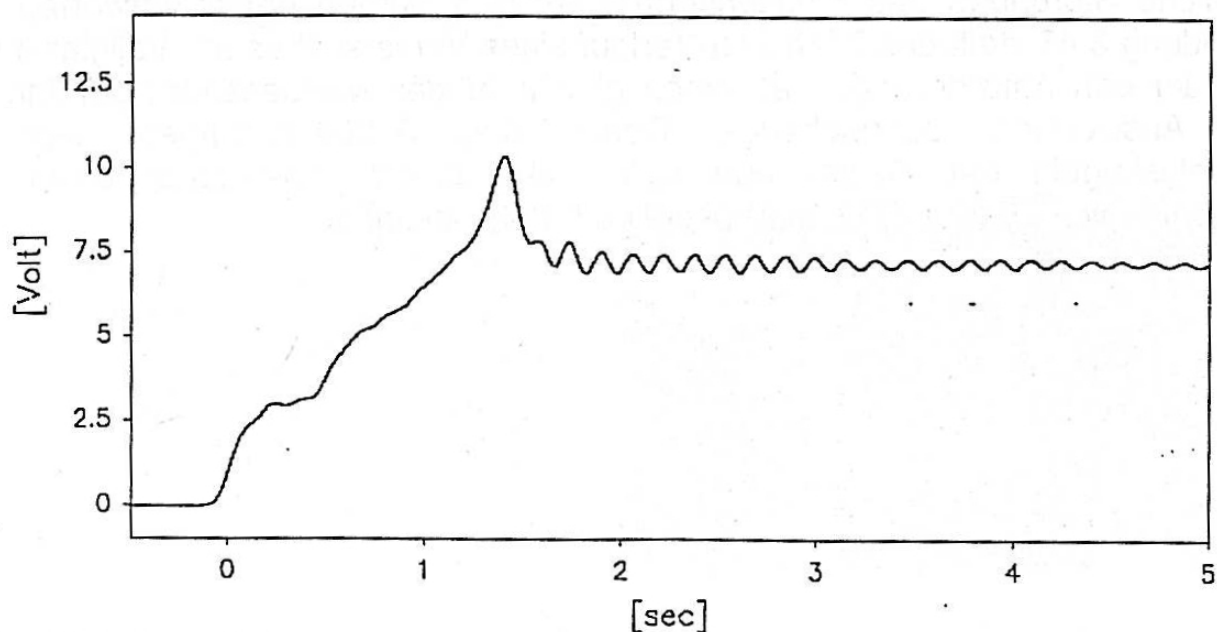


Abb. 14: zeitlicher Verlauf der Aufprallkraft (Eickelpasch [3])

Die bisher erwähnten Arbeiten befassen sich intensiv mit der Staubentstehung und den Bedingungen dazu, weiters wurde auch Emissionsfaktoren und Kennzahlen erstellt bzw. ermittelt.

In der Dissertationsarbeit „Entstehung, Quantifizierung und Bewertung sekundärer bzw. diffuser Emissionsquellen“ (Jockel [8]) werden Emissionsfaktoren durch eine Literaturrecherche ermittelt und anschließend genauer analysiert.

3.3.2. Staubungsfähigkeit von Schüttgütern

Ein weiterer wesentlicher Aspekt ist die Staubungsfähigkeit von Schüttgütern.

Nach TA-Luft (Davids [1]) werden als schüttgutabhängige und die Staubneigung bestimmende Einflussfaktoren wie folgt angegeben.

- Stoffart
- Dichte
- Korngrößenverteilung
- Partikelform
- Oberflächeneigenschaften des Korns
- Feuchtigkeit

Eickelpasch [3] hat dieser Aufzählung noch Faktoren aufgrund Handhabungs- und Umgebungsbedingungen hinzugefügt, wie z.B.: Umschlagart, Abwurfhöhe, Windrichtung, Windgeschwindigkeit. Es wird auch erwähnt, dass sich die oben angeführten Faktoren zur Beurteilung der Staubungsfähigkeit eines Schüttgutes im Laufe des Transports oder Umschlagvorgänge ändern. Dadurch kann ein ursprünglich als nicht staubendes Gut eingestuftes Schüttgut nachträglich staubende Eigenschaften aufweisen.

Die experimentelle Ermittlung der Staubungsfähigkeit von Schüttgütern wird bei Fallversuchen durch gravimetrische oder indirekte Messungen durchgeführt. (Höflinger, Entstaubungstechnik [4])

3.3.2.1. Gravimetrische Messungen

Die Menge des anfallenden Staubes wird gewogen und dann auf die Staubkonzentration rückgerechnet. Dazu wird ein Teilgasstrom über eine Sonde aus dem Hauptstrom abgezogen und die darin enthaltene Staubmenge ermittelt (siehe Abb. 15).

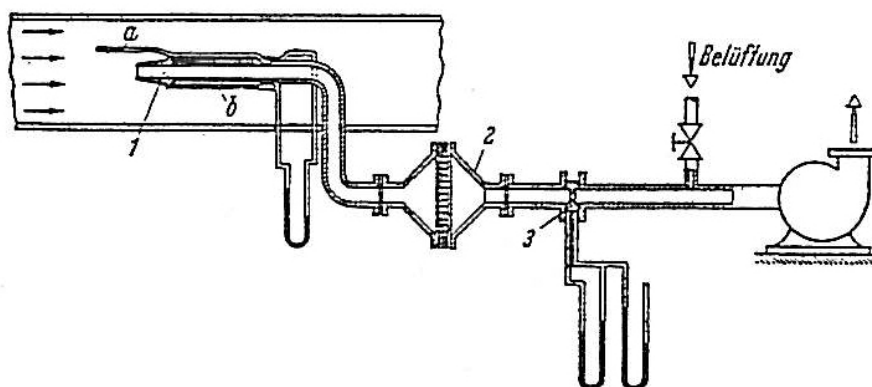


Abb. 15: Messanordnung zur Bestimmung des Staubgehaltes (Höflinger, Entstaubungstechnik [4])

Der Teilgasstrom muss isokinetisch erfolgen, das bedeutet, dass die Absauggeschwindigkeit gleich oder größer der Gasgeschwindigkeit sein muss. Die Abscheidung des Staubes erfolgt im Filtrationsabscheider, anschließend wird der beladene Filterstoff getrocknet und die abgesetzte Staubmenge gewogen.

Eine Verbesserung der zuvor erläuterten Methode wird durch den Einsatz eines Kaskadenimpaktors erreicht. Dieser erlaubt eine Auftrennung des Staubes in Korngrößenklassen und erst danach werden die einzelnen Fraktionen gewogen. Die Abscheidung beim Kaskadenimpaktor nutzen die Trägheitskräfte der Teilchen (siehe Abb. 16). Der Gasstrom durchströmt eine Düse mit dem Durchmesser W und trifft im Abstand s auf eine Prallplatte und die Strömung wird umgelenkt. Die Trenneigenschaft richtet sich nach der Strecke die die Strömung an der Prallplatte zurücklegen muss. In der Praxis werden mehrere Impaktorstufen mit immer kleineren Düsendurchmessern hintereinander geschaltet (siehe Abb. 17).

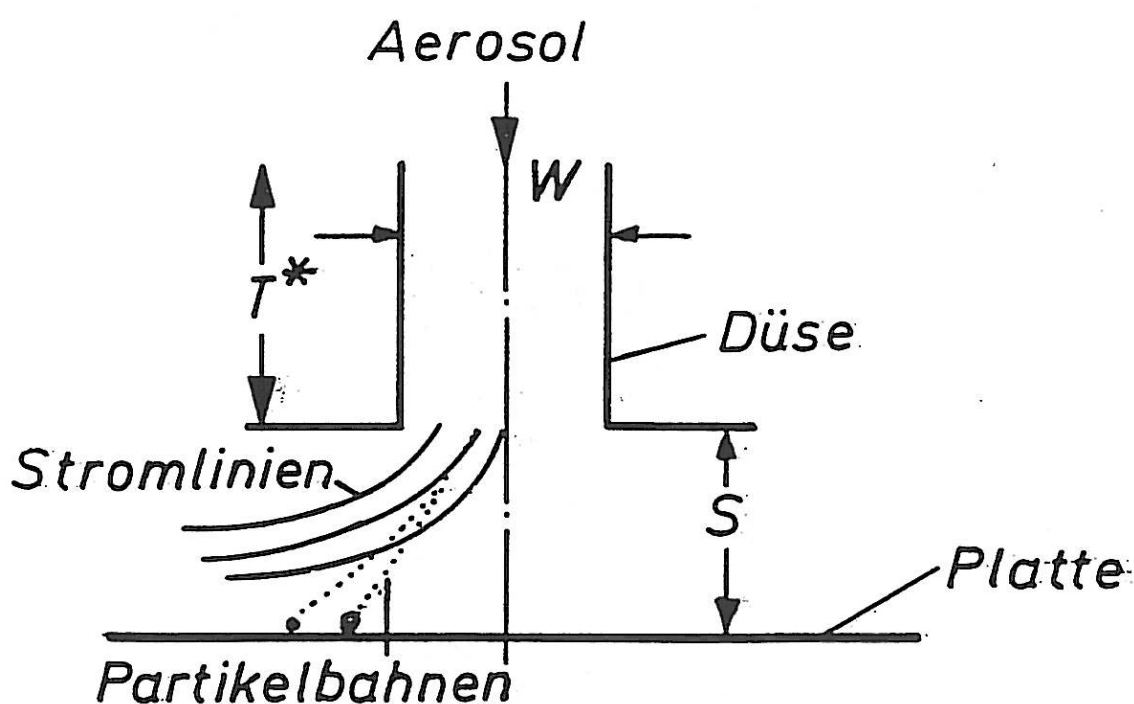


Abb. 16: Impaktorprinzip (Höflinger, Entstaubungstechnik [4])

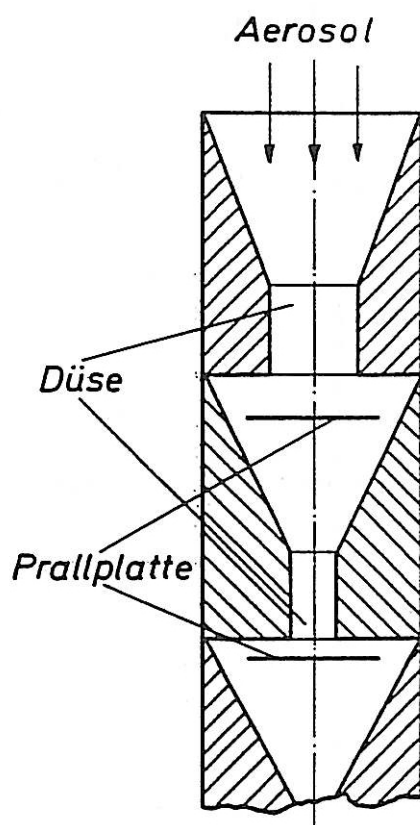


Abb. 17: Schema eines Kaskadenimpaktors (Höflinger, Entstaubungstechnik [4])

3.3.2.2. Indirekte Messungen

Zur Bestimmung der Staubkonzentration wird eine Hilfsgröße gemessen und über Eichung die entsprechende Zuordnung erreicht. Die gemessene Hilfsgröße hängt oft noch von anderen Einflüssen, wie z.B.: der Kornverteilung oder der Stoffzusammensetzung, ab. Es empfiehlt sich die Eichung regelmäßig zu überprüfen.

Zur Messung geeignete Hilfsgrößen sind:

- Lichtabsorption
- β – Strahlenabsorption der Lichtstreuung
- elektrostatische Aufladung
- Leitfähigkeit

In Abb. 18 ist die Messanordnung für eine Konzentrationsmessung mittels Lichtadsorption dargestellt. Bei dem durch den Gasstrom geleiteten Lichtstrahl tritt, abhängig von der Staubkonzentration, eine Schwächung der Intensität ein. Ein besonderer Vorteil der indirekten Messungen ist, dass sie sich für online – Messungen bei kontinuierlichen Vorgängen eignen.

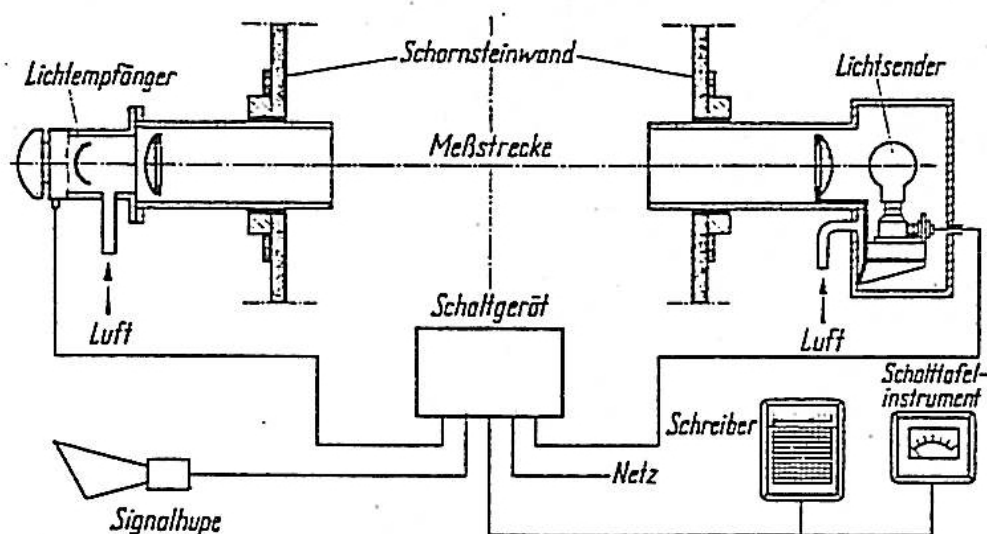


Abb. 18: Messanordnung mit Lichtabsorption (Höflinger, Entstaubungstechnik [4])

3.4. Sinkgeschwindigkeit

Zur Berechnung der Sink- oder Fallgeschwindigkeit wird hier, in Anlehnung an die später durchgeführten Versuche, nur der senkrechte Fall betrachtet. Die theoretische Sinkgeschwindigkeit soll zur Abschätzung der gemessenen Werte herangezogen werden.

Die theoretische Berechnung der stationären Sinkgeschwindigkeit im Schwerfeld für eine Kugel lautet wie folgt (Höflinger, Entstaubungstechnik [4]).

Randbedingungen:

- Ohne Beeinflussung durch weitere Partikel
- Ohne Beeinflussung von begrenzenden Wänden

Stationäre Sinkgeschwindigkeit im Schwerfeld

$$w_A = \sqrt{\frac{4 \cdot d \cdot (\rho_T - \rho_D) \cdot g}{3 \cdot \zeta \cdot \rho_D}}$$

Formel 3: stationäre Sinkgeschwindigkeit

Annahme einer laminaren Strömung ($Re < 0,5$).

$$\zeta = \frac{24}{Re}$$

Formel 4: Widerstandsbeiwert, laminarer Bereich

Reynoldszahl

$$\text{Re} = \frac{\rho_D \cdot d \cdot w_A}{\eta_L}$$

Formel 5: Reynoldszahl

Daraus ergibt sich die Stokesche Gleichung für die Sinkgeschwindigkeit.

$$w_A = \frac{d^2 \cdot (\rho_T - \rho_D) \cdot g}{18 \cdot \eta_L}$$

Formel 6: Stokesche Gleichung

Werte:

$d = 90 \mu\text{m}$	mittlerer Partikeldurchmesser
$\rho_D = 1,204 \text{ kg/m}^3$	Dichte von Luft bei 20°C
$\rho_T = 8700 \text{ kg/m}^3$	Dichte von Bronze
$\eta_L = 17,98 \cdot 10^{-6} \text{ Pa}\cdot\text{s}$	dynamische Viskosität von Luft

Damit ergibt sich nach Formel 4:

$$\underline{w_A = 2,136 \text{ m/s}}$$

Kontrolle ob die Annahme einer laminaren Strömung gerechtfertigt war.

$$\underline{\text{Re} = 12,872 > 0,5} \quad \text{Annahme war falsch}$$

Reynoldszahl liegt im Übergansbereich $0,5 < \text{Re} < 500$.

Damit ergibt sich für den Widerstandsbeiwert:

$$\zeta = \frac{18,5}{\text{Re}^{0,6}}$$

Formel 7: Widerstandsbeiwert im Übergansbereich

Nach Einsetzen von Formel 7 in Formel 3 und Umformen ergibt sich für die Sinkgeschwindigkeit:

$$\underline{w_A = 1,239 \text{ m/s}}$$

Eine Kontrolle der Reynoldszahl ($\text{Re} = 7,473$) bestätigt die Berechnung im Übergansbereich der Strömung.

In der Literatur existieren auch Diagramme aus denen man die Sinkgeschwindigkeit von kugelförmigen Partikeln in Luft, in Abhängigkeit vom Partikeldurchmesser und der Feststoffdichte, ablesen kann (siehe Abb. 19) [15]

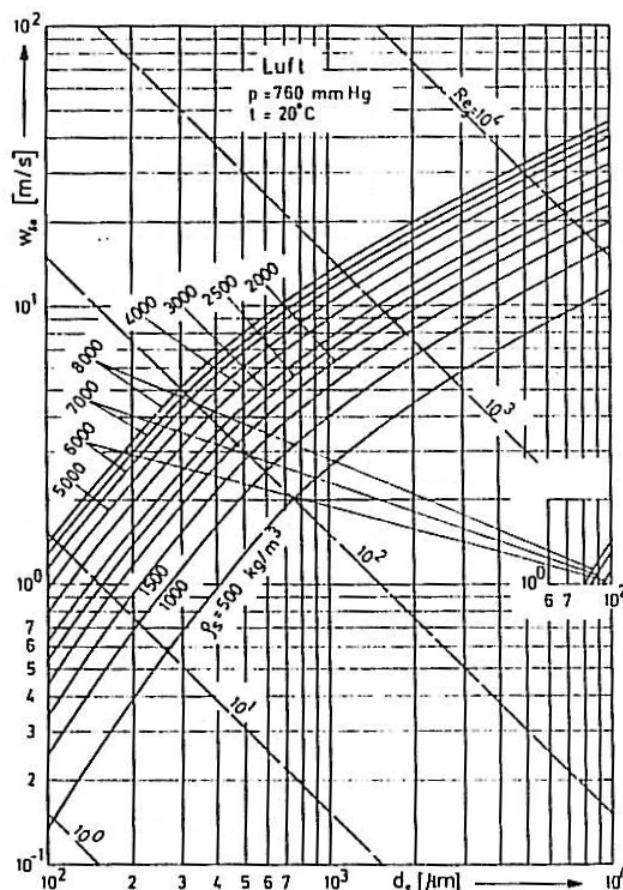


Abb. 19: Arbeitsdiagramm kugelliger Einzelteilchen in ruhender Luft, $T=20^{\circ}\text{C}$, $p=1013\text{mbar}$ (Weber [15])

3.5. Geschwindigkeitsmessung mittels LDA

3.5.1. Allgemeine Grundlagen der LDA

LDA steht für Laser-Doppler-Anemometrie.

Der Begriff Anemometrie leitet sich von der Bezeichnung Anemometer ab. Unter Anemometer (von griechisch anemos = Wind) versteht man Messgeräte, die zur Messung der Windgeschwindigkeit eingesetzt werden.

Inzwischen wird der Begriff Anemometrie allgemein für die Messung von Strömungsgeschwindigkeiten bei Flüssigkeiten und Gasen verwendet.

Das Messverfahren arbeitet mit Laserstrahlen und nutzt den Doppler-Effekt zur Bestimmung der Geschwindigkeit von bewegten Partikeln.

3.5.1.1. Doppler-Effekt:

Bewegen sich eine Quelle, die Wellen jeder Art aussendet, und ein Beobachter relativ zueinander, dann kann eine Frequenzverschiebung beobachtet und gemessen werden. Bei einer Annäherung kann vom Beobachter eine Frequenzerhöhung festgestellt werden. Entfernen sich beide von einander kommt es zu einer Verringerung der Frequenz.

Aus der Frequenzverschiebung kann die Relativgeschwindigkeit bestimmt werden.

Der Dopplereffekt wurde 1842 vom österreichischen Physiker und Mathematiker Christian Doppler erstmals vorausgesagt und 1845 vom Physiker Christoph Buys-Ballot experimentell bestätigt.

$$f_B = f_Q \cdot \left(\frac{c \pm v_B}{c \pm v_Q} \right)$$

Formel 8: Allgemeines Dopplergesetz

Dabei sind

f_B	Frequenz am Messort (Beobachter)	Hz
f_Q	Frequenz der Quelle	Hz
v_B	Geschwindigkeit des Beobachters	m/s
v_Q	Geschwindigkeit der Quelle	m/s

Worin c von der Art der Welle abhängt

- Bei Schallwellen entspricht c der Schallgeschwindigkeit im jeweiligen Medium
- Bei Licht entspricht c der Vakuumlichtgeschwindigkeit

3.5.2. Beschreibung der LDA mittels Doppler-Effekt

Ruck [11] hat in seinem Buch „Lasermethoden in der Strömungsmesstechnik“ die bisherigen Erkenntnisse zusammengetragen. Nachfolgend die wesentlichen Punkte, die für diese Arbeit von Bedeutung sind.

Mit einem Laser steht monochromatisches Licht mit kohärenter Phasenbeziehung zur Verfügung, eine wesentliche Voraussetzung für Laser-Doppler-Anemometrie. Wenn von bewegten Partikeln kohärentes Licht gestreut wird, dann erfährt das Streulicht eine Doppler-Frequenzverschiebung. Bei Kenntnis der Frequenz des ausgesandten Laserlichtstrahls kann durch Messen der Streulichtfrequenz auf die Geschwindigkeit der Partikeln geschlossen werden.

Zur Veranschaulichung der Grundlagen bei der LDA wird immer wieder die Analogie zum akustischen Dopplereffekt verwendet.

Wird nun ein bewegtes Partikel mit Laserlicht (Frequenz f_0) angestrahlt, dann gilt für die vom Partikel wahrgenommene Frequenz f' .

$$f' = f_0 \left(1 - \frac{\mathbf{u} \cdot \mathbf{l}}{c} \right)$$

Formel 9: Vom Teilchen wahrgenommene Frequenz

Das Streulicht, das in Folge von einem Detektor registriert wird, hat die folgende Frequenz f_D .

$$f_D = f_0 \cdot \frac{\left(1 - \frac{\mathbf{u} \cdot \mathbf{l}}{c} \right)}{\left(1 - \frac{\mathbf{u} \cdot \mathbf{l}_D}{c} \right)}$$

Formel 10: gemessene Frequenz am Detektor

$\mathbf{r} \cdot \mathbf{l}$	Skalarprodukt aus Geschwindigkeitsvektor und Richtungsvektor der Laserstrahlausbreitung	m/s
$\mathbf{r} \cdot \mathbf{l}_D$	Skalarprodukt aus Geschwindigkeitsvektor und Richtungsvektor des Detektors	m/s
f_D	Detektorfrequenz	Hz
f'	vom bewegten Partikel beobachtbare Frequenz	Hz
f_Q	Frequenz der Quelle	Hz

Anhand der Formel 10 ist ersichtlich, dass in der Detektorfrequenz f_D die Geschwindigkeitsinformation des bewegten Partikels enthalten ist. Das Problem dabei ist nur, dass die Frequenzänderung in Relation zur Laserlichtfrequenz sehr klein ist. Eine Bestimmung der Frequenzänderung und damit der Partikelgeschwindigkeit ist nicht mit ausreichender Genauigkeit möglich.

Abhilfe wird erreicht, indem der Laserstrahl aufgeteilt wird und zu einem Schnittpunkt gebracht wird. Dazu wird der Laserstrahl durch einen Strahlteiler in zwei Strahlen mit gleicher Frequenz geteilt. Beide Strahlen werden durch eine Linse oder ein Linsensystem im Brennpunkt geschnitten. Dieser Schnittpunkt stellt das Messvolumen dar und hat die Form eines Ellipsoids (siehe Abb. 20).

In Abb. 21 ist eine Anordnung mit Strahlteilung dargestellt. Darin sind auch die Richtungen der Vektoren ersichtlich, die in den Formeln 7 bis 9 verwendet werden.

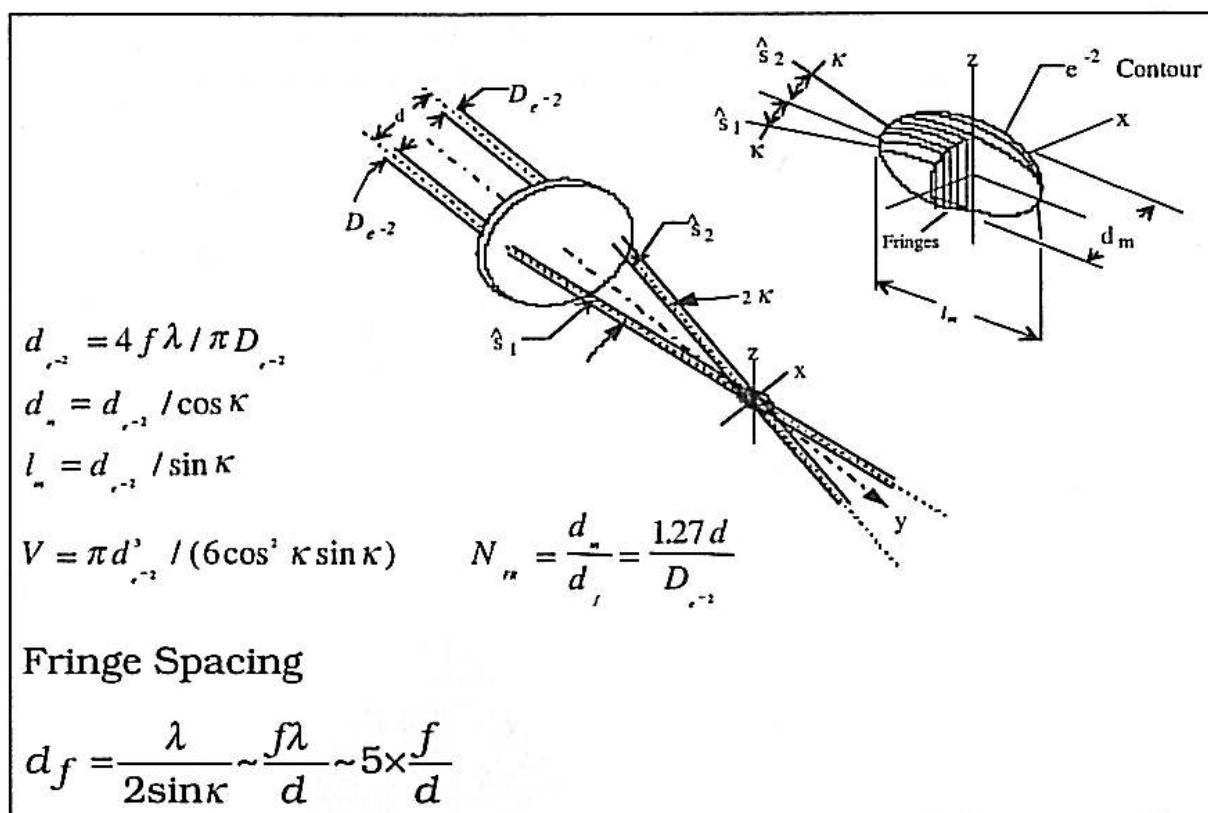


Abb. 20: Messvolumen (TSI [13])

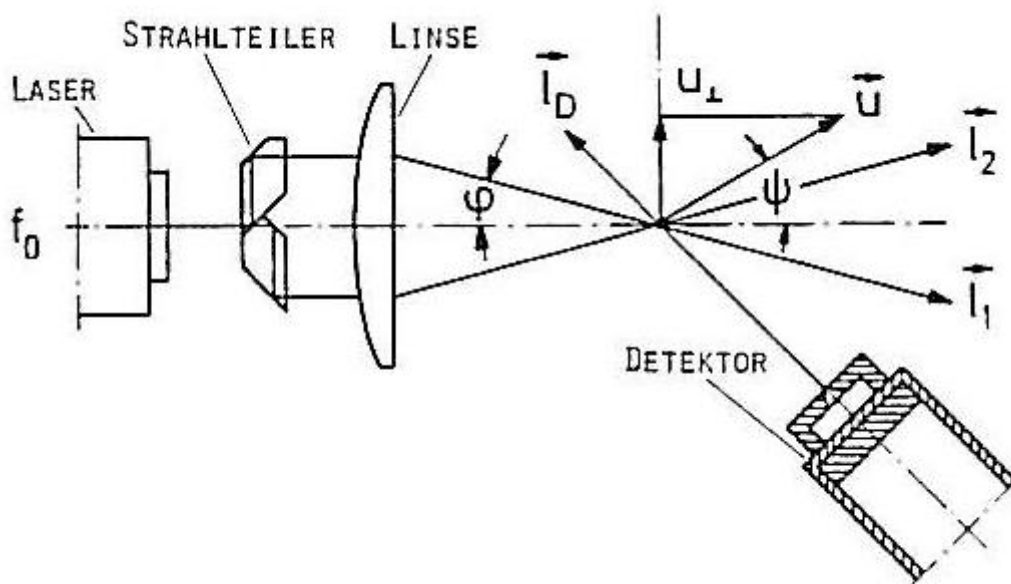


Abb. 21: Strahlteilung (Ruck [11])

Das bewegte Teilchen wird nun von zwei Lichtstrahlen erfasst. Analog zu Formel 9 gilt für die Frequenzen f'_1 und f'_2 .

$$f'_1 = f_0 \cdot \left(1 - \frac{r}{c} \cdot \frac{u \cdot l_1}{c} \right)$$

$$f'_2 = f_0 \cdot \left(1 - \frac{r}{c} \cdot \frac{u \cdot l_2}{c} \right)$$

Formel 11: Frequenzen vom Teilchen beobachtbar

Ähnliches gilt für die vom Detektor aufgenommenen Frequenzen f_{D1} und f_{D2} . In der Abb. 21 sind die beiden Richtungsvektoren l_1 und l_2 der beiden Strahlen dargestellt. Das bewegte Partikel bewirkt bei beiden Laserstrahlen eine Frequenzverschiebung. Anhand der Formel 11 ist erkennbar, dass sich durch diese unterschiedlichen Richtungsvektoren zwei verschiedene Skalarprodukte ergeben. Am Detektor wird eine Überlagerung der zwei Frequenzen registriert.

Zur Beschreibung der Überlagerung wird auf die skalare Wellentheorie zurückgegriffen. Dort wird eine Überlagerung von Lichtwellen unterschiedlicher Frequenz unter Verwendung der elektrischen Feldstärke beschrieben.

Dazu wird zuerst die elektrische Feldstärke der beiden Streulichtwellen ermittelt und dann damit jene der resultierenden Welle bestimmt.

$$E_{D1} = E_0 \cdot \cos 2\pi \cdot \left(f_{D1} \cdot t - \frac{x}{\lambda_1} \right)$$

$$E_{D2} = E_0 \cdot \cos 2\pi \cdot \left(f_{D2} \cdot t - \frac{x}{\lambda_1} \right)$$

Formel 12: elektrische Feldstärke der Streulichtwellen

Die elektrische Feldstärke der, durch Überlagerung entstandenen, resultierenden Welle ergibt sich zu

$$E_{res} = 2 \cdot E_0 \cdot \cos 2\pi \cdot \left(\frac{f_{D1} + f_{D2}}{2} \cdot t - \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2 \cdot \lambda_1 \cdot \lambda_2} \right) \cdot \cos 2\pi \cdot \left(\frac{f_{D1} - f_{D2}}{2} \cdot t - \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{2 \cdot \lambda_1 \cdot \lambda_2} \right)$$

Formel 13: Elektrische Feldstärke der resultierenden Welle

Durch die Überlagerung entsteht eine hochfrequente Signalwelle, die von durch eine niederfrequente Schwebung moduliert ist. Diese Schwebungsfrequenz ist nun messbar und die Geschwindigkeit des Partikels lässt sich daraus ermitteln. Die Schwebungsfrequenz Δf wird in diesem Zusammenhang auch als Signalfrequenz oder Doppler-Frequenz bezeichnet.

$$\Delta f = f_{D1} - f_{D2} \approx f_0 \cdot \frac{u \cdot l_{D2} - u \cdot l_{D1}}{c}$$

Formel 14: Schwebungsfrequenz oder Doppler-Frequenz

Wird die Formel 14 aufgelöst und entsprechend umgeformt, ergibt sich für die Schwebungsfrequenz

$$\Delta f = |u| \cdot \sin \psi \cdot \frac{2 \cdot \sin \varphi}{\lambda} = u_{\perp} \cdot \frac{2 \cdot \sin \varphi}{\lambda}$$

Formel 15: Schwebungsfrequenz

Anhand der Formel 15 und Abb. 21 sieht man, dass die messbare Frequenz (Schwebungsfrequenz) der Geschwindigkeitskomponente u_{\perp} senkrecht zur Winkelhalbierenden der beiden Laserlichtstrahlen entspricht.

In der Abb. 22 ist ein typisches LDA-Signal dargestellt.

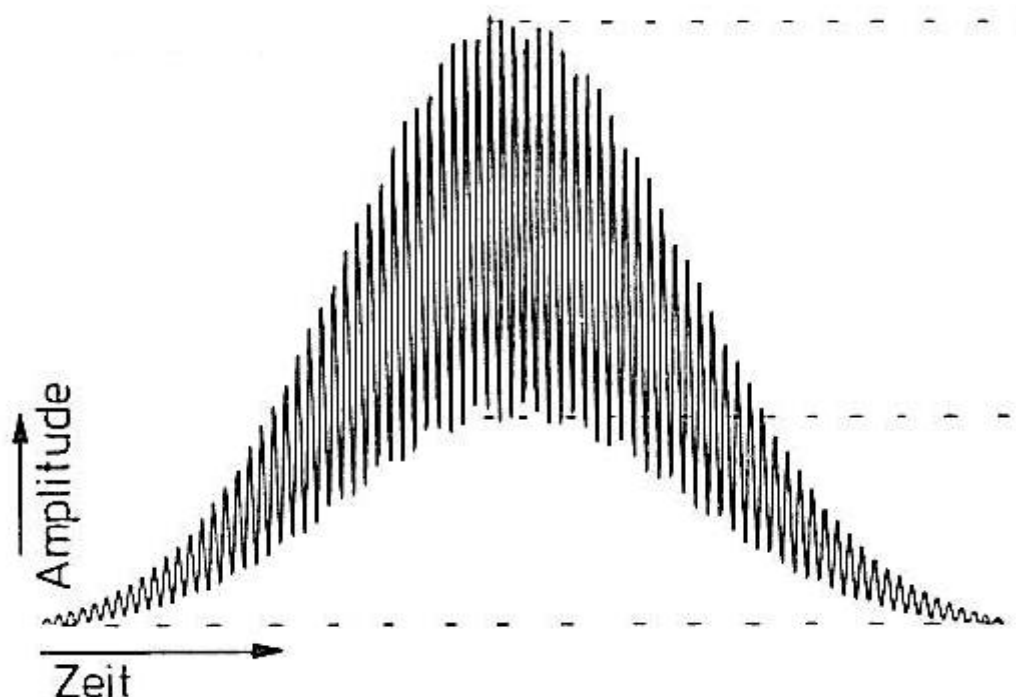


Abb. 22: typisches LDA-Signal (Ruck [11])

3.5.3. Beschreibung der LDA mittels Interferenzstreifenmodell

Eine andere Möglichkeit die LDA zu beschreiben, ist das Interferenzstreifenmodell.

Bei der Überlagerung zweier kohärenter, monochromatischer Lichtstrahlen ergibt sich im Schnittpunkt ein Interferenzmuster. Wenn zusätzlich beide Strahlen dieselbe Frequenz und ebene Wellenfronten haben, dann stellt sich ein stationäres paralleles Streifensystem ein. Der Abstand Δx der Interferenzstreifen hängt im Wesentlichen vom Überlagerungswinkel und der Wellenlänge ab und berechnet sich zu

$$\Delta x = \frac{\lambda}{2 \cdot \sin \varphi}$$

Formel 16: Abstand der Interferenzstreifen

Für das verwendete LDA System (siehe Abb. 29, Brennweite 250mm) gelten folgende Werte

Wellenlänge des Laserlichts	$\lambda = 680 - 695 \text{ nm}$
Halber Winkel zw. den kreuzenden Laserstrahlen	$\varphi = 5,52^\circ$

Damit ergibt sich ein Interferenzstreifenabstand (rechn. mittlere Wellenlänge 687,5 nm)

$$\Delta x = \frac{687,5 \cdot 10^{-9}}{2 \cdot \sin(5,52)} = 3,57 \mu\text{m}$$

Das entspricht dem Wert für den Interferenzstreifenabstand (Nominal fringe spacing) in der Spezifikation des LDA (siehe Abb. 29).

In Abb. 23 ist das Interferenzmuster, das sich im Messbereich ergibt, dargestellt.

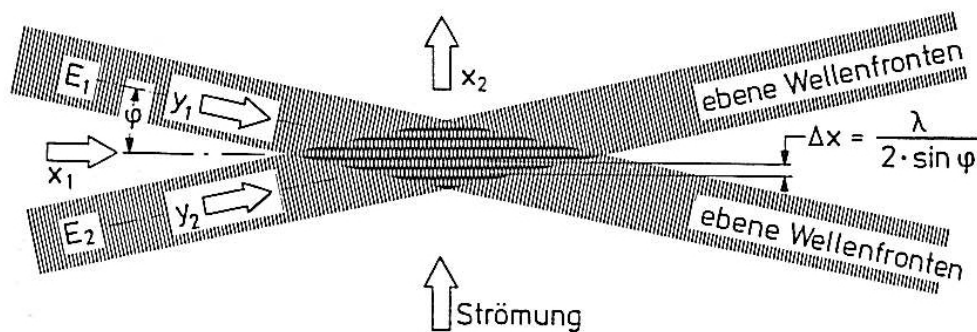


Abb. 23: Interferenzmuster (Ruck [11])

Wenn sich nun ein Partikel durch den Messbereich bewegt, so durchläuft es abwechselnd die Streifen und sendet bei Übergang entsprechende Impulse aus. Aus der Taktfrequenz der Impulse lässt sich auf die Geschwindigkeitskomponente u_{\perp} rückschließen.

$$\Delta f = \frac{u_{\perp}}{\Delta x} = u_{\perp} \cdot \frac{2 \cdot \sin \varphi}{\lambda}$$

Formel 17: Schwebefrequenz

3.5.4. Anordnung des Detektors, Streulichtintensität

Ein Vorteil der LDA ist auch, wie in den Formeln 13 und 15 ersichtlich, dass die Lage des Detektors keinen Einfluss auf die empfangenen Frequenzen hat und somit unabhängig von der Position des Detektors immer dasselbe Signal registriert wird.

Jedoch ändert sich mit der Position des Detektors im Raum die Intensität des empfangen Signals. Das Licht, das an einem Partikel gestreut wird, hat keine konstante Verteilung. Dazu kommt, dass sich das Streulicht, je nach Ausbreitungsrichtung, zu unterschiedlichen Anteilen aus Beugung, Brechung und Reflexion zusammensetzt. Eine entsprechende Untersuchung des räumlichen Streulichtverhaltens wurde vom deutschen Physiker Gustav Mie erstmals im Jahr 1908 durchgeführt. Die Ergebnisse sind heute als Mie-Theorie oder Mie-Streuung bekannt. In Abb. 24 kann man die Mie-Streuung an einem Wasserpartikel mit einem Durchmesser von $1 \mu\text{m}$ sehen.

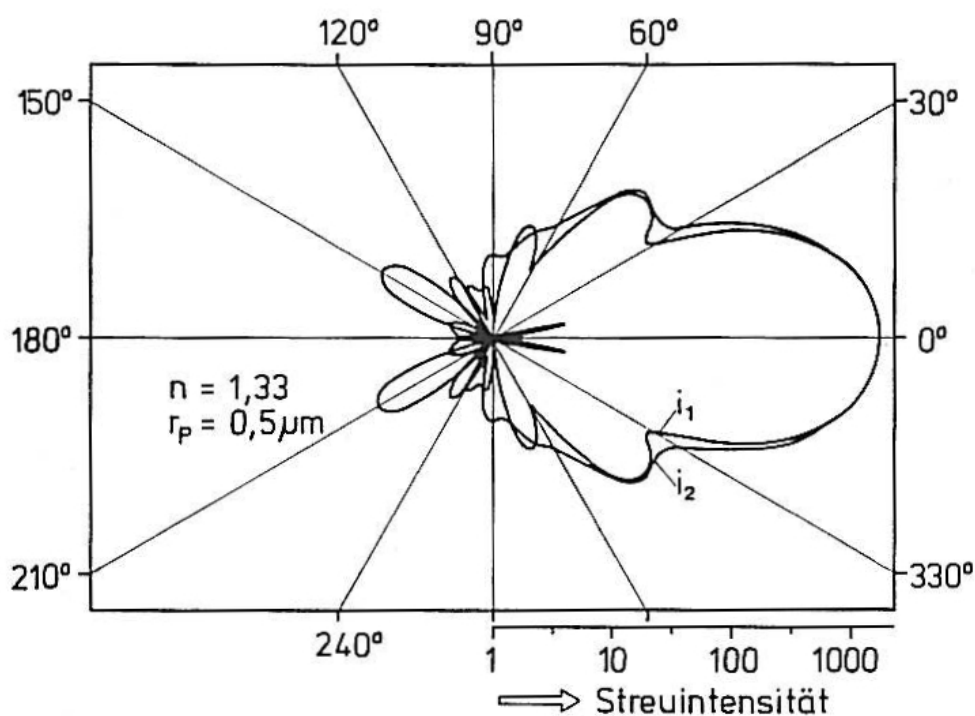


Abb. 24: Mie-Streuung an einem Wassertröpfchen, i_1, i_2 senkrecht bzw. parallel zur Polarisationsrichtung (Ruck [11])

Man erkennt, dass die Intensität bei der Vorwärtsstreuung am höchsten ist. Wenn nun die Rückwärtsstreuung detektiert werden soll, muss mitunter ein stärkerer Laser eingesetzt werden.

Bei der Anordnung des Detektors ist noch zu beachten, dass die beiden sich schneidenden Laserstrahlen nicht direkt in den Detektor gelangen dürfen (Schäden durch Überbelichtung).

Eine weitere nützliche Möglichkeit liefert der Einsatz einer Braggzelle (akustisch optische Zelle). Bei der bisher erläuterten Ausführung der LDA ist zwar die Anordnung des Detektors ohne Einfluss, aber die Geschwindigkeitsrichtung der Partikel kann nicht bestimmt werden. Wenn es aufgrund turbulenter Strömungen im Messvolumen zu einer Strömungsumkehr kommt, dann werden dennoch Geschwindigkeiten mit gleich Vorzeichen ausgegeben. Das führt zu einer falschen Interpretation der Geschwindigkeiten und in Folge dessen zu einem falschen Strömungsprofil.

In einer Braggzelle wird eine akustische Schwingung mit der Erregerfrequenz f_E aufgebaut, wenn nun der Laserstrahl die Zelle durchläuft so kommt es an den akustischen Wellen zu einer Brechung des Strahls (ähnlich der Brechung an Medien unterschiedlicher Dichte). Dadurch wird die Frequenz des Laserstrahls genau um die Erregerfrequenz angehoben (siehe Abb. 25, v entspricht darin der Frequenz f).

Bei der LDA wird, wie bereits zuvor beschrieben, der Laserstrahl aufgeteilt. Wird nun an einem der beiden Strahlen mittels Braggzelle eine Erhöhung der Frequenz erreicht, so stellt sich ein bewegtes Interferenzmuster im Messbereich ein. Durchläuft nun ein Partikel den Messbereich so erzeugt es je nach Strömungsrichtung in Relation zur Bewegungsrichtung des Interferenzmusters unterschiedliche Dopplereffektverschiebung des Streulichts.

Ist die Strömungsrichtung entgegen der Interferenzbewegung, dann ist die Frequenz geringer gegenüber jener bei gleicher Bewegungsrichtung.

Dadurch ist es nun auch möglich der Geschwindigkeit ein Vorzeichen zuzuordnen. Das LDA kann dadurch auch bei turbulenten Strömungen eingesetzt werden.

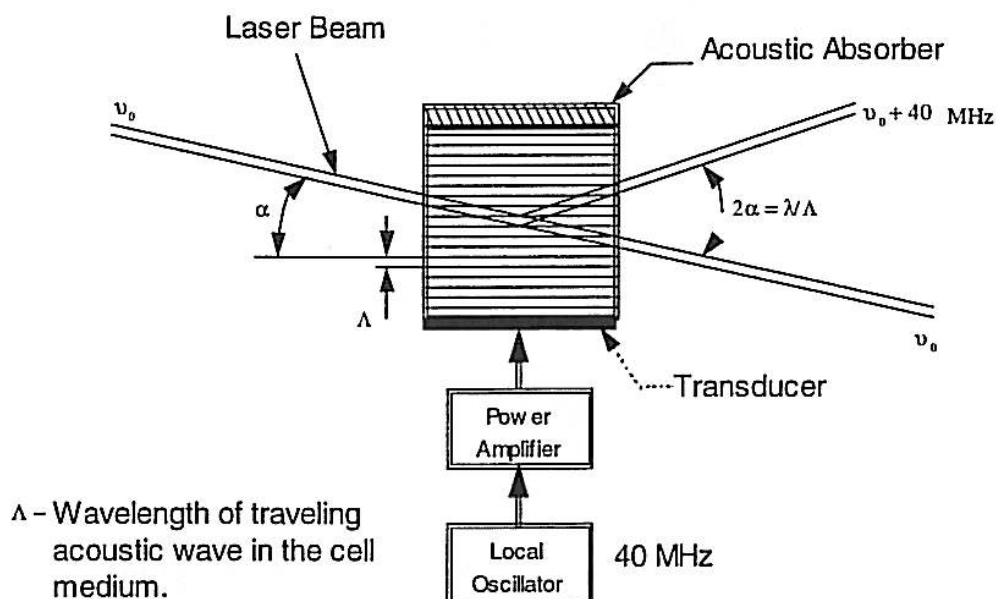


Abb. 25: Braggzelle (TSI [13])

3.6. Verwendetes LDA – System

3.6.1. Aufbau

Bei dieser Arbeit wurde ein System der Firma TSI verwendet. Das System besteht aus einem Signalprozessor (IFA 600 Processor), einem Diodenlaser (LDP-100 Probe) und einem DMA Interface Board zur Anbindung an einen PC (siehe Abb. 26).

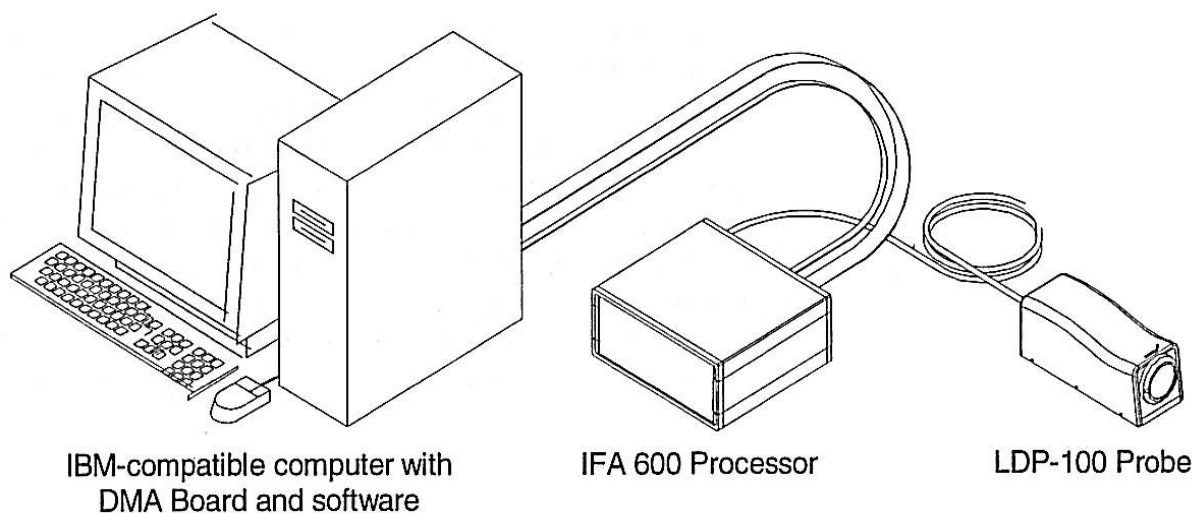


Abb. 26: LDA System (TSI [13])

Der Signalprozessor (IFA 600 Processor) enthält die gesamte Elektronik zur Messung und Aufbereitung der Messsignale (siehe Abb. 27). Einstellungen am Signalprozessor erfolgen ausschließlich über die entsprechende Software mittels PC. Das Eingangssignal durchläuft einen Hochpassfilter, danach wird das Rauschen entfernt (Amplitude burst gate circuit). Gleichzeitig das Signal geteilt und die Frequenz wird wieder gesenkt (Downmixing) und zwar

um jenen Betrag, um den zuvor einer der beiden Strahlen in der Braggzelle erhöht wurde. Anschließend werden diese beiden Signale noch durch einen Tiefpassfilter geschickt. Das Aufteilen in zwei Signale vor dem Absenken der Frequenz ist für die Bestimmung der Geschwindigkeitsrichtung erforderlich. Im Analog-Digital-Wandler wird das digitalisiert und geht anschließend zum Signaldetektor. Der Signaldetektor ermittelt über eine Fourier-Transformation die Dopplerfrequenz. Mit der Partikelgeschwindigkeit kann auch die Durchgangszeit und die Messzeit ausgegeben werden.

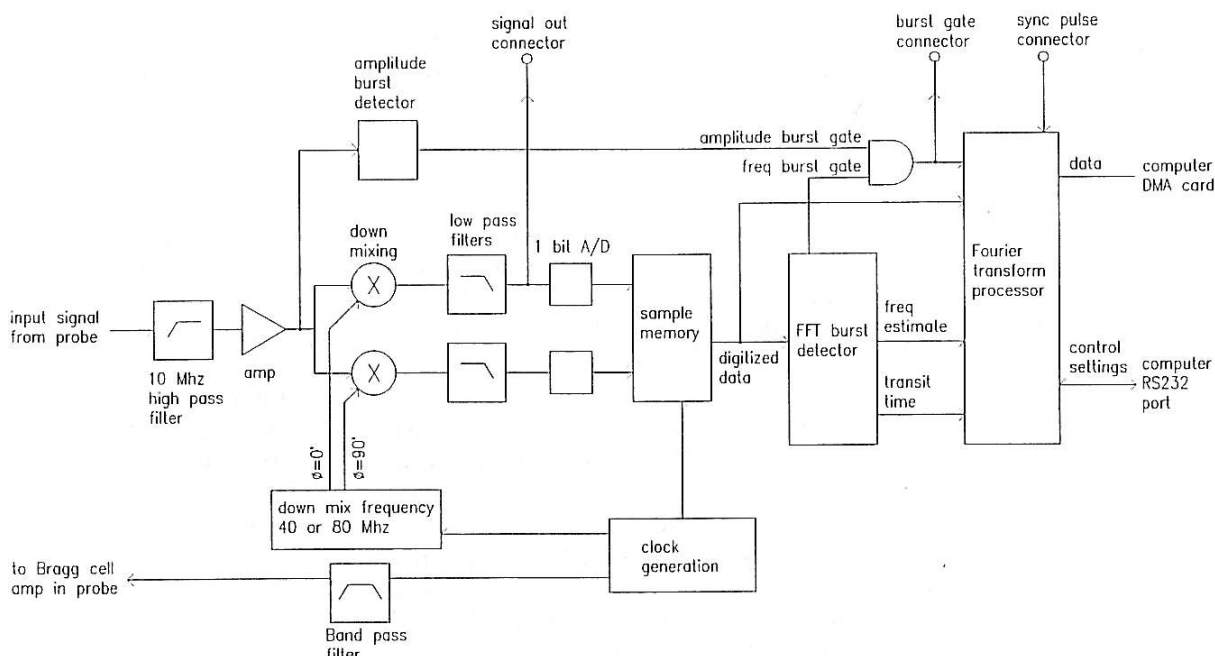


Abb. 27: Schaltplan Signalprozessor (TSI [13])

Der Diodenlaser (LDP-100 Probe) beinhaltet im Gehäuse neben der Laserdiode auch das Linsensystem, die Braggzelle und den Detektor zur Aufnahme der Streulichtinformationen (siehe Abb. 28).

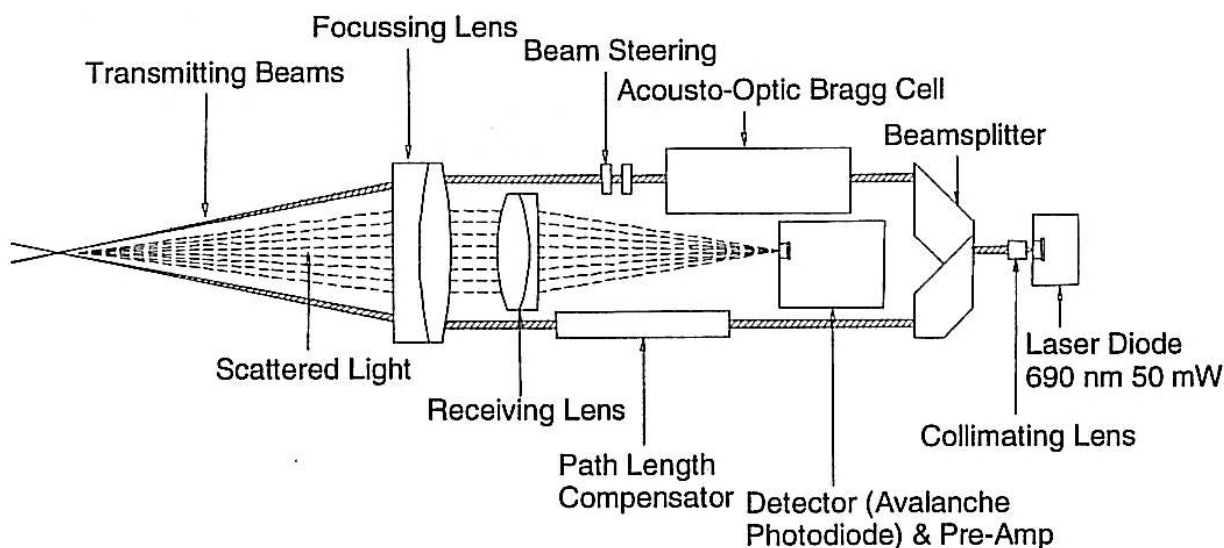


Abb. 28: Aufbau Laser (TSI [13])

Der Laser besitzt eine 50mW Laserdiode, die Laserlicht mit einer Wellenlänge von 690nm aussendet. Der Strahl wird geteilt (Beamsplitter) und bei einem der beiden Strahlen wird mittels Braggzelle die Frequenz um 40 MHz angehoben. Das Linsensystem bringt einerseits die beiden Laserstrahl im Brennpunkt zum Schnitt und andererseits leitet es das Streulicht zum Detektor.

Diese Anordnung mit Diode und Detektor in einem Gehäuse erleichtert die Handhabung wesentlich. Das Justieren beschränkt sich somit nur auf das Ausrichten des Messvolumens auf den gewünschten Bereich.

3.6.2. Softwareeinstellungen

Die mitgelieferte Software (Laserverc) dient zur Ansteuerung des Signalprozessors und zur Ausgabe der Messergebnisse über den PC. Für die späteren Versuche wesentliche Einstellmöglichkeiten sind nachfolgend angeführt.

- Downmixfrequenz
Wie zuvor angegeben, wird nach der Aufteilung des Laserstrahls die Frequenz eines der beiden Strahlen um 40 MHz erhöht, damit die Geschwindigkeitsrichtung ermittelt werden kann. Diese Frequenzerhöhung wird durch das „Downmischen wieder rückgängig gemacht. Zur Auswahl als Downmixfrequenz stehen 40 MHz und 80 MHz zur Verfügung.
Liegt die zu Dopplerfrequenz unterhalb von etwa 45-60 MHz, dann ist ein Downmischen mit 40 MHz anzuwenden und die Auswahlmöglichkeit 80 MHz wird verwenden, wenn hochfrequente Dopplersignale (Dopplerfrequenzen über 45-60MHz) und keine Strömungsumkehr zu erwarten sind.
Zur Abschätzung der zu erwartenden Dopplerfrequenz kann die Formel 17 mit den Werten der Stationäre Sinkgeschwindigkeit nach Formel 3 und den Werten für die Interferenzstreifenbreite (Nominal fringe spacing) aus Abb. 29 herangezogen werden. Oder man führt eine Probemessung durch und verwendet die gemessenen Geschwindigkeitswerte für eine Abschätzung.

Specifications of the Model LDP-100 Probe

Physical:			
Weight	9 lbs. (4.08 Kgs)		
Dimensions	10¾ × 4 × 4¼ in. (27.3 × 10.2 × 10.8 cm)		
Cable length	5 meters		
Operating temperature	0-40° C		
Optical:			
Laser wavelength	680-695 nm		
Laser power	50 mw		
Beam spacing	50 mm		
Electrical:			
Photodetector maximum frequency	155 MHz ¹		
Measurement Volume:			
	Focal Distance of Lens		
	120 mm	250 mm	350 mm
Beam half angle (κ)	10.74°	5.52°	3.97°
Nominal fringe spacing ²	1.84 μm	3.56 μm	4.95 μm
Length	.54 mm	2.0 mm	3.8 mm
Horizontal axis	100 μm	190 μm	265 μm
Vertical axis	45 μm	85 μm	115 μm
Number of Fringes	53	52	52

Abb. 29: Spezifikationen LDA (TSI [13])

- Sampling Rate**
 Als Regel gilt hier, dass die gewählte „Sampling Rate“ etwa dem drei bis fünffachen der nach dem Downmix erhaltenen Frequenz entsprechen soll. Das entspricht bei einem Downmix mit 40 MHz der Dopplerfrequenz. Beachtet werden muss bei einem Downmix mit 80 MHz, dass von der Dopplerfrequenz noch zusätzlich 40 MHz subtrahiert werden müssen.
 In der Praxis ist es sinnvoll vorerst einen höheren Wert für die Sampling Rate zu wählen und aus der erhaltenen maximalen Geschwindigkeit die Dopplerfrequenz abgeschätzt. Die Einstellung wird gegebenenfalls angepasst.
- Low-Pass Filter**
 Das empfangene Signal passiert nach dem „Downmischen“ einen Tiefpassfilter, der Geräusche mit höheren Frequenzen als die Signalfrequenz herausfiltert soll. Die Einstellwerte sollen gleich oder geringfügig höher als die erwarteten Werte der Dopplerfrequenz sein. Beachtet werden muss auch die eingestellte Downmixfrequenz.
- Amplitude Burst-Gate Threshold**
 Damit wird die Amplitudenschwelle festgelegt. Wenn die Amplitude eines eingehenden Signals diesen Schwellwert überschreitet, wird das Signal weiterverarbeitet. Dadurch besteht die Möglichkeit die Partikelgröße in gewissen Rahmen einzubeziehen.
 Der Amplitude des Signals nimmt mit der Partikelgröße zu. Bei entsprechender Einstellung des Schwellwertes werden nur Partikel ab einer ausreichenden Größe erfasst.
 Bei dieser Arbeit wird, wie in Abschnitt 3.7 erwähnt, monodisperses Schüttgut verwendet, eine Abgrenzung ist nicht erforderlich und es wird der kleinste Wert eingestellt.

- Signal to Noise Ratio (SNR)
Durch diese Einstellung kann die Qualität der erhaltenen Messwerte bestimmt werden. Es werden nur Signale (nach der Transformation) weitergegeben, die entsprechend der Einstellung einen Schwellwert überschreiten, wobei sich der Schwellwert an der Höhe der Signale orientiert (siehe Abb. 30).

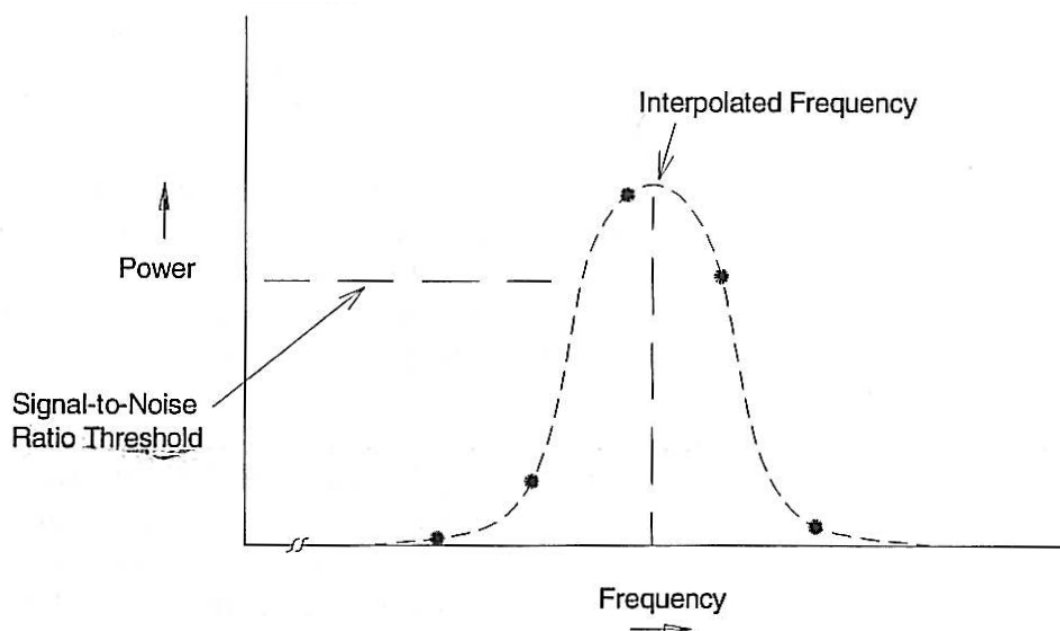


Abb. 30: Signal to Noise Ratio (TSI [13])

- Single Measurement per Burst Mode
Durch Aktivieren wird gewährleistet, dass pro Partikel nur eine Messung durchgeführt bzw. gezählt wird.
- Time Stamp
Diese Option ermöglicht den Zeitpunkt der Einzelmessungen zu erfassen. Bei durchgehenden Onlinemessungen oder längeren Messzeiten eine unverzichtbare Funktion. Hingegen bei den Versuchen in dieser Arbeit nicht erforderlich, da die Messzeiten nur im Bereich bis zu einer Minute liegen.
- Time out
Hier kann die gewünschte Messdauer angegeben werden.
- Data points
Hier kann die maximale Anzahl der Messwerte angegeben werden. Wenn diese erreicht wird, werden keine weiteren Signale mehr verarbeitet, unabhängig wie lange die Messung entsprechend der eingestellten Messdauer noch erfolgen würde.

Weitere Einstellmöglichkeiten sind für die gegenwärtige Arbeit nicht wesentlich und werden somit hier nicht näher erläutert. Für zusätzliche Informationen wird auf die Bedienungsanleitung (TSI [13]) verwiesen.

3.6.3. Ausgabe

Die Ausgabe der Messdaten erfolgt mittels der Laserverc Software am Bildschirm, zusätzlich werden die Daten in Dateien gespeichert. In Abb. 31 ist eine solche Ausgabe einer Messung dargestellt.

```
Data file acquired on 15-Nov-2001 at 10:16:16 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Thu Nov 15
10:16:30 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\seriel\101\PROB0002.raw
Number of Points Processed in file = 661, # good = 661
Data Aquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

+-----+-----+
| VALUE |      U      |
+-----+-----+
| POINTS |           661 |
+-----+-----+
| MEAN VEL | 2.586232e+000 |
+-----+-----+
| STD DEV  | 6.073682e-002 |
+-----+-----+
| TURB INT | 2.348467e+000 |
+-----+-----+
| SKEW     | -4.616100e-001 |
+-----+-----+
| FLATNESS | 4.440644e+000 |
+-----+-----+

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit
Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected =
0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 661.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.
```

Abb. 31: Ausgabedaten einer Messung

Darin sind:

POINTS	.....	Anzahl der Messwerte
MEAN VEL	.....	mittlere Geschwindigkeit (m/s) laut Formel 18
STD VEL	.....	Standard Abweichung laut Formel 19
TURB INT	.....	Variationskoeffizient (%) laut Formel 20
SKEW	.....	Skewness – Koeffizient (Schiefe) laut Formel 21
FLATNESS	.....	Flatness – Koeffizient (Wölbung) laut Formel 22

Die mittlere Geschwindigkeit entspricht dem arithmetischen Mittelwert der gemessenen Geschwindigkeiten.

$$\bar{v} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{x=1}^n v_x$$

Formel 18: Mittlere Geschwindigkeit (TSI [13])

Die Standardabweichung ergibt sich zu

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{\sum_{x=1}^n v_x^2}{n} - \bar{v}^2}$$

Formel 19: Standardabweichung (TSI [13])

Der Variationskoeffizient wird auch als „relative Standardabweichung“ bezeichnet und stellt eine Art Normierung der Varianz dar.

$$VarK = \frac{\sigma_v \cdot 100}{\bar{v}} (\%)$$

Formel 20: Variationskoeffizient (TSI [13])

Der Skewness-Koeffizient entspricht der Schiefe in der Statistik. Für die Berechnung der Schiefe werden verschiedene Formeln verwendet. Entsprechend dem Manual von TSI wird folgende Formel angewendet.

$$Skewness - Koeffizient = \frac{3. Moment}{2 \cdot \sigma_v^3}$$

$$3. Moment = \frac{\sum_{x=1}^n v_x^3}{n} - \left(3 \cdot \frac{\sum_{x=1}^n v_x^2}{n} \cdot \bar{v} \right) + 2 \cdot \bar{v}^3$$

Formel 21: Skewness Koeffizient (TS [13])

Der Flatness-Koeffizient steht für die Wölbung in der Statistik und gibt die Abweichung in Bezug zu einer Normalverteilung an.

$$Flatness - Koeffizient = \frac{4. Moment}{\sigma_v^4}$$

$$4. Moment = \frac{\sum_{x=1}^n v_x^4}{n} - \left(4 \cdot \frac{\sum_{x=1}^n v_x^3}{n} \cdot \bar{v} \right) + \left(6 \cdot \bar{v}^2 \cdot \frac{\sum_{x=1}^n v_x^2}{n} \right) - 3 \cdot \bar{v}^4$$

Formel 22: Flatness Koeffizient (TSI [13])

3.7. Versuchsmaterial

Bei der Wahl des Versuchsmaterials mussten gewisse Punkte beachtet werden.

- **Versuchsmaterial**
Das Material sollte abriebfest sein, um während der Versuche keinen zu großen Abrieb durch die Bewegung und den Aufprall zu erfahren. Ein Nebeneffekt davon ist auch, dass es mehrmals eingesetzt werden konnte. Die Dichte muss ausreichend hoch sein, um den Einfluss von Luftströmungen möglichst kein zu halten.
Als Versuchsmaterial wurde Bronzepulver gewählt (Dichte: 8700 kg/m^3)
- **Partikelgröße**
Eine möglichst monodisperse Größenverteilung ist gewünscht, damit zu große Unterschiede in der Fallgeschwindigkeit vermieden werden. Weiters müssen die Partikel groß genug sein, um mit der LDA erfasst werden zu können. Erreicht wurde das durch Sieben des Versuchsmaterials in einem Rüttelsieb mit einer Maschenweite von $80 \mu\text{m}$ und $100 \mu\text{m}$ (mittlerer Partikeldurchmesser $90 \mu\text{m}$).
- **Partikelform**
Damit die gemessenen Ergebnisse mit der Berechnung bzw. Abschätzung der stationären Sinkgeschwindigkeit vergleichbar sind, wären kugelförmige Partikel vorteilhaft. Für die Versuchsreihen ist die Partikelform unerheblich, da die Versuchsergebnisse miteinander verglichen werden.
- **Optische Eigenschaften**
Die Partikel sollen gute Lichtstreuungseigenschaften aufweisen, d.h. der Dichteunterschied zum umgebenden Medium muss ausreichend groß sein, damit Streuung auftritt.
- **Nicht hygroskopisch**
Unterschiedliche Feuchtegrade bewirken eine unterschiedliche Dichte und somit wären die Ergebnisse der Geschwindigkeitsmessung nicht vernünftig vergleichbar. Das Pulver wurde vor den Versuchen im Trockenschrank zusätzlich getrocknet.
- **Geringe Agglomerationsneigung**
Durch Agglomeration würden größere Partikel entstehen und dadurch die Messergebnisse verfälschen.
- **Einfach handhabbar**
Das Material sollte beim Aufprall keine große Staubentwicklung hervorrufen, ansonsten muss im Laborraum für entsprechende Maßnahmen gesorgt werden. Verständlicherweise sollte das Versuchsmaterial nicht toxisch, nicht Lungengängig oder in sonstiger Weise gesundheitsschädlich sein.

All diese Voraussetzungen werden vom verwendeten Bronzepulver im ausreichenden Maß erfüllt.

4. Praktischer Teil

4.1. Verwendete Fördereinrichtungen

Bei dieser Arbeit wurde zwei Fördereinrichtungen verwendet. Zu Beginn wurde ein bereits vorhandener Vibrationsförderer eingesetzt. Aufgrund der unregelmäßigen Fördereigenschaften des Vibrationsförderers wurde als Alternative ein Förderband konstruiert und gebaut.

4.1.1. Vibrationsförderer

Der vorhandene Vibrationsförderer hatte keine wesentlichen Einstellmöglichkeiten. Die Frequenz der Vibrationsbewegung konnte nicht verändert werden. Die unterschiedlichen Massenströme für die Versuchsreihen wurde einerseits durch verändern der Neigung der Rinne und andererseits durch verändern des Öffnungsquerschnittes einer zusätzlich angebrachten Blende.

Bei der Versuchsdurchführung wurden immer wieder Unregelmäßigkeiten im Massenstrom festgestellt. Bei genauer Betrachtung wurde als Ursachen der Förderer ermittelt. Die Vibrationseinrichtung hatte immer wieder Aussetzer und das wurde auf den Schüttgutstrom übertragen. Diese Auswirkungen spiegeln sich auch in den Diagrammen wieder (siehe Kapitel Darstellung der Ergebnisse).

4.1.2. Förderband

Aufgrund der zuvor erwähnten Schwierigkeiten mit der Kontinuität des Massenstroms wurde nach einer Alternative gesucht. Als mögliche Fördereinrichtungen wurden Schneckenförderer oder Förderband angesehen. Aus konstruktiven und anwendungsorientierten Gesichtspunkten (z.B.: einfache Realisierung, möglichst großer Massenstrombereich, einfache Einstellbarkeit) und natürlich auch aufgrund wirtschaftlicher Betrachtungen wurde die Entscheidung einer Realisierung eines Förderbandes getroffen. Die endgültige Version ist in den Abb. 32, Abb. 33 und Abb. 34 ersichtlich.



Abb. 32: Förderband, Foto 1



Abb. 33: Förderband, Foto 2

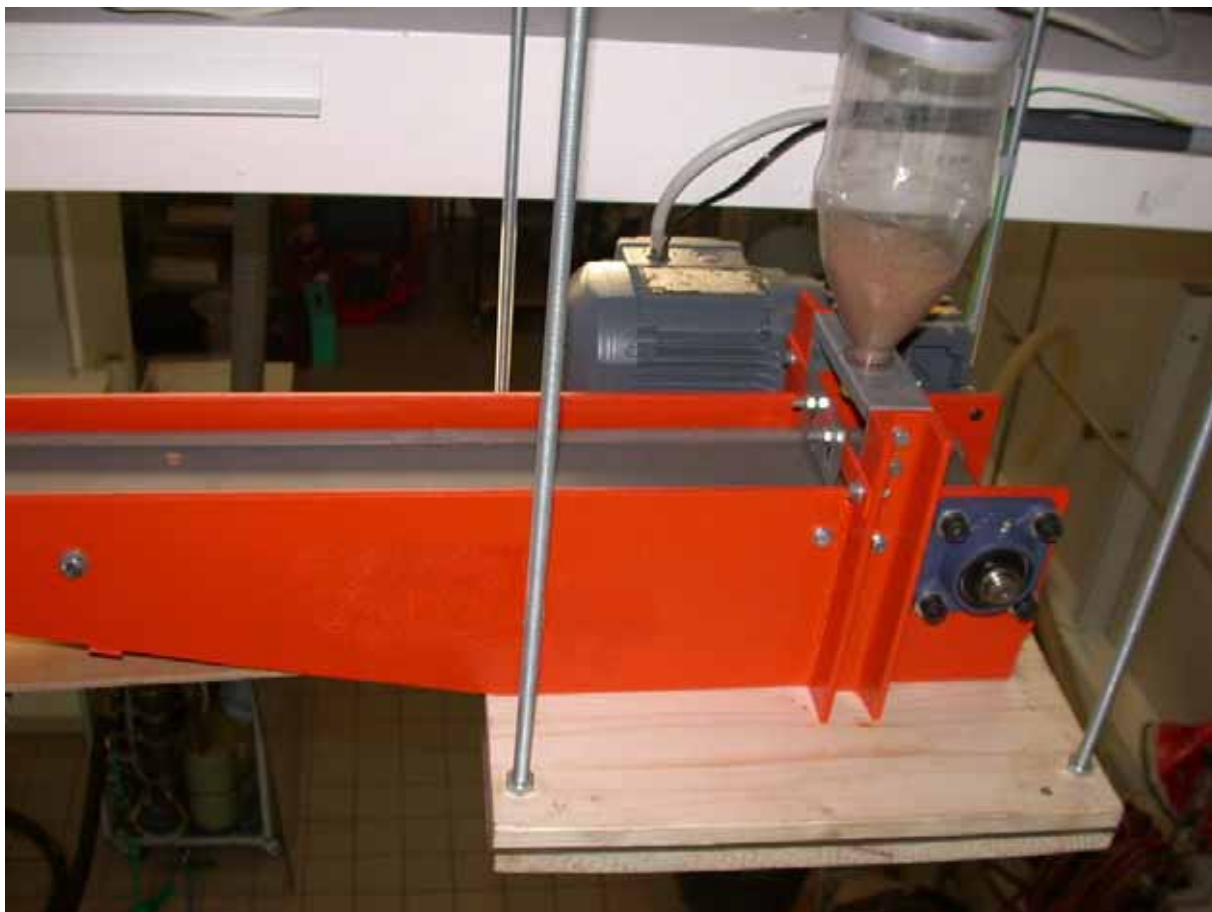


Abb. 34: Förderband, Foto 3

Der Einsatz einer Wägezelle zur definierten Dosierung des Massenstromes wurde als nicht notwendig angesehen. Die Verwendung einer Wägezelle hätte zu einem erhöhten Aufwand hinsichtlich der Steuerung und Abstimmung mit dem Förderband geführt. Die Versuche sollten erste grundlegende Ergebnisse liefern und eine Abschätzung hinsichtlich der Relevanz der Versuchsidee und der Ergebnisse ermöglichen. Bei aufbauenden oder weiterführenden Arbeiten kann eine umfangreichere Versuchsanordnung durchaus die Versuchsdurchführung erleichtern und mitunter auch genauere Ergebnisse liefern.

Der Antrieb des Förderbandes erfolgt über einen handelsüblichen elektrischen Getriebemotor (Spiroplangetriebe mit Drehstrommotor der Firma SEW Eurodrive). Die Steuerung der Motordrehzahl wird wie bereits zuvor erwähnt durch einen Frequenzumrichter (Typ Movitrac, Firma SEW Eurodrive) erreicht.

Beim Band wurde darauf geachtet, eine antistatische Ausführung zu verwenden, um Einflüsse durch elektrostatische Aufladung zu vermeiden. Der eingesetzte Fördergurt besitzt 10mm hohe Führungskeile an beiden Seiten. Eine Spannvorrichtung an der vorderen Rolle dient dem Nachspannen des Bandes (siehe Abb. 35).

Die Konstruktionszeichnungen (Zusammenstellungszeichnung, Schnitte und Werkstattzeichnungen) des Förderbandes wurden im Zuge der Diplomarbeit in AutoCAD erstellt und sind im Anhang B abgelegt. Die Bearbeitung und Herstellung der Einzelteile wurde in der Werkstätte der TU Wien durchgeführt.

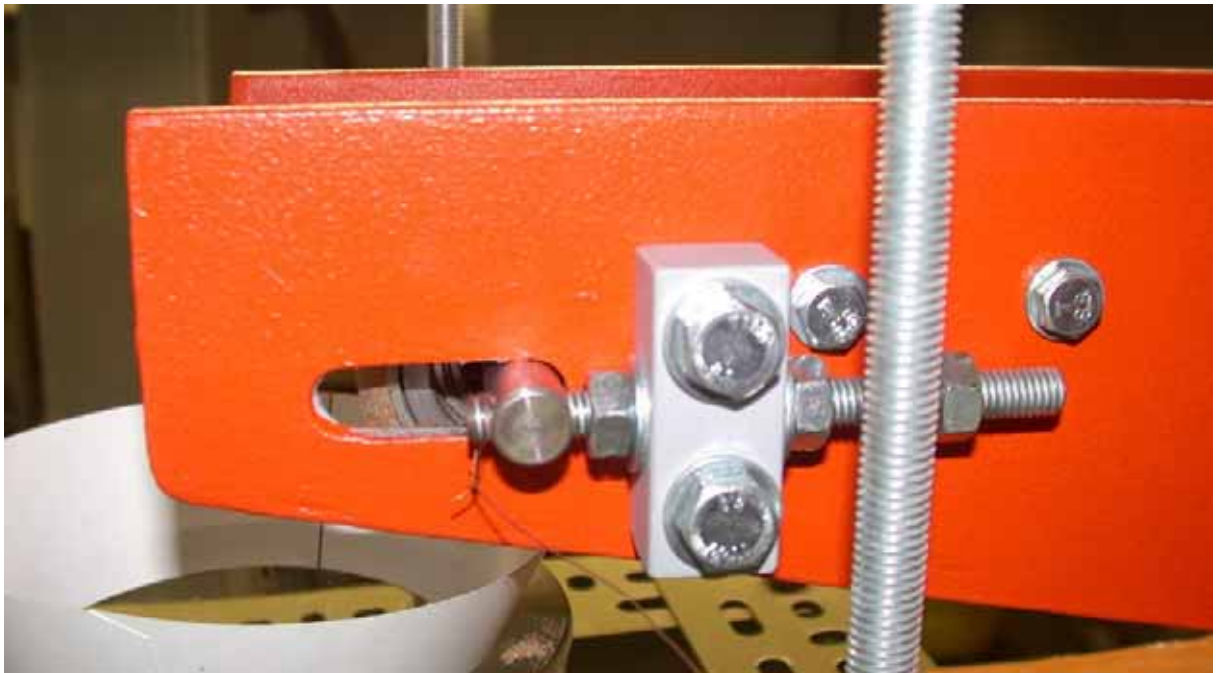


Abb. 35: Spannvorrichtung

Der Massenstrom \dot{m}_S bei einem Förderband wird bestimmt durch die Bandgeschwindigkeit v_B und der Querschnittsfläche A_S die vom Schüttgut bedeckt wird, siehe dazu Formel 23.

$$\dot{m}_S = v_B \cdot A_S$$

Formel 23: Schüttgutmassenstrom am Förderband

Die Querschnittsfläche A_S errechnet sich entsprechend Formel 24, die dazugehörigen Größen sind in der Abb. 36 eingezeichnet.

$$A_S = b \cdot h$$

Formel 24: Querschnittsfläche des Förderstromes am Band

Für den Massenstrom ergibt sich somit

$$\dot{m}_S = v_B \cdot b \cdot h$$

Formel 25: Schüttgutmassenstrom am Förderband (2)

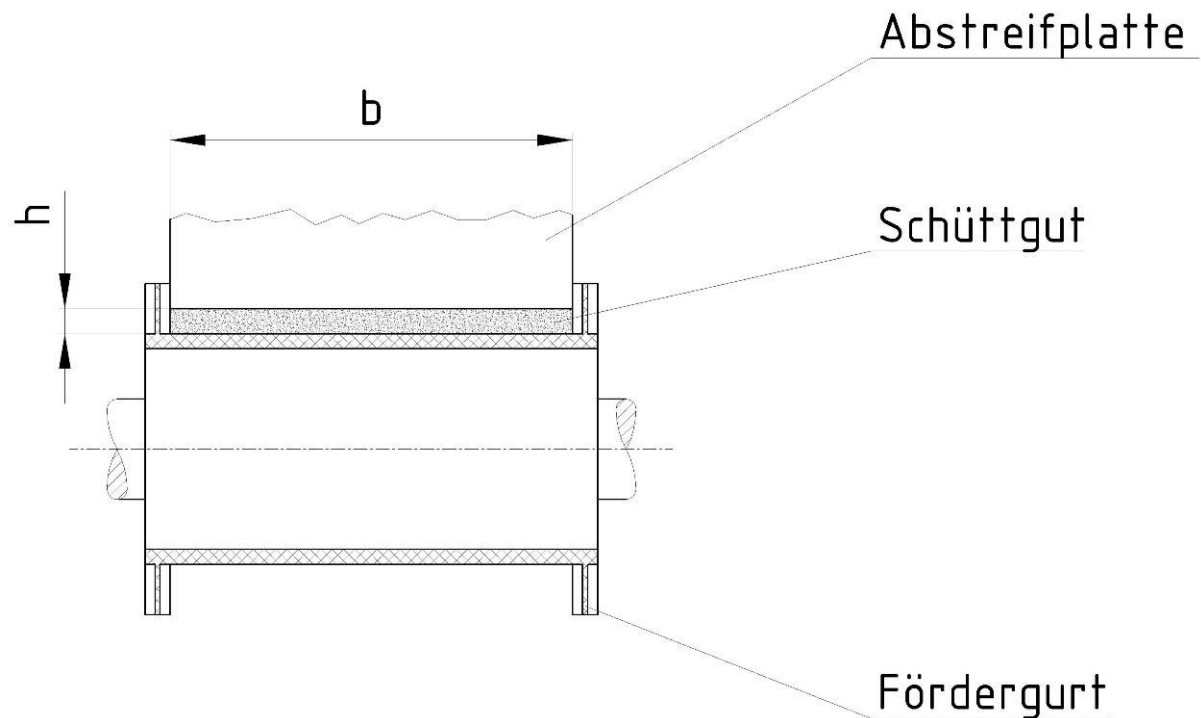


Abb. 36: Förderquerschnitt am Band

Anhand der Abb. 36 ist auch ersichtlich, dass die Breite b des Bandes hierbei eine konstante Größe ist und nicht variiert werden kann. Entsprechend Formel 25 ergibt sich daher, dass eine Variation des Massenstromes nur erreicht wird durch Verändern der Bandgeschwindigkeit v_B und durch Vergrößern oder Verkleinern der lichten Höhe h an der Abstreifblende.

Das Einstellen der Fördergeschwindigkeit wird über den Frequenzumrichter erreicht. Die Drehzahl des Elektromotors wird über den Frequenzumrichter gesteuert und dadurch die Bandgeschwindigkeit festgelegt.

Die Höhe des Fördergutquerschnitts wird durch eine höhenverstellbare Abstreifblende bestimmt (siehe Abb. 37).



Abb. 37: Abstreifblende am Förderband

4.2. Versuchsaufbau

Die Versuche wurden in Laborräumen der TU Wien durchgeführt, damit mussten keine äußeren Einflüsse wie z.B. Wind, erhöhte Feuchtigkeit, oä. berücksichtigt werden.

Der Versuchsaufbau setzt sich zusammen aus

- Fördereinrichtung (Vibrations- oder Bandförderer mit Frequenzumrichter)
- Glasrohr (Innendurchmesser 106,8mm)
- Auffangkasten (Glaskasten)
- Stativ für Diodenlaser
- Diodenlaser mit Detektor (LDP100, am Stativ befestigt)
- Signalprozessor (IFA 600)
- PC

In der Abb. 38 ist der Versuchsaufbau skizziert. In der Abbildung sind auch die Messpunkte MP1 bis MP14 eingezeichnet.

Die Fallhöhen von der Abwurfkante zu den einzelnen Messpunkten gemessen, sind für die beiden verwendeten Fördereinrichtungen in Tabelle 2 angegeben.

Messpunkt Nr.	Fallhöhe (mm)	
	Vibrationsförderer	Förderband
1	346	339
2	411	404
3	491	484
4	621	614
5	686	679
6	781	774
7	846	839
8	911	904
9	976	969
10	1041	1034
11	1106	1099
12	1171	1164
13	1236	1229
14	1301	1294

Tabelle 2: Fallhöhen bei den Messpunkten

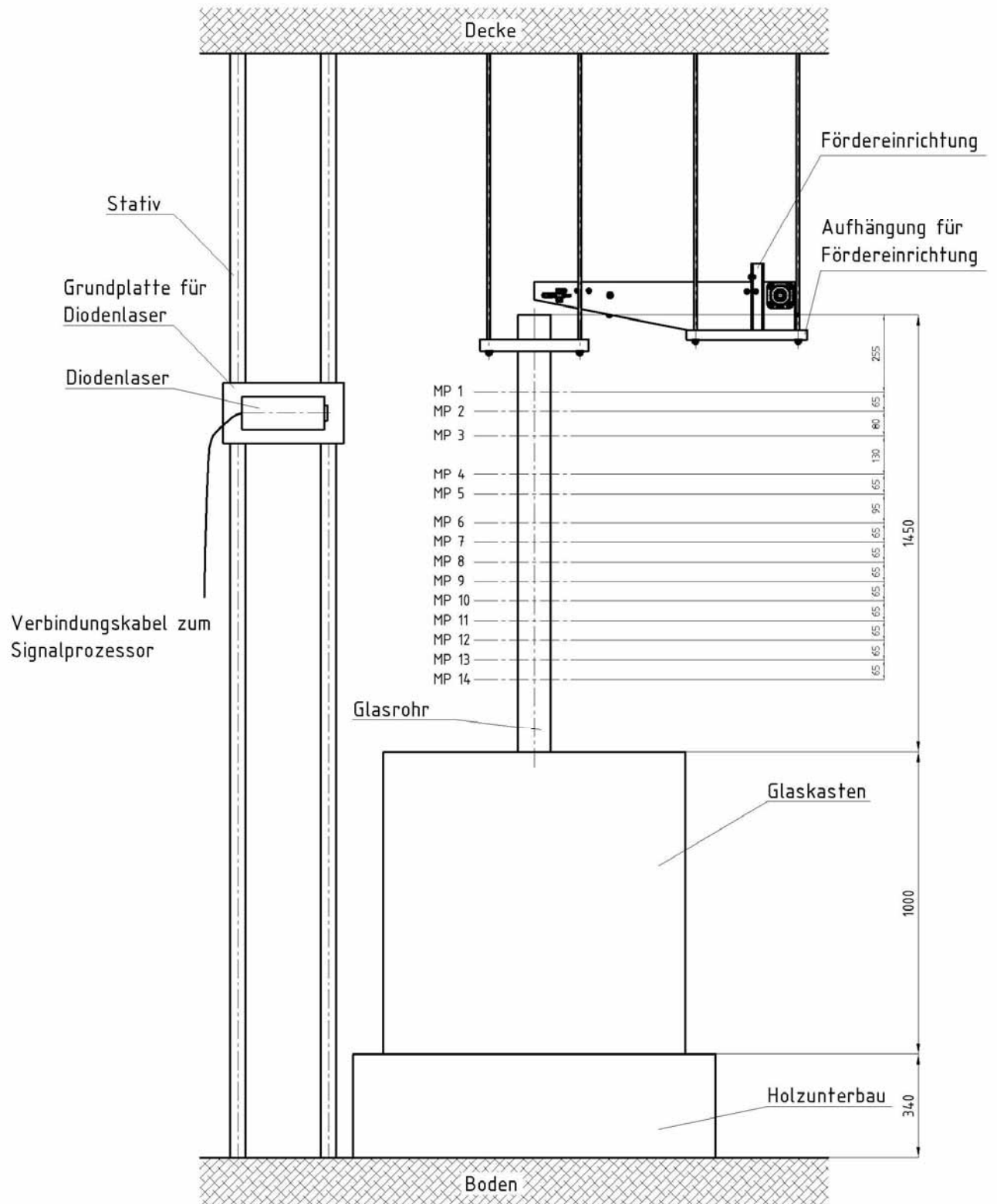


Abb. 38: Versuchsaufbau

Der Diodenlaser wird auf einer Grundplatte montiert, die wiederum am Stativ bei den jeweiligen Messhöhen fixiert wird.

Das Messvolumen der sich kreuzenden Laserstrahlen wird bei der jeweiligen Messhöhe im Querschnittsmittelpunkt des Glasrohres positioniert. Die Justierung erfolgt unter Zuhilfenahme eines Senklotes. Das Lot wird im Rohrmittelpunkt geführt und der Diodenlaser mit der Grundplatte entsprechend höhenverstellt, sodass der Schnittpunkt der Laserstrahlen am Lot bei der gewünschten Fallhöhe liegt.

In der Abb. 39 ist die Anordnung des Diodenlasers mit Glasrohr bei eingeschaltetem Laser ersichtlich.



Abb. 39: Schnittpunkt der Laserstrahlen im Glasrohr

Bei Ruck [11] wird für Messungen an Rohrleitungen eine spezielle Kopplung vorgeschlagen, um eine Beeinflussung der Laserstrahlen durch die gekrümmten Flächen möglichst gering zu halten.

An gekrümmten Flächen (Glasrohr, usw.) wird ein quaderförmiger Glasbehälter angesetzt. Dadurch können die Laserstrahlen im rechten Winkel in den Glasquader eintreten. Der Zwischenraum zur gekrümmten Fläche wird mit einem Medium gefüllt, das annähernd den gleichen Brechungsindex hat wie das Material der gekrümmten Fläche. Bei Glas kann ein Ölgemisch, das Rizinusöl oder Olivenöl enthält, verwendet werden. Dadurch werden die Laserstrahlen durch den Übergang vom Füllmedium auf die gekrümmte Fläche nicht wesentlich beeinflusst.

Bei der eingesetzten Versuchsanordnung müsste entweder das Rohr über die gesamte Messhöhe mit einer entsprechenden Kopplung umgeben oder eine verschiebbare Kopplungseinheit eingesetzt werden, die aber einen erheblichen Dichtungs Aufwand erfordern würde.

Aufgrund des relativen hohen Aufwandes zur Realisierung einer solchen Kopplung wird für diese Arbeit darauf verzichtet.

4.3. Versuchsdurchführung

4.3.1. Allgemein

4.3.1.1. Sicherheitsvorkehrungen

Während der Messungen verlaufen die beiden Laserstrahlen durch den Laborraum. Zur Warnung wegen dem Einsatz des Lasers wurde an der Eingangstür ein entsprechender Warnhinweis angebracht. Mitarbeiter die sich im Raum aufgehalten haben, wurden entsprechend eingewiesen.

Zum Schutz vor eventuell auftretenden Feinstaub wurde während den Versuchen ein entsprechender Mund- und Nasenschutz verwendet.

4.3.1.2. Plausibilität der Sinkgeschwindigkeit

Bei den ersten Versuchen wurde, ohne definierten Massenstrom, die berechnete Sinkgeschwindigkeit nach Formel 3 mit den gemessenen Werten verglichen. Wie in Tabelle 3 ersichtlich stimmen die Größenordnungen der Geschwindigkeitswerte annähernd zusammen. Gründe für die dennoch höheren gemessenen Geschwindigkeiten im Kollektiv werden im Zuge dieser Arbeit versucht anzugeben. Das Messverfahren und die theoretische Betrachtung liefern also annähernd vergleichbare Ergebnisse, damit sind die getroffenen Einstellungen korrekt und das Messverfahren in der gewählten Anordnung für weitere Versuche anwendbar.

MP	Fallweg (m)	Mittlere Geschwindigkeit (m/s)	Stationäre Sinkgeschw. (m/s)
1	346	2,586	1,239
2	411	2,779	
3	491	2,883	
4	621	3,126	
5	686	3,522	
6	781	3,304	
7	846	3,346	
8	911	3,580	
9	976	3,569	
10	1041	3,375	
11	1106	3,614	
12	1171	3,644	
13	1236	3,891	
14	1301	3,869	

Tabelle 3: mittlere Geschwindigkeiten, Vibrationsförderer

4.3.1.3. Massenstrombestimmung

Wie bereits in Kapitel 4.1.2 beschrieben kann der Massenstrom anhand der Formel 25 berechnet werden. Für die praktische Bestimmung des Massenstromes wurde während einer bestimmten Zeit das Material aufgefangen und anschließend gewogen. Daraus ergibt sich der Massenstrom wie folgt.

$$\dot{m}_{Sg} = \frac{m_{S\Delta t}}{\Delta t_{mg}}$$

Formel 26: Massenstrom gemessen

Bei einem Vergleich konnte festgestellt werden, dass die berechneten Werte stets etwas größer waren, als die durch Wägung ermittelten Massenstromwerte. Die Ursache dafür ist, dass bei bewegtem Förderband der Abstand b zwischen Band und Abstreifblende aufgrund der Schwankungen des Bandes geringer ist als im Stillstand.

Für die Versuche wurde der Massenstrom weiterhin durch Wägung des, in einer bestimmten Zeitspanne, abgeworfenen Materials bestimmt.

4.3.1.4. Kontrolle der Einstellungen

Die in Kapitel 3.6.2 angeführten Softwareeinstellungen werden gewählt und überprüft.

- **Downmixfrequenz**
Die zu erwartende Dopplerfrequenz berechnet sich nach Formel 17 mit den Werten für die stationäre Sinkgeschwindigkeit aus Kapitel 3.4 und die Interferenzbreite Δx für eine Brennweite von 250mm aus Abb. 29.

$$\Delta f = \frac{u_{\perp}}{\Delta x} = \frac{1,239 \frac{m}{s}}{3,56 \mu m} = 0,348 \text{ MHz}$$

Formel 27: Abschätzung Downmixfrequenz

Die erwarteten Dopplerfrequenzen liegen unterhalb der im TSI Manual angegebenen Grenze von 45 MHz.

Einstellwert: 40MHz

- **Sampling Rate**
Entsprechend der Vorgabe (TSI Manual [13]) und wie in Kapitel 3.6.2 erwähnt, soll die Sampling Rate etwa das Fünffache der Dopplerfrequenz sein. Es sind Auswahlwerte vorgegeben.
gewählter Einstellwert: 5MHz
- **Low-Pass Filter**
Wie in Kapitel 3.6.2 erwähnt soll die Einstellung des Low-Pass Filters in etwa der Dopplerfrequenz entsprechen. Es sind Auswahlwerte vorgegeben.
gewählter Einstellwert: 2,5 MHz

- Amplitude Burst-Gate Threshold
Durch die Verwendung von monodispersen Versuchsmaterial ist diese Einstellmöglichkeit nicht von Bedeutung und wird auf den kleinsten Wert (25mV) eingestellt.
Einstellwert: 25mV
- Signal to Noise Ratio (SNR)
Einstellwert: Medium
- Single Measurement per Burst Mode
Diese Option wird aktiviert, sodass pro Partikel nur eine Messung durchgeführt wird.
- Time Stamp
Diese Option wird nicht verwendet und daher deaktiviert.
- Time out
Die Messzeit wird in Abhängigkeit des Massenstroms festgelegt. Bei höheren Massenströmen ist einerseits die vorhandene Menge des Versuchsmaterials entsprechend rasch abgeworfen und andererseits werden mehr Werte in kürzerer Zeit erfasst. Die gewählten Messzeiten liegen etwa bei 20 bis 60 Sekunden.
- Data points
Die maximale Anzahl der Messwerte wird dadurch begrenzt.
Einstellwert: 10000 Werte

4.3.1.5. Einflüsse

Die ersten Versuchsreihen dienten zur Kontrolle. Es wurden mehrere Messungen mit dem gleichen Massenstrom durchgeführt und dabei wurde auf reproduzierbare Ergebnisse geachtet.

Es musste jedoch festgestellt werden, dass mit jeder erneuten Messung bzw. mit jedem weiteren Materialabwurf durch das Rohr die gemessenen Fallgeschwindigkeiten geringere Werte aufwiesen.

Als mögliche Ursache wurde eine Verschmutzung des Rohres während der Abwurfvorgänge vermutet. Deshalb wurde nun vor jedem Materialabwurf die Innenwand des Rohres entsprechend trocken gereinigt.

Die Abnahme der Geschwindigkeitswerte bei wiederholten Messungen ist daraufhin zurückgegangen, aber erreichte dennoch kein akzeptables Ausmaß. Es mussten also noch weitere Einflüsse wirken.

Durch die Bewegung könnte es zu elektrostatischer Aufladung kommen und dadurch die Messergebnisse beeinflusst werden. Abhilfe dagegen sollte eine Umwicklung mit Kupferdraht und Erdung desselben erreicht werden.

Die beiden erwähnten Maßnahmen ermöglichten nun reproduzierbare Messdaten in den Messpunkten bei gleichem Massenstrom.

Eine weitere Unstimmigkeit wurde beim Vergleich der Geschwindigkeitswerte einer Messserie festgestellt. Bei einer Messserie werden bei gleichem Massenstrom die Geschwindigkeiten in allen vierzehn Messpunkten ermittelt.

Die Fallgeschwindigkeit hat wie erwartet mit der Fallhöhe zugenommen. Bei den letzten Messpunkten aber hat die Geschwindigkeit, entgegen der Theorie, wieder abgenommen.

Der Rückgang der Geschwindigkeit am Fallrohrende war durch die gewählte Auffanganordnung begründet. Es wurde wegen der besseren Handhabung ein Auffangbehälter am Boden zum Sammeln des Versuchsmaterials verwendet. Beim Einströmen des Schüttgutes in den Behälter dürfte es zu Luftverwirbelungen gekommen sein und diese hatten zur Folge, dass die Strömung am Rohrende abgebremst wurde.

Ohne Auffangbehälter wurde eine stetige Geschwindigkeitszunahme entlang der Fallhöhe beobachtet.

Um zusätzlich den Einfluss unterschiedlicher Feuchtegehalte des Versuchsmaterials zu vermindern, wurde das Probenmaterial immer in der Nacht im Trockenschrank bei etwa 105°C gelagert.

4.3.2. Messserien

4.3.2.1. Ablauf einer Messserie

Vor Beginn einer Messserie wird der Lasermesskopf am Messpunkt MP1 ausgereicht. Das Glasrohr wird anschließend gereinigt, damit die erwähnten Einflüsse verringert werden.

Zur Bestimmung des Massenstromes wird das Material in die Fördereinrichtung gegeben und durch mehrmaliges Auswiegen entsprechend Kapitel 4.3.1.3 ermittelt. Daraus wird der arithmetische Mittelwert gebildet und für die Auswertung verwendet.

Um bei der Aufnahme der Messwerte gleichmäßige Strömungsverhältnisse zu haben, wird nach Beginn des Schüttgutabwurfes eine gewisse Zeit (Einlaufzeit) gewartet. Dadurch soll verhindert werden, dass die Messwerte zu früh erfasst werden und das Ergebnis eventuell beeinflussen.

Nach Verstreichen der Einlaufzeit wird die Messung gestartet. Die Messdauer wird in weiterer Folge begrenzt entweder durch das Erreichen der maximalen Anzahl der Messwerte oder durch das Ablaufen der vorgewählten Messzeit. Die Messzeit wird in Abhängigkeit des Massenstromes gewählt. Ein hoher Massenstrom bedingt durch die begrenzte mögliche Schüttgutmenge in der Fördereinrichtung eine kurze Messdauer.

Nach abgeschlossener Messung im Messpunkt MP1 werden die Ergebnisse gespeichert und bzgl. Aussagefähigkeit (Plausible Werte, ausreichende Anzahl an Messwerten) abgeschätzt.

Bei zufriedenstellenden Ergebnissen wird der Laser für den nächsten Messpunkt eingestellt. Das Glasrohr wird wieder gereinigt und die Messung nach oben beschriebenen Ablauf wiederholt.

4.3.2.2. Daten der Messserien

Wie bereits erwähnt, sollen die Geschwindigkeitsprofile bei verschiedenen Massenströmen erfasst werden.

Die Massenströme zu den Messserien wurden, wie zuvor beschrieben, durch Mittelwertbildung über mehrere Messungen ermittelt. In Tabelle 4 und Tabelle 5 sind die zugehörigen Werte angegeben. Bei den Messserien 1 bis 7 wurde der Vibrationsförderer und ab Messserie 8 das Förderband verwendet.

Messserie	Einlaufzeit (s)	gem. Massenstrom (g/s)	Mittelwert (g/s)
	Messzeit (s)		
1	10	14,4	13,6
	30	13,5	
		12,9	
		13,8	
2	15	1,1	1,3
	60	1,3	
		1,5	
		1,2	
		1,3	
3	10	21,8	20,9
	30	18,6	
		20,3	
		19,2	
		23	
		22,4	
		20,9	
4	10	13,7	14,7
	30	15,4	
		14,2	
		15,4	
5	10	3,1	2,9
	30	3,0	
		2,6	
		2,8	
		3,2	
6	10	6,4	5,6
	30	4,9	
		6,3	
		5,4	
		5,1	
7	10	8,0	8,5
	30	8,3	
		8,2	
		8,5	
		8,9	
		9,0	

Tabelle 4: Massenstrom Vibrationsförderer

Messserie	Einlaufzeit (s)	Drehzahl (U/min)	Blende h (mm)	gem. Massenstrom (g/s)	Mittelwert (g/s)
	Messzeit (s)				
8	15	310	1,2	5,0	5,1
	60			5,2	
				5,1	
9	15	870	1,2	13,3	13,3
	40			13,4	
				13,3	
10	15	1250	1,2	19,4	19,1
	40			18,8	
				19,2	
				19,0	
11	20	1250	4	70,2	69,8
	15			69,0	
				70,1	

Tabelle 5: Massenstrom Förderband

Die wesentlichen Daten der Messserien (mittlere Geschwindigkeit, Anzahl der Messwerte) sind in den nachfolgenden Tabellen zusammengefasst. Die dazugehörigen Ausgabedateien der einzelnen Messungen sind im Anhang A aufgelistet.

Fallweg (m)	mittlere Geschwindigkeit (m/s)						
	Messserie 1	Messserie 2	Messserie 3	Messserie 4	Messserie 5	Messserie 6	Messserie 7
0,346	2,586	2,021	2,558	2,506	2,237	2,310	2,425
0,411	2,779	2,095	2,761	2,713	2,319	2,419	2,544
0,491	2,883	1,803	2,891	2,792	2,151	2,548	2,729
0,621	3,126	2,101	2,969	2,966	2,499	2,636	2,987
0,686	3,522	1,923	2,996	3,008	2,526	2,752	3,067
0,781	3,304	2,400	3,447	3,128	2,649	2,785	3,237
0,846	3,346	2,348	3,603	3,161	2,626	3,043	3,251
0,911	3,580	2,150	3,612	3,285	2,698	3,025	3,304
0,976	3,569	2,396	3,487	3,348	2,759	3,199	3,276
1,041	3,375	2,572	3,566	3,346	2,819	3,290	3,231
1,106	3,614	2,499	3,787	3,359	2,847	3,295	3,330
1,171	3,644	2,509	3,984	3,326	2,783	3,315	3,381
1,236	3,891	2,514	3,947	3,574	2,732	3,297	3,410
1,301	3,869	2,452	3,769	3,627	2,609	3,414	3,540

Tabelle 6: mittlere Geschwindigkeiten, Vibrationsförderer

MP	Anzahl der Messwerte						
	Messserie 1	Messserie 2	Messserie 3	Messserie 4	Messserie 5	Messserie 6	Messserie 7
1	661	139	4531	2485	262	1165	1505
2	1444	320	4983	1385	236	640	1000
3	1076	205	6353	3189	185	1356	2286
4	1438	807	2917	1459	124	643	715
5	2206	73	110	388	597	658	421
6	2336	899	9620	4749	900	2536	3625
7	5190	861	10000	3897	956	2813	6832
8	4063	1599	10000	3793	853	2654	7544
9	5536	1720	8426	5205	2347	6220	4351
10	4193	2118	10000	4269	2805	7790	3145
11	10000	797	9229	7215	1490	5642	3362
12	9916	1012	10000	5409	1968	4537	4276
13	8539	917	10000	5731	1603	4271	5602
14	10000	1100	10000	7037	789	3099	6986

Tabelle 7: Anzahl der Messwerte, Vibrationsförderer

Fallweg (m)	mittlere Geschwindigkeit (m/s)			
	Messserie 8	Messserie 9	Messserie 10	Messserie 11
0,339	2,406	2,590	2,601	2,606
0,404	2,576	2,764	2,842	2,847
0,484	2,850	3,126	3,082	3,224
0,614	2,751	3,276	3,129	3,450
0,679	2,857	3,401	3,328	3,501
0,774	2,971	3,487	3,468	3,678
0,839	3,124	3,566	3,632	3,790
0,904	3,173	3,645	3,737	3,909
0,969	3,372	3,693	3,663	3,963
1,034	3,264	3,784	3,859	4,096
1,099	3,361	3,614	3,880	4,118
1,164	3,354	3,837	3,827	4,160
1,229	3,194	3,861	3,760	4,154
1,294	3,242	3,715	3,864	4,258

Tabelle 8: mittlere Geschwindigkeiten, Förderband

Messpunkt	Anzahl der Messwerte			
	Messserie 8	Messserie 9	Messserie 10	Messserie 11
1	10000	3231	10000	10000
2	10000	10000	10000	10000
3	4779	10000	10000	10000
4	761	2779	135	172
5	1058	4242	10000	10000
6	5081	10000	5019	9432
7	5592	5917	10000	10000
8	2504	9958	10000	8385
9	5228	10000	6483	9993
10	7188	7985	10000	9724
11	4408	5892	10000	10000
12	5109	10000	5229	7058
13	2701	10000	6355	10000
14	1845	4086	8797	9636

Tabelle 9: Anzahl der Messwerte, Förderband

Um abschätzen zu können, in wie weit die Umgebung bei einem Abwurfvorgang Einfluss auf den ganzen Vorgang hat, wird versucht am oberen Ende des Glasrohres die Luftströmung in der Nähe des Schüttgutstromes zu erfassen. Dazu wird bei Schüttgutabwurf mit unterschiedlichem Massenstrom die Geschwindigkeit der Luftströmung am Glasrohreintritt gemessen.

Um die Strömungsgeschwindigkeit messen zu können sind entsprechende Tracerpartikel erforderlich, die vom Laser erfasst werden können. Damit die Partikel der Luftströmung ausreichend folgen könne, dürfen diese nicht zu groß sein und kein zu hohes Gewicht haben. Verwendet wird ein Pulver aus Titandioxid (Korngröße etwa 1 μm).

Das Pulver wird zu Beginn der Messung im Bereich des oberen Glasrohrendes zerstäubt.

Bei einem Schüttgutabwurf kommt es zum Einsaugen von Luft und dabei werden die Partikel des Pulvers mitgezogen. Dadurch kann die Strömungsgeschwindigkeit der Luft gemessen werden. Die Daten sind in Tabelle 10 ersichtlich.

Schüttgutmassenstrom (g/s)	Strömungsgeschwindigkeit Luft (m/s)
24	0,96
10	0,97
7,5	0,91
3,8	0,76

Tabelle 10: Geschwindigkeit der Luftströmung

Durch die vereinfachte Annahme, dass über den gesamten Rohrquerschnitt Luft mit derselben Geschwindigkeit eingesaugt wird, kann die mitströmende Luftmenge berechnet werden (siehe Formel 28).

$$\dot{V}_{Luft} = A_{GR} \cdot w_{Luft}$$

Formel 28: Volumenstrom der eingesaugten Luft

Bei einer Strömungsgeschwindigkeit der eingesaugten Luft von etwa 1 m/s ergibt sich für den Volumenstrom

$$\dot{V}_{Luft} = 9,11 \frac{dm^3}{s}$$

4.4. Darstellung der Ergebnisse

Die Messergebnisse zur mittleren Geschwindigkeit werden nachfolgend im Diagramm 1 für den Vibrationsförderer und im Diagramm 2 für das Förderband dargestellt. Die Messdaten werden zunächst als Punkte eingetragen und anschließend zur besseren Veranschaulichung der Geschwindigkeitszunahme wird zu den Punktwerten eine polynomische Regressionsgerade 2. Ordnung mit Excel erstellt. In den Legenden aller hier angegebenen Diagramme wird der Massenstrom anstellen von \dot{m} nur durch m angegeben. Grund dafür ist die fehlende Möglichkeit Formelzeichen in der Diagrammbeschreibung zu verwenden.

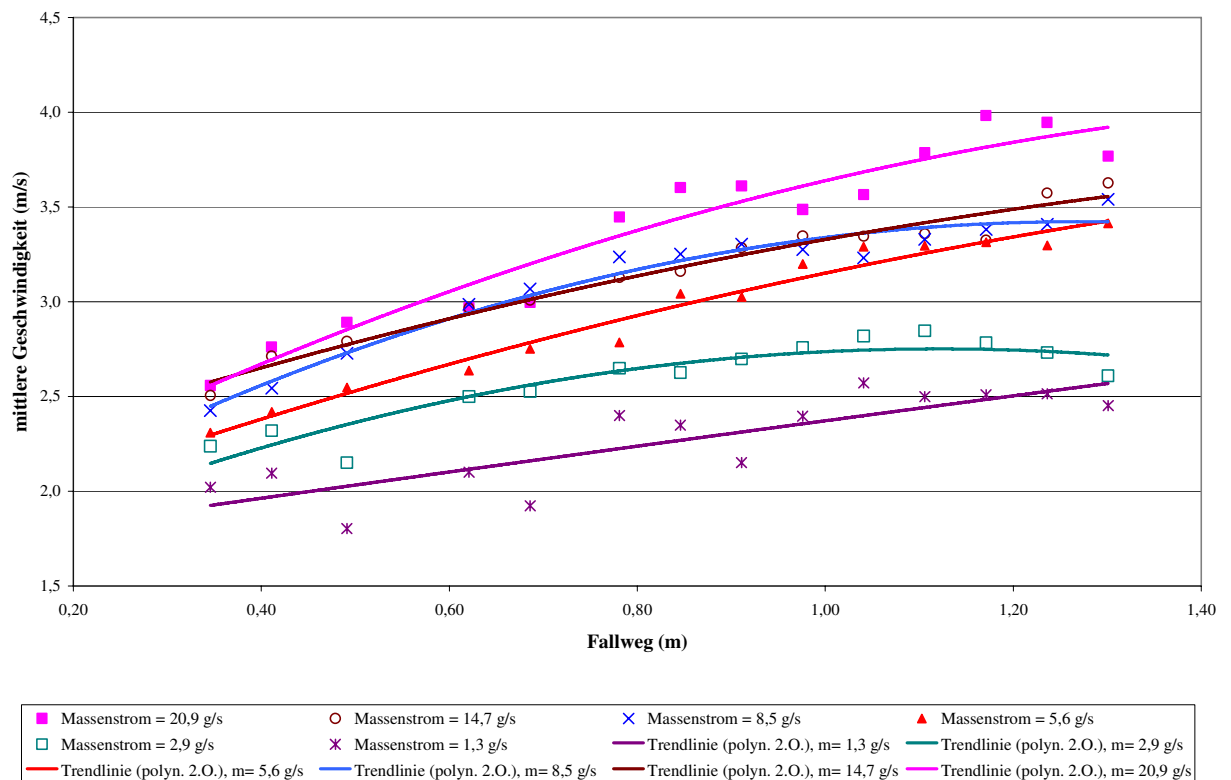


Diagramm 1: Verlauf der mittleren Geschwindigkeit, Vibrationsförderer

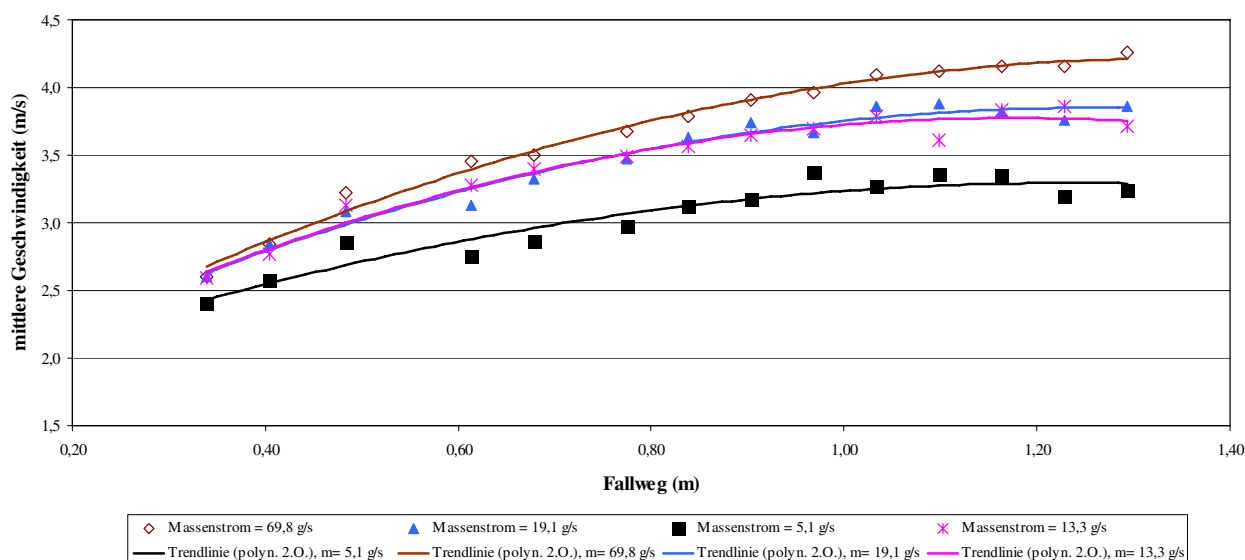


Diagramm 2: Verlauf der mittleren Geschwindigkeit, Bandförderer

Klar erkennbar ist die Geschwindigkeitszunahme mit der zunehmenden Fallhöhe. Auch die erwarteten höheren Geschwindigkeiten bei größeren Massenströmen sind erkennbar. Eine asymptotische Annäherung an eine Endgeschwindigkeit ist in Diagramm 1 noch nicht klar ersichtlich, in Diagramm 2 lässt der Kurvenverlauf eine diesbezügliche Annäherung vermuten.

Deutlich erkennbar ist auch, dass die Messwerte bei der Verwendung des Vibrationsförderers sehr stark streuen, Die Kurven weisen für eine permanente Geschwindigkeitszunahme untypische Verläufe auf. Die Begründung dazu liegt in der schon eingangs erwähnten Problematik, dass der Massenstrom nicht ausreichend konstant bleibt. Im Gegensatz dazu ist beim Förderband ein gleichmäßiger Kurvenverlauf über den gesamten Massenstrombereich gegeben und die Werte liegen näher an den Kurven. Der Bandförderer ist hinsichtlich Konstanz des Massenstroms wesentlich stabiler. Zusätzlich können mit dem Förderband höhere Massenströme realisiert werden.

In den nachfolgenden Diagrammen werden die Messergebnisse der beiden Fördereinrichtungen bei annähernd gleichen Massenströmen gegenübergestellt.

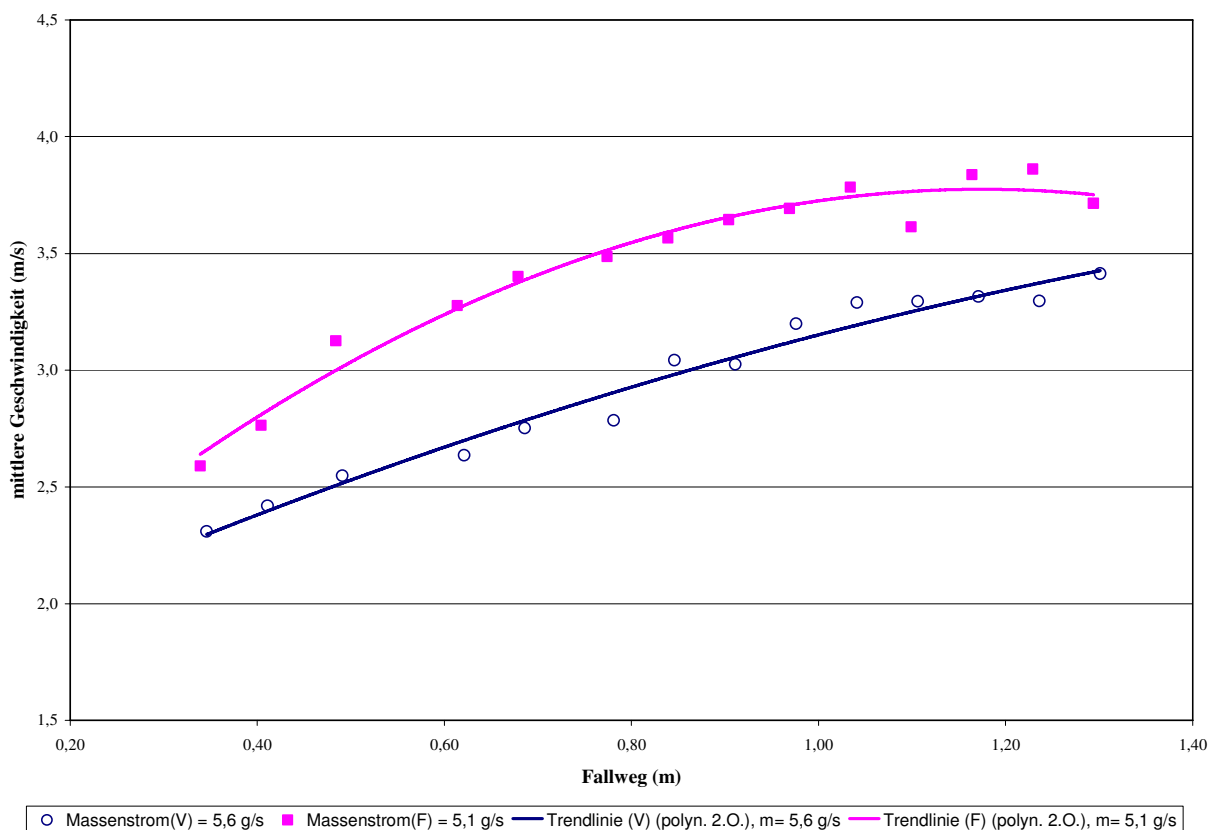


Diagramm 3: Vergleich Vibrationsförderer (V) - Förderband (F), Massenstrom etwa 5 g/s

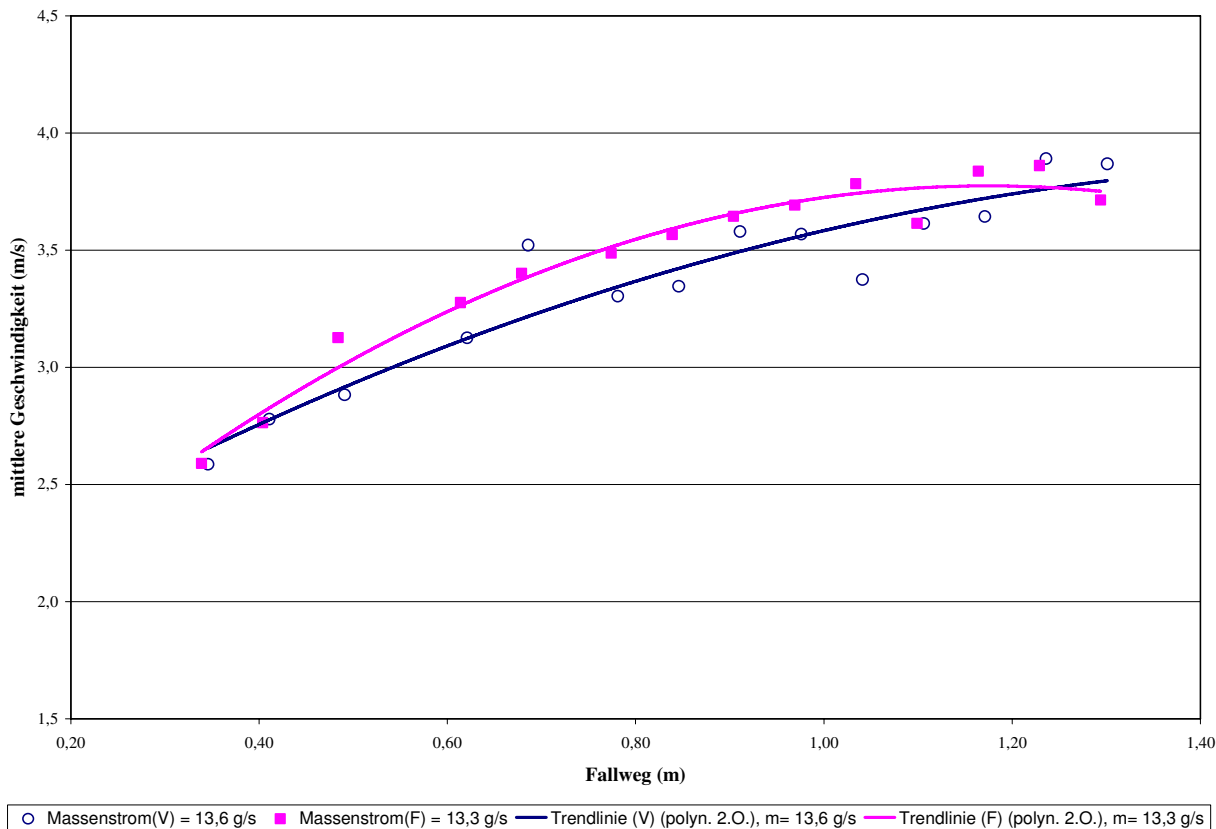


Diagramm 4: Vergleich Vibrationsförderer (V) - Förderband (F), Massenstrom etwa 13 g/s

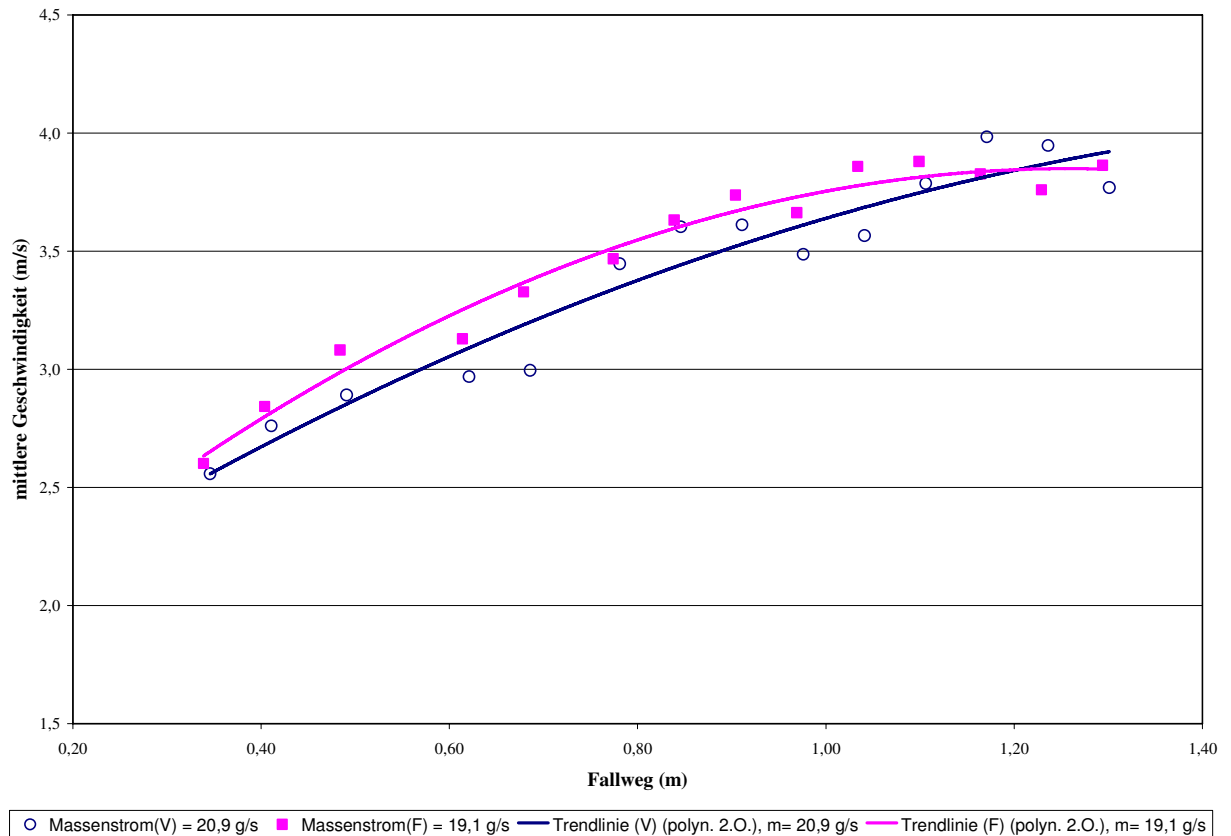


Diagramm 5: Vergleich Vibrationsförderer (V) - Förderband (F), Massenstrom etwa 20 g/s

Bei geringeren Massenströmen sind Differenzen bei den mittleren Geschwindigkeiten erkennbar, wohingegen die beiden Kurven bei höheren Massenströmen näher beieinander liegen. Ein Grund dafür kann wiederum in dem unregelmäßigen Förderverhalten des Vibrationsförderers liegen. Die Rinne des Vibrationsförderers ist nicht vollständig mit Schüttgut bedeckt und durch die Unregelmäßigkeit wird das Schüttgut schubweise abgeworfen. Diese Schüttgutmenge würde bei konstanter Förderung einem höheren Massenstrom entsprechen. Damit sind auch die höheren Geschwindigkeitswerte erklärt.

In Tabelle 10 sind die Werte für die mitströmende Luft angegeben. Diese werden im nächsten Diagramm graphisch dargestellt. Die Geschwindigkeit der Luftströmung erreicht bei den eingesetzten Massenströmen an Schüttgut etwa 1 m/s. Die dadurch einströmende Luft wird vom Schüttgut mittransportiert. Beim Aufprall entweicht diese Luft wieder in die Umgebung und reißt kleine Partikel mit, somit ein wesentliche Faktor bei der Staubentstehung bei Schüttgutabwurf.

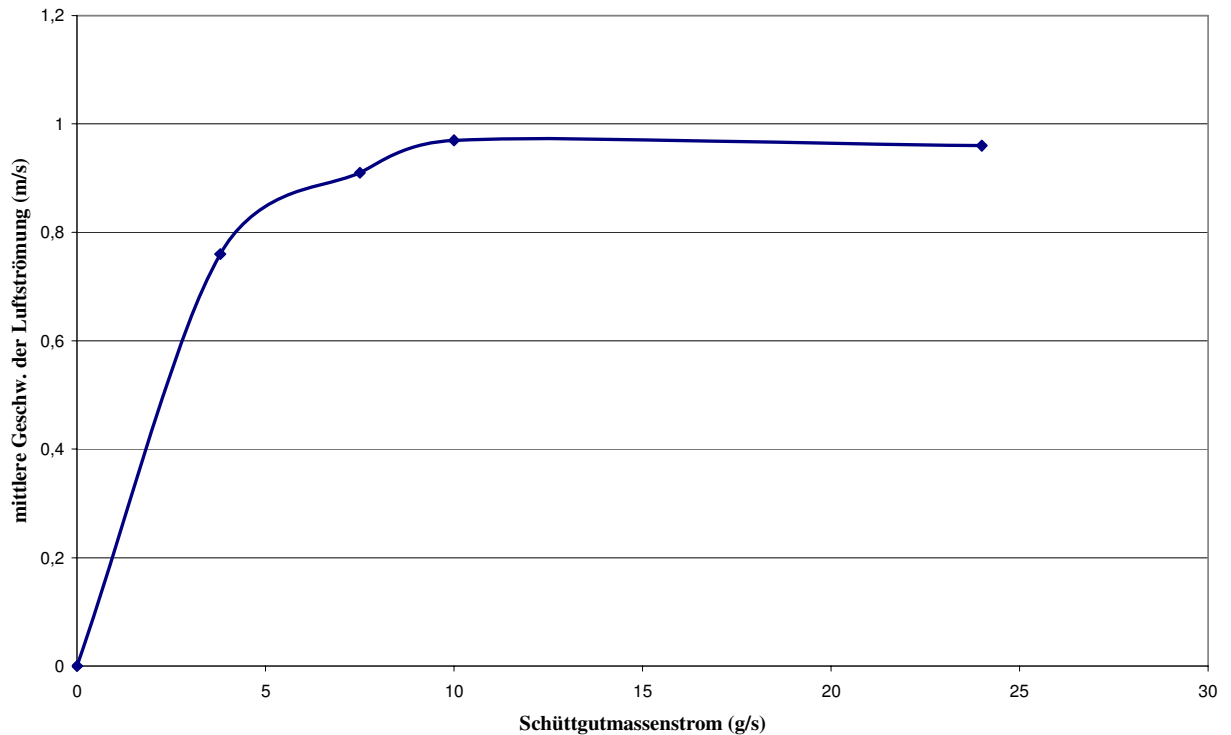


Diagramm 6: Luftströmung am oberen Glasrohrende

Abschließend wird noch die Anzahl der Messwerte veranschaulicht. Die Anzahl der Messwerte ist wie in Kapitel 4.3.1.4 angeführt mit nach oben mit 10000 begrenzt. Die Messdauer richtet sich nach dem Massenstrom und liegt bei 15 bis 60 Sekunden. Bei geringen Massenströmen wird die maximale Anzahl der Messwerte in der Messzeit nicht erreicht. Damit ist die Tendenz in Abhängigkeit vom Massenstrom erklärt.

In den Messpunkten 4 und 5 werden im Vergleich zu den anderen Messpunkten auch bei höheren Massenströmen vergleichbar wenige Werte aufgezeichnet. Das Glasrohr weist in diesem Bereich Unregelmäßigkeiten an der Oberfläche und in der Rohrwand auf (keine glatte Oberfläche, Unebenheiten, Einschlüsse). Das Streulicht, das an den Lasermesskopf zurückgelangen soll, wird dadurch teilweise abgeschwächt und abgelenkt. Die verwertbaren Signale sind dementsprechend gering und daher auch die geringe Anzahl an Messwerten.

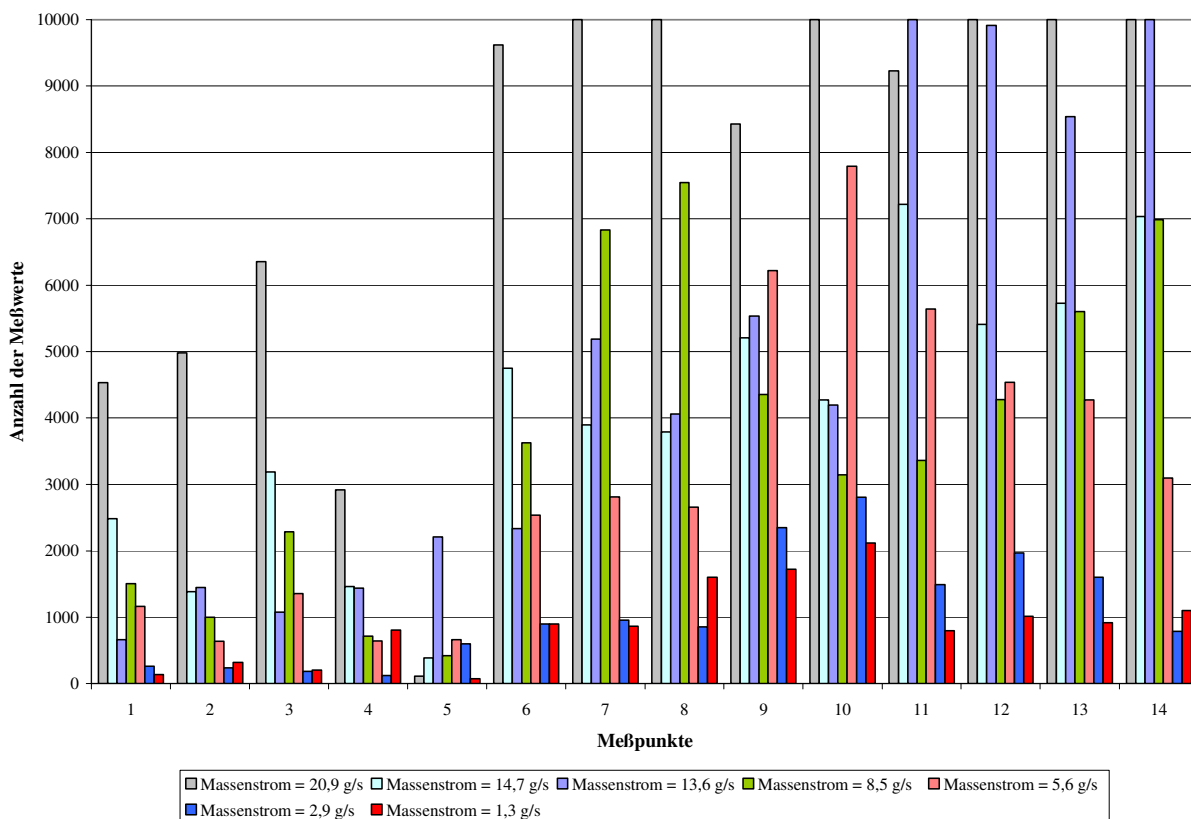


Diagramm 7: Anzahl der Messwerte, Vibrationsförderer

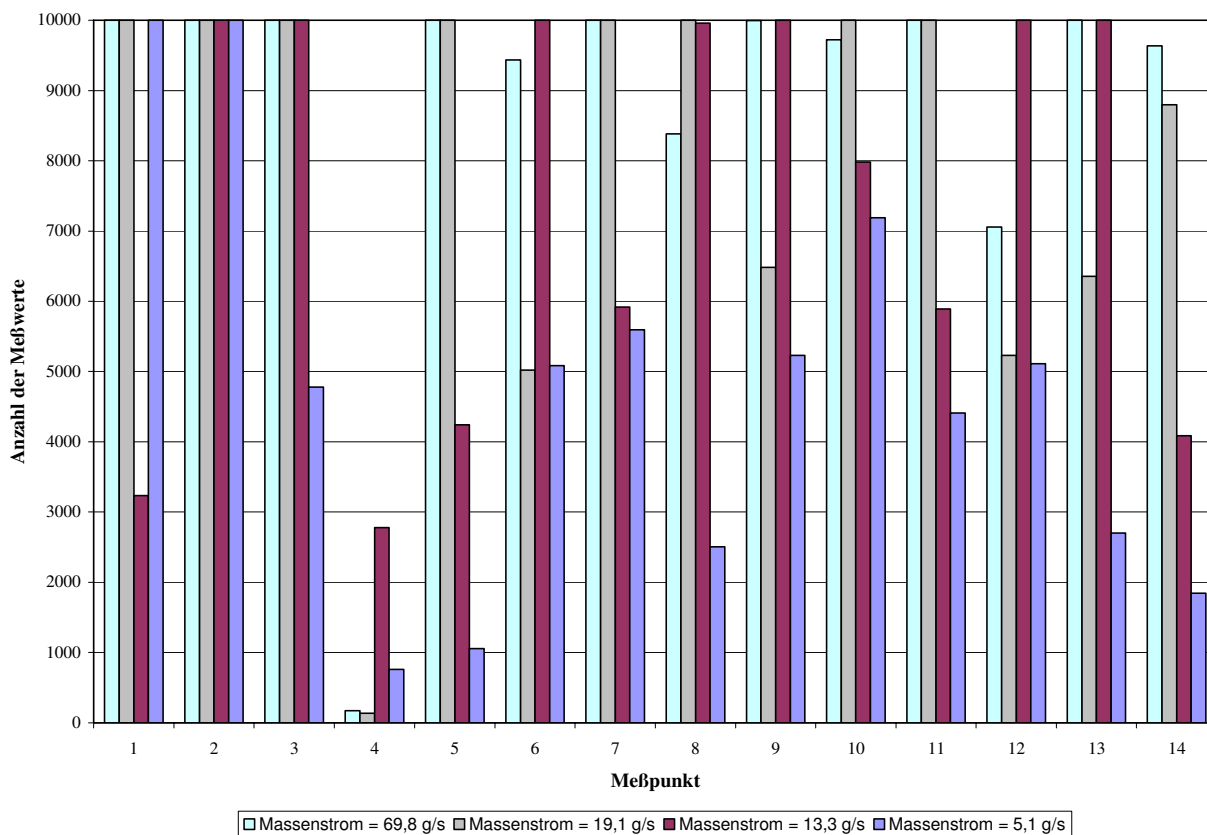


Diagramm 8: Anzahl der Messwerte, Förderband

5. Zusammenfassung

5.1. Diskussion der Versuche und Messergebnisse

Die Grundideen zu dieser Diplomarbeit waren einerseits die Möglichkeiten der Laser-Doppler-Anemometrie in der Schüttguttechnik zu erproben und andererseits erste grundlegende Untersuchungen des Fallverhaltens über die Fallhöhe durchzuführen.

In der Literatur finden sich einige Arbeiten, die sich ihrerseits auch mit der Fallgeschwindigkeit bei Schüttgutumschlag befassen. Der wesentliche Unterschied ist, dass dort meist nur die Austrittsgeschwindigkeit am Ende eines Fallrohres oder die Aufprallgeschwindigkeit am Boden oder am Haufwerk untersucht wird.

Zur Beurteilung und Untersuchung der Staubentwicklung ist natürlich die Kenntnis der Aufprallgeschwindigkeit relevant, da diese in den Aufprallimpuls enthalten ist.

Im Zuge dieser Arbeit sollte dennoch das Geschwindigkeitsverhalten über eine gewisse Fallhöhe ermittelt werden, um auch Basisinformationen über den eigentlichen Fallvorgang zu erhalten. Dabei sollte auch der Einfluss des Massenstroms beobachtet werden.

Überlegungen im Vorfeld führten zu folgenden Erwartungen:

- Die Geschwindigkeit sollte mit zunehmender Fallhöhe ansteigen.
- Bei höherem Massenstrom werden auch höhere Geschwindigkeitswerte erwartet.

Bei den ersten Versuchen zeigte sich, dass eine Vielzahl von Einflüssen auftreten kann (siehe Kapitel 4.3.1.5). Die von den Erwartungen abweichenden Messergebnisse wurden diskutiert und die möglichen Ursachen versucht zu ermitteln. Mitunter konnte die Einflüsse durch relativ einfache Maßnahmen (z.B. Erdung, Reinigung) beseitigt werden. Durch das Equipment hervorgerufene Einflüsse (z.B. unregelmäßiges Förderverhalten des Vibrationsförderers) erforderten etwas mehr Aufwand an Zeit und Kosten. Plausiblere und wiederholbare Ergebnisse und die bessere Handhabung, die der Ersatz der Fördereinrichtung mit sich brachte, sprechen für den getätigten Aufwand.

Wie in den Diagrammen im vorigen Kapitel ersichtlich, wurden die zuvor angestellten Überlegungen durch die Versuchsergebnisse grundsätzlich bestätigt. Nun gilt es die gemessenen Werte zu diskutieren. Bei der Abschätzung der Plausibilität der Messergebnisse im Kapitel 4.3.1.2 wurde schon festgestellt, dass die berechnete stationäre Sinkgeschwindigkeit um einiges geringer ist, als die bei den gesamten Versuchen aufgezeichneten Geschwindigkeiten.

Einerseits gilt für die Berechnung der stationären Sinkgeschwindigkeit

- Betrachtung eines Einzelpartikels mit Kugelform
- Keine Beeinflussung durch weitere Partikel
- Keine Wandeinflüsse
- Ruhende Umgebung

Diese Annahmen treffen für die durchgeführten Versuche nicht zu. Die Berechnung sollte im Wesentlichen zur Abschätzung der erhaltenen Messwerte dienen.

In der Praxis wird in den seltensten Fällen eine reine Kugelform bei Schüttgütern vorliegen. Die Einflüsse durch weitere Partikel und/oder durch angrenzende Wände sind beim Umschlag von Schüttgütern zwangsläufig vorhanden.

Erfolgt der Abwurf in einem Fallrohr oder einem durch umgebende Wände begrenzten Raum, dann wird, abhängig vom Massenstrom und dem Strömungsquerschnitt, eine gewisse Luftmenge mitströmen. Das wird auch durch die Messungen der Luftströmung am Glasrohreintritt erfasst und im Diagramm 6 dargestellt. Je ungünstiger das Verhältnis von Massenstrom zu Strömungsquerschnitt (hoher Massenstrom bei kleinem Querschnitt) ist, desto höhere Geschwindigkeiten sind bei der mitströmenden Luft zu erwarten.

Bei einem Abwurf im Freien (ohne räumliche Begrenzung) ist eine bewegte Grenzschicht zu erwarten.

Beim Fallvorgang wird Luft aus der näheren Umgebung (Grenzschicht) in den Schüttgutstrom eingesogen und wird dadurch vom Material mittransportiert. Beim Aufprall auf den Untergrund entweicht diese Luft wieder und reißt kleine, leichte Partikel mit. Das stellt einen wesentlichen Faktor bei der Staubentwicklung beim Schüttgutumschlag dar.

Die Auswirkungen der Staubentwicklung bei Umschlagvorgängen werden momentan durch Umhauen oder Abdecken der Umschlagstelle oder durch Befeuchten des Schüttgutes vermindert.

Über Maßnahmen, die diese Luftströmungen vermeiden zu versuchen, ist bei den derzeit üblichen Umschlagvorgängen nichts bekannt.

Die Geschwindigkeitszunahme mit fortschreitendem Fallweg ist durch eine beschleunigte Bewegung im Erdschwerefeld erklärbar.

Wohingegen die höheren Werte im Vergleich zur berechneten stationären Fallgeschwindigkeit damit nicht erklärt sind. Auch dass bei höherem Massenstrom allgemein höher Geschwindigkeitswerte erreicht werden, wird nachfolgend diskutiert.

Vermutet wird, dass im Schüttgutstrom Windschatteneffekte dazu führen, sodass im Allgemeinen höherer Geschwindigkeiten als berechnet auftreten. Nachfolgende Partikel würden dadurch einen geringeren Luftwiderstand erfahren. Die somit rascheren nachströmenden Teilchen drücken die Schüttgutfront voran, womit die größeren Geschwindigkeitswerte erklärbar wären.

Bei konstantem Rohrquerschnitt nimmt bei einem steigenden Massenstrom die Dichte des Schüttgutes im Querschnitt zu. Die Größe der Schüttgutfront ist durch den Rohrquerschnitt begrenzt. Bei zunehmendem Massenstrom ist anzunehmen, dass dabei die nachströmende Masse entsprechend zunimmt und durch die örtliche Begrenzung des Schüttgutstromes müsste demnach auch der Einfluss auf die Geschwindigkeit stärker werden. Damit wäre eine Annahme für die steigenden Geschwindigkeitswerte mit zunehmenden Massenströmen gefunden.

Um dazu genauere Aussagen treffen zu können, sind sicherlich weiter Untersuchungen notwendig. Dementsprechende Anregungen sind im nächsten Punkt angeführt.

Zu den zuvor erwähnten Grundideen, die zu dieser Arbeit geführt haben, hier abschließend eine kurze Zusammenfassung.

Die Anwendbarkeit der Laser-Doppler-Anemometrie für Messungen an Schüttgütern und Stäuben sollte ermittelt werden. Eine weitere Aufgabe war, die dabei auftretenden Einflüsse soweit als möglich zu erfassen und zu ergründen. Entsprechende Maßnahme zur Reduzierung der Einwirkungen mussten gefunden werden. Der Versuchsaufbau sollte dann entsprechend dieser Erkenntnisse angepasst werden.

Das Ergebnis der Arbeit zeigt, dass die Laser-Doppler-Anemometrie als berührungslose Messmethode bei Fallvorgängen von Schüttgütern mit kleinen Partikelgrößen sehr gut einsetzbar ist. Abweichend von den Erfahrungen in der Strömungsmesstechnik treten hier

sicherlich andere Einflüsse auf, wie z.B. statische Aufladung, Partikelgrößenverteilungen, Aufprallort (Auffangbehälter oder ebene Fläche).

Die Ergebnisse der Versuche bestätigten die zuvor getroffenen Annahmen (Geschwindigkeitszunahme über den Fallweg und mit steigendem Massenstrom). Bei der Diskussion der Ergebnisse und der einhergehenden Ursachendiskussion dazu, ergaben sich im Wesentlichen einige interessante Möglichkeiten für weitere Forschungen, die im nächsten Abschnitt angegeben werden.

5.2. Weiterführende Möglichkeiten

- Messungen über den Querschnitt
Damit ist das Geschwindigkeitsprofil über den Rohrquerschnitt bekannt. Dadurch werden auch die Vorgänge am Rand des Schüttgutstromes darstellbar. Interessant sind die Grenzschichtströmung und die Bedingungen an der Rohrwand bzw. in der unmittelbaren Nähe.
- Variierende Versuchsanordnung
Die Versuchsanordnung hat einen wesentlichen Beitrag an den Versuchsergebnissen in Form von z.B. Wandeinflüssen, Rohrdurchmesser, Luftströmung und Fördereinrichtung. Messungen an einem Schüttgutstrom ohne räumliche Begrenzung (Rohr, oä.) oder in einem Fallrohr mit großen Durchmesser würden weitere hilfreiche Daten liefern.
- Bild- oder Videoanalyse
Zur Beurteilung, ob tatsächlich Windschatteneffekte (z.B. Strahlenbildung) auftreten. Eventuell können dabei auch andere Ursachen gefunden werden.
- Praxisnahe Materialien
Bei Verwendung von Schüttgutmaterialien die in der Praxis häufig verwendet werden, erhält man Ergebnisse, die eventuell mit Erfahrungen aus der Industrie erklärt bzw. verglichen werden können

Formelzeichen

Variable	Bezeichnung	Einheit
$\vec{u} \cdot \vec{l}$	Skalarprodukt aus Geschwindigkeitsvektor und Richtungsvektor der Laserstrahlausbreitung	m/s
$\vec{u} \cdot \vec{l}_D$	Skalarprodukt aus Geschwindigkeitsvektor und Richtungsvektor des Detektors	m/s
\bar{v}	arithmetischer Mittelwert der Geschwindigkeit	m/s
\dot{m}_S	Schüttgutmassenstrom	kg/s
\dot{m}_{Sg}	gemessener Massenstrom	kg/s
\dot{V}_{Luft}	Volumenstrom Luftströmung	m ³ /s
A_{GR}	Querschnittsfläche Fallrohr	m ²
A_S	Querschnittsfläche zw. Förderband und Abstreifblende	m ²
b	Förderbandbreite	m
c	Schallgeschwindigkeit oder Vakuumlichtgeschwindigkeit	m/s
d	Partikeldurchmesser	mm
E	Elektrische Feldstärke	V/m
f'	vom bewegten Partikel beobachtbare Frequenz	Hz
F_{Ar}	Auftriebskraft	N
f_B	Frequenz am Messort	Hz
f_D	Detektorfrequenz	Hz
F_h	Haftkraft	N
F_m	Magnuskraft	N
f_Q	Frequenz der Quelle	Hz
F_t	Querkraft	N
g	Erdbeschleunigung	m/s ²
G_S	Gewichtskraft Schüttgut	N
h	Höhe der Blendenöffnung	m
$m_{S\Delta t}$	im Zeitintervall Δt gemessener Masse	kg
n	Anzahl der Werte (Messwerte)	-
p	Druck	bar
$q_{r(x)}$	Verteilungsdichte	-
$Q_{r(x)}$	Verteilungssumme	-
Re	Reynoldszahl	-
s	Abstand (Prallplatte zu Düsenöffnung)	m
T	Temperatur	°C
t	Zeit	s
u_{\perp}	Geschwindigkeitskomponenten senkrecht zur Lasermittelachse	m/s
v, c	Geschwindigkeit	m/s
$VarK$	Variationskoeffizient	-
v_B	Geschwindigkeit des Beobachters bzw. Messquelle	m/s
v_B	Bandgeschwindigkeit	m/s
v_Q	Geschwindigkeit der Quelle	m/s
W	Düsendurchmesser	m
W	Widerstandskraft	N
w_A	Stationäre Sinkgeschwindigkeit im Schwerfeld	m/s
w_{Luft}	Geschwindigkeit der Luftströmung	m/s
x	Partikelgröße, Laufvariable (Summenbildung)	m
x_C	Länge der längsten Sehne	m
x_F	Feret - Durchmesser	m

x_M	Martin - Durchmesser	m
Δf	Schwebungsfrequenz, Dopplerfrequenz	Hz
Δt	Zeitintervall	s
Δx	Abstand der Interferenzstreifen	m
η_L	Dynamische Viskosität der Luft	Pa.s
λ	Lichtwellenlänge	m
ρ_D	Dichte des Dispersionsmittel	kg/m ³
ρ_T	Dichte der Teilchen	kg/m ³
ζ	Widerstandsbeiwert	-
σ_v	Standardabweichung	-
φ	Halber Winkel zw. den kreuzenden Laserstrahlen	Grad
ψ	Winkel zw. Mittelachse Laser und Richtungsvektor des Partikels	Grad

Formelverzeichnis

Formel 1: Verteilungssumme (Höflinger, Mechanische Verfahrenstechnik I [6]).....	9
Formel 2: Verteilungsdichte (Höflinger, Mechanische Verfahrenstechnik I [6]).....	9
Formel 3: stationäre Sinkgeschwindigkeit	25
Formel 4: Widerstandsbeiwert, laminarer Bereich.....	25
Formel 5: Reynoldszahl	26
Formel 6: Stokessche Gleichung	26
Formel 7: Widerstandsbeiwert im Übergangsbereich.....	26
Formel 8: Allgemeines Dopplergesetz	28
Formel 9: Vom Teilchen wahrgenommene Frequenz.....	28
Formel 10: gemessene Frequenz am Detektor	28
Formel 11: Frequenzen vom Teilchen beobachtbar	30
Formel 12: elektrische Feldstärke der Streulichtwellen	31
Formel 13: Elektrische Feldstärke der resultierenden Welle.....	31
Formel 14: Schwebungsfrequenz oder Doppler-Frequenz	31
Formel 15: Schwebungsfrequenz.....	31
Formel 16: Abstand der Interferenzstreifen	32
Formel 17: Schwebefrequenz	33
Formel 18: Mittlere Geschwindigkeit (TSI [13]).....	40
Formel 19: Standardabweichung (TSI [13]).....	41
Formel 20: Variationskoeffizient (TSI [13])	41
Formel 21: Skewness Koeffizient (TS [13])	41
Formel 22: Flatness Koeffizient (TSI [13]).....	41
Formel 23: Schüttgutmassenstrom am Förderband	46
Formel 24: Querschnittsfläche des Förderstromes am Band.....	46
Formel 25: Schüttgutmassenstrom am Förderband (2)	46
Formel 26: Massenstrom gemessen.....	52
Formel 27: Abschätzung Downmixfrequenz.....	52
Formel 28: Volumenstrom der eingesaugten Luft.....	58

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Böschungswinkel (Pahl [10]).....	6
Abb. 2: statistische Durchmesser (Pahl [10])	8
Abb. 3: Verteilungssumme und Verteilungsdichte (Höflinger, Mechanische Verfahrenstechnik I [6]).....	9
Abb. 4: Scherspannung - Scherweg - Verlauf (Höflinger, Schüttgüter [5])	11
Abb. 5: Fließort (Höflinger, Schüttgüter [5])	11
Abb. 6: TUL-Prozess bei Schüttgütern (Holzhauer [7]).....	12
Abb. 7: Übersicht Stetigförderer (Pahl [10]).....	13
Abb. 8: Unterscheidungskriterien möglicher Quelltypen (Holzhauer [7]).....	16
Abb. 9: Kräfte am Teilchen, Freier Flug (Holzhauer [7])	18
Abb. 10: Kräfte am Teilchen, Im Haufwerk (Holzhauer [7]).....	18
Abb. 11: Staubablösung an einer Schüttung durch eine bewegte Grenzschicht (Holzhauer [7]).....	18
Abb. 12: Staubablösung aus einer Schüttung durch einen Impulsaustausch mit einem Hindernis (Holzhauer [7])	19
Abb. 13: Staubeinstehung bei Fallrohr (Holzhauer [7]).....	20
Abb. 14: zeitlicher Verlauf der Aufprallkraft (Eickelpasch [3])	21
Abb. 15: Messanordnung zur Bestimmung des Staubgehaltes (Höflinger, Entstaubungstechnik [4]).....	22
Abb. 16: Impaktorprinzip (Höflinger, Entstaubungstechnik [4])	23
Abb. 17: Schema eines Kaskadenimpaktors (Höflinger, Entstaubungstechnik [4]).....	24
Abb. 18: Messanordnung mit Lichtabsorption (Höflinger, Entstaubungstechnik [4])	25
Abb. 19: Arbeitsdiagramm kugelliger Einzelteilchen in ruhender Luft, $T=20^{\circ}\text{C}$, $p=1013\text{mbar}$ (Weber [15])	27
Abb. 20: Messvolumen (TSI [13]).....	29
Abb. 21: Strahlteilung (Ruck [11])	30
Abb. 22: typisches LDA-Signal (Ruck [11])	32
Abb. 23: Interferenzmuster (Ruck [11])	33
Abb. 24: Mie-Streuung an einem Wassertröpfchen, i_1 , i_2 senkrecht bzw. parallel zur Polarisationsrichtung (Ruck [11]).....	34
Abb. 25: Braggzelle (TSI [13]).....	35
Abb. 26: LDA System (TSI [13]).....	35
Abb. 27: Schaltplan Signalprozessor (TSI [13]).....	36
Abb. 28: Aufbau Laser (TSI [13])	36
Abb. 29: Spezifikationen LDA (TSI [13]).....	38
Abb. 30: Signal to Noise Ratio (TSI [13]).....	39
Abb. 31: Ausgabedaten einer Messung	40
Abb. 32: Förderband, Foto 1	44
Abb. 33: Förderband, Foto 2	44
Abb. 34: Förderband, Foto 3	45
Abb. 35: Spannvorrichtung	46
Abb. 36: Förderquerschnitt am Band	47
Abb. 37: Abstreifblende am Förderband	47
Abb. 38: Versuchsaufbau.....	49
Abb. 39: Schnittpunkt der Laserstrahlen im Glasrohr	50

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Mengenart und Index (Höflinger, Mechanische Verfahrenstechnik I [6])	8
Tabelle 2: Fallhöhen bei den Messpunkten	48
Tabelle 3: mittlere Geschwindigkeiten, Vibrationsförderer	51
Tabelle 4: Massenstrom Vibrationsförderer	55
Tabelle 5: Massenstrom Förderband	56
Tabelle 6: mittlere Geschwindigkeiten, Vibrationsförderer	56
Tabelle 7: Anzahl der Messwerte, Vibrationsförderer	57
Tabelle 8: mittlere Geschwindigkeiten, Förderband	57
Tabelle 9: Anzahl der Messwerte, Förderband	58
Tabelle 10: Geschwindigkeit der Luftströmung	58

Diagrammverzeichnis

Diagramm 1: Verlauf der mittleren Geschwindigkeit, Vibrationsförderer	59
Diagramm 2: Verlauf der mittleren Geschwindigkeit, Bandförderer	60
Diagramm 3: Vergleich Vibrationsförderer (V) - Förderband (F), Massenstrom etwa 5 g/s... 61	
Diagramm 4: Vergleich Vibrationsförderer (V) - Förderband (F), Massenstrom etwas 13 g/s 61	
Diagramm 5: Vergleich Vibrationsförderer (V) - Förderband (F), Massenstrom etwa 20 g/s. 62	
Diagramm 6: Luftströmung am oberen Glasrohrende	63
Diagramm 7: Anzahl der Messwerte, Vibrationsförderer	64
Diagramm 8: Anzahl der Messwerte, Förderband	64

Literaturverzeichnis

- [1] DAVIDS, P.; LANGE, M.
TA-Luft '86 - Technischer Kommentar
VDI-Verlag, Düsseldorf 1986
- [2] DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
DIN ISO 3435 - Klassifizierung und Symbolisierung von Schüttgütern
DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin 1979
- [3] EICKELPASCH, D.,
Methodik zur Bestimmung diffuser Staubemissionen beim Schüttgutumschlag
Universität Dortmund, Fakultät Maschinenbau, Dissertation 1996
- [4] HÖFLINGER, W.,
Entstaubungstechnik
Technische Universität Wien, Institut f. Verfahrenstechnik, Brennstofftechnik und Umwelttechnik
Skriptum zur Vorlesung, 2001
- [5] HÖFLINGER, W.
Schüttgüter
Technische Universität Wien, Institut f. Verfahrenstechnik, Brennstofftechnik und Umwelttechnik
Skriptum zur Vorlesung, 2001
- [6] HÖFLINGER, W.
Mechanische Verfahrenstechnik I
Technische Universität Wien, Institut f. Verfahrenstechnik, Brennstofftechnik und Umwelttechnik
Skriptum zur Vorlesung, 1995
- [7] HOLZHAUER, R.
Beitrag zur Beurteilung und Weiterentwicklung von
Emissionsminderungsmaßnahmen beim Umschlag staubender Schüttgüter
Universität Dortmund, Fakultät Maschinenbau
Dissertation 1991
- [8] JOCKEL, W.
Entstehung, Quantifizierung und Bewertung sekundärer bzw. diffuser
Emissionsquellen
Universität Kaiserslautern, Fachbereich Maschinenbau
Dissertation 1992

- [9] MOLERUS, O.
Schüttgutmechanik
Springer-Verlag Berlin, Berlin 1985
S. 2-5; 163-172
- [10] PAHL, M.H.; ERNST, R.; WILMS, H.
Lagern, Fördern und Dosieren von Schüttgütern
Verlag TÜV Rheinland, Köln 1993
S. 1-15; 32-36; 111-143
- [11] RUCK, B. (Hrsg.); LEHMANN, B.; LEDER, A.
Lasermethoden in der Strömungsmesstechnik
AT-Fachverlag Stuttgart GmbH, Stuttgart 1990
S. 99-154; 239-261; 319-365
- [12] TRENKER, C.
Untersuchung der Staubungsfähigkeit von unterschiedlichen Schüttgütern
Technische Universität Wien, Institut f. Verfahrenstechnik, Brennstofftechnik und Umwelttechnik
Diplomarbeit 1998
- [13] TSI Incorporated
Laservec Diode Velocimetry System, Instruction Manual.
Edition A.
TSI Incorporated, St. Paul, MN, 2000
- [14] VDI-Verlag
VDI 2411 - Begriffe und Erläuterung im Förderwesen
VDI-Verlag, Düsseldorf 1970
- [15] WEBER, M.
Strömungs- Fördertechnik
Krauskopf Verlag, Wiesbaden 1974

Anhang A

Auflistung der Ausgabedateien bei den Messserien.

Messserie 1

Einkaufzeit: 15s
Messzeit: 20s

Messpunkt 1

Data file acquired on 15-Nov-2001 at 10:16:16 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Thu Nov 15 10:16:30 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie1\101\PROB0002.raw
Number of Points Processed in file = 661, # good = 661
Data Aquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	661
MEAN VEL	2.586232e+000
STD DEV	6.073682e-002
TURB INT	2.348467e+000
SKEW	-4.616100e-001
FLATNESS	4.440644e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 661.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 2

Data file acquired on 15-Nov-2001 at 11:01:37 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Thu Nov 15 11:01:47 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie1\102\PROB0002.raw
Number of Points Processed in file = 1444, # good = 1444
Data Aquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	1444
MEAN VEL	2.779470e+000
STD DEV	7.569817e-002
TURB INT	2.723475e+000
SKEW	-3.658231e+000
FLATNESS	1.119197e+002

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 1444.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 3

Data file acquired on 15-Nov-2001 at 13:25:20 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Thu Nov 15 13:25:36 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie1\103\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 1076, # good = 1076
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	1076
MEAN VEL	2.883077e+000
STD DEV	4.336949e-001
TURB INT	1.504278e+001
SKEW	-2.462158e+000
FLATNESS	3.368982e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 1076.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 4

Data file acquired on 15-Nov-2001 at 13:58:57 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Thu Nov 15 13:59:11 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie1\104\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 1438, # good = 1438
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	1438
MEAN VEL	3.125802e+000
STD DEV	4.950483e-001
TURB INT	1.583748e+001
SKEW	-9.097440e-001
FLATNESS	5.747562e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 1438.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 5

Data file acquired on 15-Nov-2001 at 14:30:58 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Thu Nov 15 14:31:14 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie1\105\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 2206, # good = 2206
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	2206
MEAN VEL	3.522098e+000
STD DEV	2.912245e-001
TURB INT	8.268494e+000
SKEW	-1.538582e+000
FLATNESS	2.071283e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 2206.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 6

Data file acquired on 15-Nov-2001 at 15:19:51 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Thu Nov 15 15:20:01 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie1\106\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 2336, # good = 2336
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	2336
MEAN VEL	3.303671e+000
STD DEV	3.114845e-001
TURB INT	9.428436e+000
SKEW	-1.543453e+000
FLATNESS	2.200913e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 2336.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 7

Data file acquired on 15-Nov-2001 at 15:35:44 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Thu Nov 15 15:35:57 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie1\107\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 5190, # good = 5190
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	5190
MEAN VEL	3.345841e+000
STD DEV	3.298378e-001
TURB INT	9.858144e+000
SKEW	-2.111715e+000
FLATNESS	3.900380e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 5190.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 8

Data file acquired on 15-Nov-2001 at 15:48:21 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Thu Nov 15 15:48:33 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie1\108\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 4063, # good = 4063
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	4063
MEAN VEL	3.580164e+000
STD DEV	3.372580e-001
TURB INT	9.420184e+000
SKEW	-6.843348e-001
FLATNESS	9.400980e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 4063.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 9

Data file acquired on 15-Nov-2001 at 16:15:18 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Thu Nov 15 16:17:31 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie1\109\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 5536, # good = 5536
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	5536
MEAN VEL	3.568981e+000
STD DEV	3.435275e-001
TURB INT	9.625366e+000
SKEW	-3.839892e+000
FLATNESS	7.904871e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 5536.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 10

Data file acquired on 15-Nov-2001 at 16:44:06 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Thu Nov 15 16:44:17 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie1\110\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 4193, # good = 4193
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	4193
MEAN VEL	3.374684e+000
STD DEV	2.898377e-001
TURB INT	8.588586e+000
SKEW	-5.957724e-001
FLATNESS	1.165287e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 4193.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 11

Data file acquired on 15-Nov-2001 at 17:00:44 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Thu Nov 15 17:03:44 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie1\111\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	3.613616e+000
STD DEV	3.476656e-001
TURB INT	9.620988e+000
SKEW	-1.680854e+000
FLATNESS	2.854045e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 12

Data file acquired on 15-Nov-2001 at 17:16:16 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Thu Nov 15 17:16:28 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie1\112\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 9916, # good = 9916
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	9916
MEAN VEL	3.643291e+000
STD DEV	3.293588e-001
TURB INT	9.040144e+000
SKEW	-1.904424e+000
FLATNESS	4.112281e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 9916.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 13

Data file acquired on 15-Nov-2001 at 17:30:24 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Thu Nov 15 17:32:48 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie1\113\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 8539, # good = 8539
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	8539
MEAN VEL	3.890843e+000
STD DEV	3.561892e-001
TURB INT	9.154550e+000
SKEW	-2.296870e+000
FLATNESS	4.794936e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 8539.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 14

Data file acquired on 15-Nov-2001 at 17:43:24 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Thu Nov 15 17:45:10 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie1\114\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	3.869107e+000
STD DEV	4.495999e-001
TURB INT	1.162025e+001
SKEW	-1.214951e+000
FLATNESS	1.793116e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messserie 2

Einkaufzeit: 15s
Messzeit: 20s

Messpunkt 1

Data file acquired on 23-Nov-2001 at 11:17:07 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Nov 23 11:17:21 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie2\201\PROB0001.raw
Number of Points Processed in file = 139, # good = 139
Data Acquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	139
MEAN VEL	2.021214e+000
STD DEV	1.055835e-001
TURB INT	5.223764e+000
SKEW	-2.324681e+000
FLATNESS	3.917606e+001

Processor Type : 600

[ON] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 139.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 2

Data file acquired on 23-Nov-2001 at 11:41:32 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Nov 23 11:41:43 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie2\202\PROB0002.raw
Number of Points Processed in file = 320, # good = 320
Data Acquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	320
MEAN VEL	2.094665e+000
STD DEV	3.004535e-001
TURB INT	1.434375e+001
SKEW	-3.144675e+000
FLATNESS	4.389470e+001

Processor Type : 600

[ON] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 320.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 3

Data file acquired on 23-Nov-2001 at 15:19:15 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Nov 23 15:19:28 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie2\203\PROB0005.raw
 Number of Points Processed in file = 220, # good = 205
 Data Acquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	205
MEAN VEL	1.802640e+000
STD DEV	8.336633e-001
TURB INT	4.624679e+001
SKEW	-8.273581e-001
FLATNESS	3.818147e+000

Processor Type : 600

[ON] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 220.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 4

Data file acquired on 23-Nov-2001 at 15:36:26 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Nov 23 15:36:36 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie2\204\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 807, # good = 807
 Data Acquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	807
MEAN VEL	2.100605e+000
STD DEV	3.592706e-001
TURB INT	1.710320e+001
SKEW	-8.468085e-001
FLATNESS	5.096240e+000

Processor Type : 600

[ON] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 807.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 5

Data file acquired on 23-Nov-2001 at 15:47:54 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Nov 23 15:48:05 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie2\205\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 73, # good = 73
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	73
MEAN VEL	1.922985e+000
STD DEV	7.042752e-001
TURB INT	3.662407e+001
SKEW	-9.160248e-001
FLATNESS	5.505446e+000

Processor Type : 600

[ON] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 73.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 6

Data file acquired on 23-Nov-2001 at 16:25:46 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Nov 23 16:26:02 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie2\206\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 899, # good = 899
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	899
MEAN VEL	2.399710e+000
STD DEV	3.056810e-001
TURB INT	1.273825e+001
SKEW	-1.908828e+000
FLATNESS	2.728300e+001

Processor Type : 600

[ON] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 899.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 7

Data file acquired on 23-Nov-2001 at 16:43:31 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Nov 23 17:03:44 2001

Data file name = C:\LV11\DIPL_NEU\SERIE2\207\PROB0002.RAW
 Number of Points Processed in file = 861, # good = 861
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	861
MEAN VEL	2.347639e+000
STD DEV	5.776239e-001
TURB INT	2.460447e+001
SKEW	-1.685762e+000
FLATNESS	1.391204e+001

Processor Type : 600

[ON] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 861.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 8

Data file acquired on 23-Nov-2001 at 16:58:19 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Nov 23 16:58:27 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie2\208\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 1599, # good = 1599
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	1599
MEAN VEL	2.149643e+000
STD DEV	1.009991e+000
TURB INT	4.698412e+001
SKEW	-7.836871e-001
FLATNESS	3.658998e+000

Processor Type : 600

[ON] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 1599.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 9

Data file acquired on 23-Nov-2001 at 17:20:43 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Nov 23 17:22:14 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie2\209\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 1720, # good = 1720
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	1720
MEAN VEL	2.395845e+000
STD DEV	4.019768e-001
TURB INT	1.677808e+001
SKEW	-2.446491e+000
FLATNESS	2.935153e+001

Processor Type : 600

[ON] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 1720.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 10

Data file acquired on 23-Nov-2001 at 17:38:59 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Nov 23 17:40:47 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie2\210\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 2118, # good = 2118
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	2118
MEAN VEL	2.571867e+000
STD DEV	3.344378e-001
TURB INT	1.300370e+001
SKEW	-2.324029e+000
FLATNESS	3.580243e+001

Processor Type : 600

[ON] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 2118.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 11

Data file acquired on 23-Nov-2001 at 17:49:08 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Nov 23 17:51:05 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie2\211\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 797, # good = 797
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

```

+-----+-----+
| VALUE |     U |
+-----+-----+
| POINTS |     797 |
+-----+-----+
| MEAN VEL | 2.498488e+000 |
+-----+-----+
| STD DEV | 2.926700e-001 |
+-----+-----+
| TURB INT | 1.171388e+001 |
+-----+-----+
| SKEW | -2.755192e+000 |
+-----+-----+
| FLATNESS | 4.726619e+001 |
+-----+-----+

```

Processor Type : 600

[ON] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 797.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 12

Data file acquired on 23-Nov-2001 at 17:59:10 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Nov 23 18:00:31 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie2\212\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 1012, # good = 1012
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

```

+-----+-----+
| VALUE |     U |
+-----+-----+
| POINTS |    1012 |
+-----+-----+
| MEAN VEL | 2.509023e+000 |
+-----+-----+
| STD DEV | 3.955568e-001 |
+-----+-----+
| TURB INT | 1.576537e+001 |
+-----+-----+
| SKEW | -2.388110e+000 |
+-----+-----+
| FLATNESS | 3.078143e+001 |
+-----+-----+

```

Processor Type : 600

[ON] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 1012.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 13

Data file acquired on 23-Nov-2001 at 18:08:32 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Nov 23 18:09:47 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie2\213\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 917, # good = 917
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	917
MEAN VEL	2.513730e+000
STD DEV	4.354142e-001
TURB INT	1.732144e+001
SKEW	-2.198234e+000
FLATNESS	2.564964e+001

Processor Type : 600

[ON] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 917.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 14

Data file acquired on 23-Nov-2001 at 18:18:41 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Nov 23 18:19:56 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie2\214\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 1100, # good = 1100
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	1100
MEAN VEL	2.451862e+000
STD DEV	6.781350e-001
TURB INT	2.765796e+001
SKEW	-1.438175e+000
FLATNESS	1.084631e+001

Processor Type : 600

[ON] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 1100.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messserie 3

Einkaufzeit: 10s

Messzeit: 20s

Messpunkt 1

Data file acquired on 30-Nov-2001 at 15:51:11 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Nov 30 15:51:34 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie3\301\PROB0001.raw
Number of Points Processed in file = 4531, # good = 4531
Data Aquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	4531
MEAN VEL	2.558134e+000
STD DEV	1.497933e-001
TURB INT	5.855571e+000
SKEW	-6.251038e+000
FLATNESS	2.644415e+002

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 4531.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 2

Data file acquired on 30-Nov-2001 at 17:19:25 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Nov 30 17:19:43 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie3\302\PROB0001.raw
Number of Points Processed in file = 4983, # good = 4983
Data Aquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	4983
MEAN VEL	2.761426e+000
STD DEV	1.044477e-001
TURB INT	3.782382e+000
SKEW	-5.609032e+000
FLATNESS	2.960053e+002

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 4983.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 3

Data file acquired on 30-Nov-2001 at 18:16:51 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Nov 30 18:17:03 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie3\303\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 6353, # good = 6353
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	6353
MEAN VEL	2.890811e+000
STD DEV	3.659582e-001
TURB INT	1.265936e+001
SKEW	-3.011802e+000
FLATNESS	4.735462e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 6353.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 4

Data file acquired on 03-Dec-2001 at 10:54:44 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Mon Dec 03 10:54:53 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie3\304\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 2917, # good = 2917
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	2917
MEAN VEL	2.969271e+000
STD DEV	4.297503e-001
TURB INT	1.447326e+001
SKEW	-1.034723e+000
FLATNESS	6.912313e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 2917.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 5

Data file acquired on 03-Dec-2001 at 11:21:22 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Mon Dec 03 11:21:30 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie3\305\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 110, # good = 110
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	110
MEAN VEL	2.995589e+000
STD DEV	2.974559e-001
TURB INT	9.929797e+000
SKEW	-1.107039e+000
FLATNESS	9.157272e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 110.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 6

Data file acquired on 03-Dec-2001 at 11:48:36 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Mon Dec 03 11:48:44 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie3\306\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 9620, # good = 9620
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	9620
MEAN VEL	3.447265e+000
STD DEV	2.745852e-001
TURB INT	7.965307e+000
SKEW	-1.103625e+000
FLATNESS	1.208977e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 9620.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 7

Data file acquired on 03-Dec-2001 at 12:04:50 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Mon Dec 03 12:05:04 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie3\307\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	3.602665e+000
STD DEV	1.896289e-001
TURB INT	5.263573e+000
SKEW	-1.704663e+000
FLATNESS	3.642717e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 8

Data file acquired on 03-Dec-2001 at 13:28:34 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Mon Dec 03 13:28:47 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie3\308\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	3.612291e+000
STD DEV	2.088774e-001
TURB INT	5.782409e+000
SKEW	-1.367935e+000
FLATNESS	3.280383e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 9

Data file acquired on 03-Dec-2001 at 13:48:54 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Mon Dec 03 13:49:02 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie3\309\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 8426, # good = 8426
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	8426
MEAN VEL	3.487156e+000
STD DEV	2.702481e-001
TURB INT	7.749816e+000
SKEW	-2.581826e+000
FLATNESS	6.171261e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 8426.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 10

Data file acquired on 03-Dec-2001 at 14:09:33 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Mon Dec 03 14:09:44 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie3\310\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	3.566119e+000
STD DEV	2.224986e-001
TURB INT	6.239236e+000
SKEW	-3.809209e-001
FLATNESS	9.756006e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 11

Data file acquired on 03-Dec-2001 at 14:59:42 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Mon Dec 03 14:59:52 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie3\311\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 9229, # good = 9229
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	9229
MEAN VEL	3.787227e+000
STD DEV	2.438879e-001
TURB INT	6.439748e+000
SKEW	-1.234609e+000
FLATNESS	2.889049e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 9229.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 12

Data file acquired on 03-Dec-2001 at 15:26:05 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Mon Dec 03 15:26:22 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie3\312\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	3.983684e+000
STD DEV	2.315347e-001
TURB INT	5.812074e+000
SKEW	-2.142510e+000
FLATNESS	6.418128e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 13

Data file acquired on 03-Dec-2001 at 15:56:13 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Mon Dec 03 16:08:14 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie3\313\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	3.947297e+000
STD DEV	2.830179e-001
TURB INT	7.169917e+000
SKEW	-2.283934e+000
FLATNESS	6.198315e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 14

Data file acquired on 03-Dec-2001 at 16:21:27 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Mon Dec 03 16:23:27 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie3\314\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	3.769320e+000
STD DEV	3.333373e-001
TURB INT	8.843434e+000
SKEW	-1.698954e+000
FLATNESS	3.639647e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messserie 4

Einkaufzeit: 10s

Messzeit: 20s

Messpunkt 1

Data file acquired on 04-Dec-2001 at 12:46:36 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Dec 04 12:46:46 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie4\401\PROB0002.raw
Number of Points Processed in file = 2485, # good = 2485
Data Acquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	2485
MEAN VEL	2.506063e+000
STD DEV	1.361529e-001
TURB INT	5.432942e+000
SKEW	-5.064103e+000
FLATNESS	1.871794e+002

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 2485.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 2

Data file acquired on 04-Dec-2001 at 13:02:32 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Dec 04 13:02:42 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie4\402\PROB0001.raw
Number of Points Processed in file = 1385, # good = 1385
Data Acquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	1385
MEAN VEL	2.712661e+000
STD DEV	9.992320e-002
TURB INT	3.683585e+000
SKEW	-5.361044e-001
FLATNESS	9.516106e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 1385.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 3

Data file acquired on 04-Dec-2001 at 13:28:23 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Dec 04 13:50:00 2001

Data file name = C:\LV11\DIPL_NEU\SERIE4\403\PROB0001.RAW
 Number of Points Processed in file = 3189, # good = 3189
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	3189
MEAN VEL	2.791989e+000
STD DEV	3.560548e-001
TURB INT	1.275273e+001
SKEW	-3.516771e+000
FLATNESS	5.619250e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 3189.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 4

Data file acquired on 04-Dec-2001 at 13:57:41 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Dec 04 13:57:52 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie4\404\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 1459, # good = 1459
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	1459
MEAN VEL	2.965759e+000
STD DEV	5.663544e-001
TURB INT	1.909644e+001
SKEW	-2.924739e+000
FLATNESS	8.870465e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 1459.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 5

Data file acquired on 04-Dec-2001 at 14:11:40 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Dec 04 14:11:50 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie4\405\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 388, # good = 388
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	388
MEAN VEL	3.008357e+000
STD DEV	3.542798e-001
TURB INT	1.177652e+001
SKEW	-9.787454e-001
FLATNESS	6.486337e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 388.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 6

Data file acquired on 04-Dec-2001 at 15:09:06 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Dec 04 15:12:20 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie4\406\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 4749, # good = 4749
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	4749
MEAN VEL	3.128162e+000
STD DEV	3.291253e-001
TURB INT	1.052136e+001
SKEW	-1.971008e+000
FLATNESS	3.195167e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 4749.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 7

Data file acquired on 04-Dec-2001 at 15:23:09 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Dec 04 15:29:31 2001

Data file name = C:\LV11\DIPL_NEU\SERIE4\407\PROB0001.RAW
 Number of Points Processed in file = 3897, # good = 3897
 Data Acquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	3897
MEAN VEL	3.161314e+000
STD DEV	2.995313e-001
TURB INT	9.474901e+000
SKEW	-1.686995e+000
FLATNESS	3.140811e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 3897.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 8

Data file acquired on 04-Dec-2001 at 15:40:05 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Dec 04 15:47:53 2001

Data file name = C:\LV11\DIPL_NEU\SERIE4\408\PROB0001.RAW
 Number of Points Processed in file = 3793, # good = 3793
 Data Acquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	3793
MEAN VEL	3.285416e+000
STD DEV	3.414587e-001
TURB INT	1.039317e+001
SKEW	-2.346922e+000
FLATNESS	4.406819e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 3793.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 9

Data file acquired on 04-Dec-2001 at 16:10:37 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Dec 04 16:13:03 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie4\409\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 5205, # good = 5205
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	5205
MEAN VEL	3.347819e+000
STD DEV	3.383803e-001
TURB INT	1.010748e+001
SKEW	-1.785340e+000
FLATNESS	3.470490e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 5205.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 10

Data file acquired on 04-Dec-2001 at 16:32:33 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Dec 04 16:38:39 2001

Data file name = C:\LV11\DIPL_NEU\SERIE4\410\PROB0001.RAW
 Number of Points Processed in file = 4269, # good = 4269
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	4269
MEAN VEL	3.345475e+000
STD DEV	3.816145e-001
TURB INT	1.140689e+001
SKEW	-1.726940e+000
FLATNESS	2.913428e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 4269.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 11

Data file acquired on 04-Dec-2001 at 16:55:43 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Dec 04 17:02:57 2001

Data file name = C:\LV11\DIPL_NEU\SERIE4\411\PROB0001.RAW
 Number of Points Processed in file = 7215, # good = 7215
 Data Acquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	7215
MEAN VEL	3.359227e+000
STD DEV	2.939674e-001
TURB INT	8.751043e+000
SKEW	-1.982043e+000
FLATNESS	4.442774e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 7215.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 12

Data file acquired on 04-Dec-2001 at 17:40:47 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Dec 04 17:43:58 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie4\412\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 5409, # good = 5409
 Data Acquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	5409
MEAN VEL	3.326130e+000
STD DEV	4.483036e-001
TURB INT	1.347823e+001
SKEW	-1.983982e+000
FLATNESS	3.032972e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 5409.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 13

Data file acquired on 04-Dec-2001 at 17:55:06 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Dec 04 17:57:36 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie4\413\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 5731, # good = 5731
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	5731
MEAN VEL	3.573753e+000
STD DEV	3.583931e-001
TURB INT	1.002848e+001
SKEW	-2.114066e+000
FLATNESS	4.139013e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 5731.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 14

Data file acquired on 04-Dec-2001 at 18:09:35 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Dec 04 18:16:12 2001

Data file name = C:\LV11\DIPL_NEU\SERIE4\414\PROB0001.RAW
 Number of Points Processed in file = 7037, # good = 7037
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	7037
MEAN VEL	3.626488e+000
STD DEV	3.526014e-001
TURB INT	9.722944e+000
SKEW	-2.006837e+000
FLATNESS	3.975462e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 7037.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messserie 5

Einkaufzeit: 10s

Messzeit: 20s

Messpunkt 1

Data file acquired on 07-Dec-2001 at 11:19:05 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Dec 07 11:27:37 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie5\501\PROB0002.raw
Number of Points Processed in file = 262, # good = 262
Data Aquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	262
MEAN VEL	2.236468e+000
STD DEV	1.109772e-001
TURB INT	4.962162e+000
SKEW	-1.517863e+000
FLATNESS	2.067401e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 262.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 2

Data file acquired on 07-Dec-2001 at 11:35:13 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Dec 07 11:37:18 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie5\502\PROB0001.raw
Number of Points Processed in file = 236, # good = 236
Data Aquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	236
MEAN VEL	2.319406e+000
STD DEV	1.646923e-001
TURB INT	7.100623e+000
SKEW	-2.152147e+000
FLATNESS	3.258362e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 236.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 3

Data file acquired on 07-Dec-2001 at 11:58:19 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Dec 07 12:10:30 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie5\503\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 185, # good = 185
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	185
MEAN VEL	2.150532e+000
STD DEV	5.204090e-001
TURB INT	2.419908e+001
SKEW	-1.570401e+000
FLATNESS	1.285322e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 185.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 4

Data file acquired on 07-Dec-2001 at 12:18:51 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Dec 07 12:20:52 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie5\504\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 124, # good = 124
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	124
MEAN VEL	2.498810e+000
STD DEV	5.218576e-001
TURB INT	2.088425e+001
SKEW	-7.085027e-001
FLATNESS	3.498055e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 124.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 5

Data file acquired on 07-Dec-2001 at 12:45:13 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Dec 07 12:49:06 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie5\505\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 597, # good = 597
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	597
MEAN VEL	2.525660e+000
STD DEV	4.695760e-001
TURB INT	1.859221e+001
SKEW	-6.837712e-001
FLATNESS	5.527919e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 597.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 6

Data file acquired on 07-Dec-2001 at 13:09:03 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Dec 07 13:10:58 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie5\506\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 900, # good = 900
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	900
MEAN VEL	2.648936e+000
STD DEV	3.956612e-001
TURB INT	1.493661e+001
SKEW	-7.950922e-001
FLATNESS	9.263243e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 900.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 7

Data file acquired on 07-Dec-2001 at 13:24:35 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Dec 07 13:26:35 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie5\507\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 956, # good = 956
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	956
MEAN VEL	2.626297e+000
STD DEV	3.090449e-001
TURB INT	1.176732e+001
SKEW	-9.839235e-001
FLATNESS	1.401016e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 956.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 8

Data file acquired on 07-Dec-2001 at 13:59:30 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Dec 07 14:01:19 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie5\508\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 853, # good = 853
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	853
MEAN VEL	2.697844e+000
STD DEV	3.028745e-001
TURB INT	1.122654e+001
SKEW	-1.487287e+000
FLATNESS	2.425218e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 853.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 9

Data file acquired on 07-Dec-2001 at 15:14:39 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Dec 07 15:17:26 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie5\509\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 2347, # good = 2347
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	2347
MEAN VEL	2.759008e+000
STD DEV	3.281894e-001
TURB INT	1.189520e+001
SKEW	-2.644425e+000
FLATNESS	4.370977e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 2347.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 10

Data file acquired on 07-Dec-2001 at 15:28:08 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Dec 07 15:30:19 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie5\510\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 2805, # good = 2805
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	2805
MEAN VEL	2.819339e+000
STD DEV	2.302805e-001
TURB INT	8.167891e+000
SKEW	-1.389943e+000
FLATNESS	2.883629e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 2805.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 11

Data file acquired on 07-Dec-2001 at 15:40:22 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Dec 07 15:41:59 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie5\511\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 1490, # good = 1490
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	1490
MEAN VEL	2.846811e+000
STD DEV	2.270675e-001
TURB INT	7.976206e+000
SKEW	-2.676969e-001
FLATNESS	3.882112e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 1490.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 12

Data file acquired on 07-Dec-2001 at 15:56:20 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Dec 07 15:58:38 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie5\512\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 1968, # good = 1968
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	1968
MEAN VEL	2.783256e+000
STD DEV	2.756779e-001
TURB INT	9.904869e+000
SKEW	-1.573769e+000
FLATNESS	2.925446e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 1968.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 13

Data file acquired on 07-Dec-2001 at 16:12:09 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Dec 07 16:15:12 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie5\513\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 1603, # good = 1603
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	1603
MEAN VEL	2.732486e+000
STD DEV	2.345897e-001
TURB INT	8.585213e+000
SKEW	-1.375549e-001
FLATNESS	3.743023e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 1603.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 14

Data file acquired on 07-Dec-2001 at 16:22:28 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Dec 07 16:24:44 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie5\514\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 789, # good = 789
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	789
MEAN VEL	2.608973e+000
STD DEV	3.293167e-001
TURB INT	1.262247e+001
SKEW	-1.481527e+000
FLATNESS	2.190830e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 789.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messserie 6

Einkaufzeit: 10s

Messzeit: 20s

Messpunkt 1

Data file acquired on 11-Dec-2001 at 09:25:02 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Dec 11 09:27:14 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie6\601\PROB0001.raw
Number of Points Processed in file = 1165, # good = 1165
Data Acquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	1165
MEAN VEL	2.310425e+000
STD DEV	8.986444e-002
TURB INT	3.889521e+000
SKEW	-2.394402e-001
FLATNESS	7.431455e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 1165.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 2

Data file acquired on 11-Dec-2001 at 09:41:42 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Dec 11 09:43:59 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie6\602\PROB0001.raw
Number of Points Processed in file = 640, # good = 640
Data Acquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	640
MEAN VEL	2.419385e+000
STD DEV	1.890997e-001
TURB INT	7.816021e+000
SKEW	-4.919688e+000
FLATNESS	1.248205e+002

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 640.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 3

Data file acquired on 11-Dec-2001 at 09:57:22 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Dec 11 09:59:38 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie6\603\PROB0001.raw
Number of Points Processed in file = 1356, # good = 1356
Data Aquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	1356
MEAN VEL	2.547595e+000
STD DEV	5.185593e-001
TURB INT	2.035486e+001
SKEW	-2.103581e+000
FLATNESS	2.204625e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 1356.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 4

Data file acquired on 11-Dec-2001 at 10:22:56 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Dec 11 10:25:08 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie6\604\PROB0002.raw
Number of Points Processed in file = 643, # good = 643
Data Aquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	643
MEAN VEL	2.635753e+000
STD DEV	6.037313e-001
TURB INT	2.290546e+001
SKEW	-7.779018e-001
FLATNESS	5.401814e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 643.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 5

Data file acquired on 11-Dec-2001 at 10:30:35 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Dec 11 10:32:15 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie6\605\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 658, # good = 658
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	658
MEAN VEL	2.751966e+000
STD DEV	3.889267e-001
TURB INT	1.413268e+001
SKEW	-7.469116e-001
FLATNESS	4.500331e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 658.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 6

Data file acquired on 11-Dec-2001 at 11:08:47 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Dec 11 11:11:35 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie6\606\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 2536, # good = 2536
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	2536
MEAN VEL	2.785051e+000
STD DEV	3.433525e-001
TURB INT	1.232841e+001
SKEW	-1.092498e+000
FLATNESS	1.554777e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 2536.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 7

Data file acquired on 11-Dec-2001 at 11:20:35 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Dec 11 11:22:18 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie6\607\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 2813, # good = 2813
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	2813
MEAN VEL	3.043371e+000
STD DEV	2.494010e-001
TURB INT	8.194895e+000
SKEW	-1.294285e+000
FLATNESS	2.091960e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 2813.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 8

Data file acquired on 11-Dec-2001 at 11:38:17 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Dec 11 11:43:10 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie6\608\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 2654, # good = 2654
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	2654
MEAN VEL	3.024947e+000
STD DEV	3.076967e-001
TURB INT	1.017197e+001
SKEW	-1.779393e+000
FLATNESS	3.360755e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 2654.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 9

Data file acquired on 11-Dec-2001 at 12:17:07 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Dec 11 12:18:51 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie6\609\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 6220, # good = 6220
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	6220
MEAN VEL	3.199172e+000
STD DEV	3.072665e-001
TURB INT	9.604564e+000
SKEW	-2.513323e+000
FLATNESS	5.042141e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 6220.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 10

Data file acquired on 11-Dec-2001 at 12:31:26 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Dec 11 12:34:28 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie6\610\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 7790, # good = 7790
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	7790
MEAN VEL	3.290210e+000
STD DEV	3.576819e-001
TURB INT	1.087110e+001
SKEW	-2.351108e+000
FLATNESS	4.341378e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 7790.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 11

Data file acquired on 11-Dec-2001 at 12:44:06 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Dec 11 12:46:35 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie6\611\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 5642, # good = 5642
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	5642
MEAN VEL	3.295342e+000
STD DEV	3.588029e-001
TURB INT	1.088819e+001
SKEW	-1.889054e+000
FLATNESS	3.096235e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 5642.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 12

Data file acquired on 11-Dec-2001 at 14:18:24 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Dec 11 14:21:31 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie6\612\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 4537, # good = 4537
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	4537
MEAN VEL	3.314546e+000
STD DEV	4.509041e-001
TURB INT	1.360380e+001
SKEW	-2.389461e+000
FLATNESS	3.569709e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 4537.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 13

Data file acquired on 11-Dec-2001 at 14:27:23 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Dec 11 14:29:40 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie6\613\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 4271, # good = 4271
 Data Acquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	4271
MEAN VEL	3.297377e+000
STD DEV	4.530512e-001
TURB INT	1.373975e+001
SKEW	-2.497901e+000
FLATNESS	3.656842e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 4271.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 14

Data file acquired on 11-Dec-2001 at 14:44:10 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Dec 11 14:45:24 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie6\614\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 3099, # good = 3099
 Data Acquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	3099
MEAN VEL	3.414200e+000
STD DEV	3.625345e-001
TURB INT	1.061843e+001
SKEW	-1.860766e+000
FLATNESS	3.390898e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 3099.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messserie 7

Einkaufzeit: 10s
Messzeit: 20s

Messpunkt 1

Data file acquired on 14-Dec-2001 at 11:30:50 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Dec 14 11:32:53 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie7\701\PROB0001.raw
Number of Points Processed in file = 1505, # good = 1505
Data Acquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	1505
MEAN VEL	2.424675e+000
STD DEV	1.267115e-001
TURB INT	5.225918e+000
SKEW	-4.723822e+000
FLATNESS	1.793570e+002

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 1505.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 2

Data file acquired on 14-Dec-2001 at 12:06:03 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Dec 14 12:09:10 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie7\702\PROB0002.raw
Number of Points Processed in file = 1000, # good = 1000
Data Acquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	1000
MEAN VEL	2.543613e+000
STD DEV	8.625190e-002
TURB INT	3.390920e+000
SKEW	-2.961474e-001
FLATNESS	3.568192e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 1000.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 3

Data file acquired on 14-Dec-2001 at 12:27:56 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Dec 14 12:30:39 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie7\703\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 2286, # good = 2286
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	2286
MEAN VEL	2.728790e+000
STD DEV	3.913518e-001
TURB INT	1.434159e+001
SKEW	-2.956866e+000
FLATNESS	4.139779e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 2286.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 4

Data file acquired on 14-Dec-2001 at 15:14:06 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Dec 14 15:15:37 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie7\704\PROB0003.raw
 Number of Points Processed in file = 715, # good = 715
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	715
MEAN VEL	2.986691e+000
STD DEV	7.556342e-001
TURB INT	2.530005e+001
SKEW	-1.231520e+000
FLATNESS	9.367804e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 715.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 5

Data file acquired on 14-Dec-2001 at 15:51:29 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Dec 14 15:52:53 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie7\705\PROB0004.raw
 Number of Points Processed in file = 421, # good = 421
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	421
MEAN VEL	3.067419e+000
STD DEV	3.038918e-001
TURB INT	9.907085e+000
SKEW	-2.199594e+000
FLATNESS	3.357683e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 421.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 6

Data file acquired on 14-Dec-2001 at 16:10:49 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Dec 14 16:13:38 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie7\706\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 3625, # good = 3625
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	3625
MEAN VEL	3.236575e+000
STD DEV	2.611441e-001
TURB INT	8.068532e+000
SKEW	-1.712141e+000
FLATNESS	3.104233e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 3625.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 7

Data file acquired on 14-Dec-2001 at 16:18:58 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Dec 14 16:20:31 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie7\707\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 6832, # good = 6832
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	6832
MEAN VEL	3.251215e+000
STD DEV	2.447238e-001
TURB INT	7.527150e+000
SKEW	-9.733100e-001
FLATNESS	1.475992e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 6832.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 8

Data file acquired on 14-Dec-2001 at 16:31:22 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Dec 14 16:32:56 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie7\708\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 7544, # good = 7544
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	7544
MEAN VEL	3.303505e+000
STD DEV	2.490060e-001
TURB INT	7.537630e+000
SKEW	-7.448034e-001
FLATNESS	8.961885e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 7544.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 9

Data file acquired on 14-Dec-2001 at 16:58:57 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Dec 14 17:00:27 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie7\709\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 4351, # good = 4351
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	4351
MEAN VEL	3.275760e+000
STD DEV	2.964543e-001
TURB INT	9.049940e+000
SKEW	-8.005384e-001
FLATNESS	1.608690e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 4351.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 10

Data file acquired on 14-Dec-2001 at 17:11:44 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Dec 14 17:14:10 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie7\710\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 3145, # good = 3145
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	3145
MEAN VEL	3.230754e+000
STD DEV	3.302268e-001
TURB INT	1.022135e+001
SKEW	-3.576661e-001
FLATNESS	8.126291e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 3145.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 11

Data file acquired on 14-Dec-2001 at 17:22:45 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Dec 14 17:24:58 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie7\711\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 3362, # good = 3362
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	3362
MEAN VEL	3.330233e+000
STD DEV	4.358590e-001
TURB INT	1.308794e+001
SKEW	-1.130537e+000
FLATNESS	1.411519e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 3362.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 12

Data file acquired on 14-Dec-2001 at 17:33:22 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Dec 14 17:35:16 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie7\712\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 4276, # good = 4276
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	4276
MEAN VEL	3.381053e+000
STD DEV	3.452193e-001
TURB INT	1.021041e+001
SKEW	-7.004301e-001
FLATNESS	1.132021e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 4276.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 13

Data file acquired on 14-Dec-2001 at 17:46:43 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Dec 14 17:48:24 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie7\713\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 5602, # good = 5602
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	5602
MEAN VEL	3.410424e+000
STD DEV	3.600773e-001
TURB INT	1.055814e+001
SKEW	-1.265586e+000
FLATNESS	2.371044e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 5602.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 14

Data file acquired on 14-Dec-2001 at 17:57:23 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Dec 14 17:59:14 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie7\714\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 6986, # good = 6986
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	6986
MEAN VEL	3.540273e+000
STD DEV	3.591299e-001
TURB INT	1.014413e+001
SKEW	-1.111383e+000
FLATNESS	2.297873e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 6986.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messserie 8

Einkaufzeit: 10s

Messzeit: 20s

Messpunkt 1

Data file acquired on 12-Apr-2002 at 15:04:19 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Apr 12 15:04:59 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie8\801\PROB0002.raw
Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
Data Aquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	2.406343e+000
STD DEV	1.458266e-001
TURB INT	6.060093e+000
SKEW	-7.138613e+000
FLATNESS	2.391733e+002

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 2

Data file acquired on 12-Apr-2002 at 15:47:12 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Apr 12 15:47:41 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie8\802\PROB0003.raw
Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
Data Aquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	2.576338e+000
STD DEV	2.920492e-001
TURB INT	1.133583e+001
SKEW	-4.087153e+000
FLATNESS	7.225638e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 3

Data file acquired on 12-Apr-2002 at 16:44:42 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Apr 12 16:45:04 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie8\803\PROB0003.raw
 Number of Points Processed in file = 4779, # good = 4779
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	4779
MEAN VEL	2.850215e+000
STD DEV	2.079192e-001
TURB INT	7.294861e+000
SKEW	-3.870236e+000
FLATNESS	1.117257e+002

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 4779.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 4

Data file acquired on 15-Apr-2002 at 12:20:33 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Mon Apr 15 12:20:57 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie8\804\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 761, # good = 761
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	761
MEAN VEL	2.750918e+000
STD DEV	7.790649e-001
TURB INT	2.832018e+001
SKEW	-3.277924e+000
FLATNESS	7.675374e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 761.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 5

Data file acquired on 15-Apr-2002 at 14:27:18 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Mon Apr 15 14:27:48 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie8\805\PROB0004.raw
 Number of Points Processed in file = 1058, # good = 1058
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	1058
MEAN VEL	2.856960e+000
STD DEV	2.590895e-001
TURB INT	9.068714e+000
SKEW	-4.816908e-001
FLATNESS	5.893302e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 1058.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 6

Data file acquired on 15-Apr-2002 at 15:26:12 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Mon Apr 15 15:26:37 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie8\806\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 5081, # good = 5081
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	5081
MEAN VEL	2.971123e+000
STD DEV	2.144084e-001
TURB INT	7.216411e+000
SKEW	-1.929590e+000
FLATNESS	3.938187e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 5081.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 7

Data file acquired on 15-Apr-2002 at 16:07:03 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Mon Apr 15 16:07:37 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie8\807\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 5592, # good = 5592
 Data Acquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	5592
MEAN VEL	3.123834e+000
STD DEV	2.161354e-001
TURB INT	6.918913e+000
SKEW	-1.294925e+000
FLATNESS	2.740468e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 5592.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 8

Data file acquired on 16-Apr-2002 at 10:14:14 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Apr 16 10:14:35 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie8\808\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 2504, # good = 2504
 Data Acquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	2504
MEAN VEL	3.172771e+000
STD DEV	2.385516e-001
TURB INT	7.518714e+000
SKEW	-6.101448e-001
FLATNESS	6.772614e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 2504.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 9

Data file acquired on 16-Apr-2002 at 13:18:35 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Apr 16 13:19:10 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie8\809\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 5228, # good = 5228
 Data Acquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	5228
MEAN VEL	3.372336e+000
STD DEV	2.704394e-001
TURB INT	8.019348e+000
SKEW	-6.399884e-001
FLATNESS	9.057279e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 5228.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 10

Data file acquired on 16-Apr-2002 at 14:06:54 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Apr 16 14:07:43 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie8\810\PROB0004.raw
 Number of Points Processed in file = 7188, # good = 7188
 Data Acquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	7188
MEAN VEL	3.263879e+000
STD DEV	2.901469e-001
TURB INT	8.889633e+000
SKEW	-8.827835e-001
FLATNESS	1.531412e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 7188.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 11

Data file acquired on 16-Apr-2002 at 14:25:05 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Apr 16 14:25:29 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie8\811\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 4408, # good = 4408
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	4408
MEAN VEL	3.360742e+000
STD DEV	4.159811e-001
TURB INT	1.237765e+001
SKEW	-1.276019e-001
FLATNESS	3.719974e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 4408.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 12

Data file acquired on 16-Apr-2002 at 14:55:25 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Apr 16 14:55:50 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie8\812\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 5109, # good = 5109
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	5109
MEAN VEL	3.353867e+000
STD DEV	3.011939e-001
TURB INT	8.980497e+000
SKEW	-5.627652e-001
FLATNESS	5.867297e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 5109.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 13

Data file acquired on 16-Apr-2002 at 15:12:25 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Apr 16 15:12:46 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie8\813\PROB0003.raw
 Number of Points Processed in file = 2701, # good = 2701
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	2701
MEAN VEL	3.193661e+000
STD DEV	3.833208e-001
TURB INT	1.200255e+001
SKEW	-6.324433e-002
FLATNESS	2.390669e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 2701.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 14

Data file acquired on 16-Apr-2002 at 15:32:45 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Apr 16 15:33:07 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie8\814\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 1845, # good = 1845
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	1845
MEAN VEL	3.241586e+000
STD DEV	3.405456e-001
TURB INT	1.050552e+001
SKEW	-4.920152e-001
FLATNESS	7.572418e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 1845.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messserie 9

Einkaufzeit: 10s

Messzeit: 20s

Messpunkt 1

Data file acquired on 17-Apr-2002 at 13:33:11 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Wed Apr 17 13:33:32 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie9\901\PROB0002.raw
Number of Points Processed in file = 3231, # good = 3231
Data Aquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	3231
MEAN VEL	2.589976e+000
STD DEV	4.112678e-002
TURB INT	1.587921e+000
SKEW	-3.979625e-002
FLATNESS	5.805576e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 3231.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 2

Data file acquired on 17-Apr-2002 at 14:22:51 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Wed Apr 17 14:23:19 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie9\902\PROB0002.raw
Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
Data Aquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	2.764392e+000
STD DEV	6.791734e-002
TURB INT	2.456864e+000
SKEW	-1.030473e+001
FLATNESS	8.402925e+002

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 3

Data file acquired on 17-Apr-2002 at 16:32:11 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Wed Apr 17 16:32:48 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie9\903\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	3.126036e+000
STD DEV	1.835619e-001
TURB INT	5.872033e+000
SKEW	-6.082126e+000
FLATNESS	2.159304e+002

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 4

Data file acquired on 17-Apr-2002 at 17:33:32 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Wed Apr 17 17:33:52 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie9\904\PROB0003.raw
 Number of Points Processed in file = 2779, # good = 2779
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	2779
MEAN VEL	3.276242e+000
STD DEV	1.917028e-001
TURB INT	5.851301e+000
SKEW	-1.975341e+000
FLATNESS	3.182940e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 2779.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 5

Data file acquired on 18-Apr-2002 at 14:45:00 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Thu Apr 18 14:45:23 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie9\905\PROB0005.raw
 Number of Points Processed in file = 4242, # good = 4242
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	4242
MEAN VEL	3.401434e+000
STD DEV	2.360225e-001
TURB INT	6.938911e+000
SKEW	-1.695469e+000
FLATNESS	1.994903e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 4242.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 6

Data file acquired on 18-Apr-2002 at 15:34:32 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Thu Apr 18 15:34:58 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie9\906\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	3.487018e+000
STD DEV	2.182621e-001
TURB INT	6.259277e+000
SKEW	-1.238223e+000
FLATNESS	1.716070e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 7

Data file acquired on 18-Apr-2002 at 16:05:29 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Thu Apr 18 16:05:48 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie9\907\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 5917, # good = 5917
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	5917
MEAN VEL	3.566212e+000
STD DEV	1.970432e-001
TURB INT	5.525280e+000
SKEW	-1.393726e+000
FLATNESS	2.766064e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 5917.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 8

Data file acquired on 18-Apr-2002 at 16:18:04 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Thu Apr 18 16:18:26 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie9\908\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 9958, # good = 9958
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	9958
MEAN VEL	3.645350e+000
STD DEV	2.311554e-001
TURB INT	6.341104e+000
SKEW	-1.417783e+000
FLATNESS	3.063974e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 9958.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 9

Data file acquired on 18-Apr-2002 at 16:42:31 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Thu Apr 18 16:42:55 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie9\909\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	3.693216e+000
STD DEV	2.564385e-001
TURB INT	6.943501e+000
SKEW	-1.096523e+000
FLATNESS	2.495773e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 10

Data file acquired on 18-Apr-2002 at 16:55:13 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Thu Apr 18 16:55:33 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie9\910\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 7985, # good = 7985
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	7985
MEAN VEL	3.783825e+000
STD DEV	2.959520e-001
TURB INT	7.821504e+000
SKEW	-8.240927e-001
FLATNESS	6.984696e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 7985.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 11

Data file acquired on 18-Apr-2002 at 17:21:22 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Thu Apr 18 17:21:44 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie9\911\PROB0004.raw
 Number of Points Processed in file = 5892, # good = 5892
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	5892
MEAN VEL	3.613477e+000
STD DEV	2.458602e-001
TURB INT	6.803979e+000
SKEW	-2.333860e-001
FLATNESS	4.768908e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 5892.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 12

Data file acquired on 18-Apr-2002 at 17:41:30 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Thu Apr 18 17:41:55 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie9\912\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	3.837389e+000
STD DEV	2.420277e-001
TURB INT	6.307092e+000
SKEW	-9.195068e-001
FLATNESS	2.252210e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 13

Data file acquired on 19-Apr-2002 at 11:11:03 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Apr 19 11:11:27 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie9\913\PROB0002.raw
Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
Data Aquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	3.860599e+000
STD DEV	2.589746e-001
TURB INT	6.708146e+000
SKEW	-8.463634e-001
FLATNESS	2.254481e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 14

Data file acquired on 19-Apr-2002 at 11:36:50 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri Apr 19 11:37:56 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie9\914\PROB0002.raw
Number of Points Processed in file = 4086, # good = 4086
Data Aquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	4086
MEAN VEL	3.714928e+000
STD DEV	3.259895e-001
TURB INT	8.775122e+000
SKEW	-3.024508e-001
FLATNESS	3.332626e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 4086.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messserie 10

Einkaufzeit: 10s

Messzeit: 20s

Messpunkt 1

Data file acquired on 24-Apr-2002 at 10:25:20 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Wed Apr 24 10:25:43 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie10\1001\PROB0002.raw
Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
Data Aquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	2.600898e+000
STD DEV	1.309504e-001
TURB INT	5.034814e+000
SKEW	-8.242129e+000
FLATNESS	3.292272e+002

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 2

Data file acquired on 24-Apr-2002 at 10:41:45 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Wed Apr 24 10:42:09 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie10\1002\PROB0001.raw
Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
Data Aquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	2.842189e+000
STD DEV	1.309705e-001
TURB INT	4.608085e+000
SKEW	-8.696457e+000
FLATNESS	3.788910e+002

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 3

Data file acquired on 24-Apr-2002 at 11:24:29 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Wed Apr 24 11:25:01 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie10\1003\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	3.081512e+000
STD DEV	2.238252e-001
TURB INT	7.263486e+000
SKEW	-6.105768e+000
FLATNESS	1.754764e+002

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 4

Data file acquired on 24-Apr-2002 at 11:41:18 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Wed Apr 24 11:41:46 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie10\1004\PROB0003.raw
 Number of Points Processed in file = 135, # good = 135
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	135
MEAN VEL	3.129288e+000
STD DEV	1.470488e-001
TURB INT	4.699113e+000
SKEW	-3.033032e-002
FLATNESS	7.025993e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 135.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 5

Data file acquired on 24-Apr-2002 at 11:53:39 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Wed Apr 24 11:54:03 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie10\1005\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	3.327814e+000
STD DEV	2.113294e-001
TURB INT	6.350398e+000
SKEW	-1.860873e+000
FLATNESS	4.181982e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 6

Data file acquired on 24-Apr-2002 at 12:18:12 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Wed Apr 24 12:18:34 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie10\1006\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 5019, # good = 5019
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	5019
MEAN VEL	3.468131e+000
STD DEV	2.952439e-001
TURB INT	8.513055e+000
SKEW	-9.140860e-001
FLATNESS	7.370129e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 5019.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 7

Data file acquired on 24-Apr-2002 at 12:41:43 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Wed Apr 24 12:42:08 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie10\1007\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
 Data Acquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	3.631685e+000
STD DEV	2.107261e-001
TURB INT	5.802433e+000
SKEW	-1.075115e+000
FLATNESS	1.647864e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 8

Data file acquired on 24-Apr-2002 at 14:05:09 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Wed Apr 24 14:05:38 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie10\1008\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
 Data Acquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	3.737368e+000
STD DEV	2.258080e-001
TURB INT	6.041900e+000
SKEW	-1.292447e+000
FLATNESS	2.333942e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 9

Data file acquired on 24-Apr-2002 at 14:26:44 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Wed Apr 24 14:27:04 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie10\1009\PROB0003.raw
 Number of Points Processed in file = 6483, # good = 6483
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	6483
MEAN VEL	3.663154e+000
STD DEV	2.418893e-001
TURB INT	6.603307e+000
SKEW	-3.547966e-001
FLATNESS	4.482369e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 6483.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 10

Data file acquired on 24-Apr-2002 at 14:42:46 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Wed Apr 24 14:43:12 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie10\1010\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	3.858536e+000
STD DEV	2.541751e-001
TURB INT	6.587344e+000
SKEW	-1.697724e+000
FLATNESS	4.542022e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 11

Data file acquired on 24-Apr-2002 at 14:59:17 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Wed Apr 24 14:59:44 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie10\1011\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	3.880323e+000
STD DEV	2.244555e-001
TURB INT	5.784454e+000
SKEW	-3.860241e-001
FLATNESS	6.036229e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 12

Data file acquired on 24-Apr-2002 at 15:15:32 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Wed Apr 24 15:15:54 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie10\1012\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 5229, # good = 5229
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	5229
MEAN VEL	3.826998e+000
STD DEV	4.837703e-001
TURB INT	1.264099e+001
SKEW	-3.841561e-001
FLATNESS	3.969959e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 5229.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 13

Data file acquired on 24-Apr-2002 at 15:35:23 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Wed Apr 24 15:35:45 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie10\1013\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 6355, # good = 6355
 Data Acquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	6355
MEAN VEL	3.760031e+000
STD DEV	3.635086e-001
TURB INT	9.667703e+000
SKEW	-4.254199e-001
FLATNESS	8.577169e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 6355.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 14

Data file acquired on 24-Apr-2002 at 15:48:42 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Wed Apr 24 15:49:01 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie10\1014\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 8797, # good = 8797
 Data Acquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	8797
MEAN VEL	3.863802e+000
STD DEV	3.312103e-001
TURB INT	8.572135e+000
SKEW	-2.710326e-001
FLATNESS	4.878075e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 8797.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messserie 11

Einkaufzeit: 20s

Messzeit: 15s

Messpunkt 1

Data file acquired on 29-Apr-2002 at 15:01:41 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Wed Jun 12 14:08:47 2002

Data file name = C:\LV11\DIPL_NEU\SERIE11\1101\PROB0001.RAW
Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
Data Aquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	2.606396e+000
STD DEV	8.085768e-002
TURB INT	3.102279e+000
SKEW	-6.415949e+000
FLATNESS	4.480871e+002

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 2

Data file acquired on 30-Apr-2002 at 10:38:23 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Apr 30 10:38:58 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie11\1102\PROB0003.raw
Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
Data Aquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	2.846763e+000
STD DEV	7.447976e-002
TURB INT	2.616296e+000
SKEW	-8.919386e+000
FLATNESS	6.680914e+002

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 3

Data file acquired on 30-Apr-2002 at 14:00:38 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Mon Jun 03 10:54:11 2002

Data file name = C:\LV11\DIPL_NEU\SERIE11\1103\PROB0002.RAW
 Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	3.223654e+000
STD DEV	1.449761e-001
TURB INT	4.497259e+000
SKEW	-6.113781e+000
FLATNESS	3.386005e+002

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 4

Data file acquired on 30-Apr-2002 at 14:20:53 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Apr 30 14:20:56 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie11\1104\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 172, # good = 172
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	172
MEAN VEL	3.449961e+000
STD DEV	2.126758e-001
TURB INT	6.164587e+000
SKEW	-2.397321e-001
FLATNESS	4.104336e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 172.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 5

Data file acquired on 30-Apr-2002 at 14:46:40 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Apr 30 14:46:52 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie11\1105\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	3.501063e+000
STD DEV	1.760719e-001
TURB INT	5.029097e+000
SKEW	-9.643152e-001
FLATNESS	1.175401e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 6

Data file acquired on 30-Apr-2002 at 15:28:32 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Apr 30 15:28:37 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie11\1106\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 9432, # good = 9432
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	9432
MEAN VEL	3.677584e+000
STD DEV	2.071926e-001
TURB INT	5.633934e+000
SKEW	-9.673370e-001
FLATNESS	1.590980e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 9432.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 7

Data file acquired on 30-Apr-2002 at 15:45:28 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Apr 30 15:45:32 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie11\1107\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	3.790263e+000
STD DEV	2.158702e-001
TURB INT	5.695389e+000
SKEW	-8.475866e-001
FLATNESS	1.392703e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 8

Data file acquired on 30-Apr-2002 at 16:08:10 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Apr 30 16:08:12 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie11\1108\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 8385, # good = 8385
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	8385
MEAN VEL	3.908687e+000
STD DEV	2.430449e-001
TURB INT	6.218069e+000
SKEW	-8.457108e-001
FLATNESS	1.222744e+001

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 8385.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 9

Data file acquired on 02-May-2002 at 14:12:36 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Thu May 02 14:12:53 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie11\1109\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 9993, # good = 9993
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	9993
MEAN VEL	3.962903e+000
STD DEV	3.144337e-001
TURB INT	7.934428e+000
SKEW	-6.359765e-001
FLATNESS	6.871427e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 9993.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 10

Data file acquired on 02-May-2002 at 14:35:20 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Thu May 02 14:35:24 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie11\1110\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 9724, # good = 9724
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	9724
MEAN VEL	4.095474e+000
STD DEV	3.462018e-001
TURB INT	8.453279e+000
SKEW	-7.808162e-001
FLATNESS	9.486068e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 9724.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 11

Data file acquired on 03-May-2002 at 14:10:37 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri May 03 14:10:45 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie11\1111\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	4.117830e+000
STD DEV	3.598696e-001
TURB INT	8.739302e+000
SKEW	-5.501085e-001
FLATNESS	6.533663e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 12

Data file acquired on 03-May-2002 at 14:55:36 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri May 03 14:56:01 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie11\1112\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 7058, # good = 7058
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	7058
MEAN VEL	4.159714e+000
STD DEV	4.533323e-001
TURB INT	1.089816e+001
SKEW	-5.860030e-001
FLATNESS	3.621258e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 7058.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 13

Data file acquired on 03-May-2002 at 15:55:09 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri May 03 15:55:51 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie11\1113\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	4.153690e+000
STD DEV	4.183259e-001
TURB INT	1.007119e+001
SKEW	-3.995006e-001
FLATNESS	4.239141e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messpunkt 14

Data file acquired on 03-May-2002 at 16:18:51 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Fri May 03 16:19:11 2002

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\serie11\1114\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 9636, # good = 9636
 Data Aquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	9636
MEAN VEL	4.257718e+000
STD DEV	4.649020e-001
TURB INT	1.091904e+001
SKEW	-3.940481e-001
FLATNESS	4.274607e+000

Processor Type : 600

[OFF] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 9636.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Messserie Luftstrom

Massenstrom Schüttgut 3,8g/s

Data file acquired on 27-Nov-2001 at 15:41:43 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Nov 27 15:42:01 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\staubm-1\massen-3\gut&st-1\PROB0001.raw
Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
Data Aquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

```

+-----+-----+
| VALUE | U |
+-----+-----+
| POINTS | 10000 |
+-----+-----+
| MEAN VEL | 7.624055e-001 |
+-----+-----+
| STD DEV | 6.735859e-002 |
+-----+-----+
| TURB INT | 8.835009e+000 |
+-----+-----+
| SKEW | -2.209323e-001 |
+-----+-----+
| FLATNESS | 4.929436e+000 |
+-----+-----+

```

Processor Type : 600

[ON] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Massenstrom Schüttgut 7,5g/s

Data file acquired on 27-Nov-2001 at 15:23:03 using version LV10
Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Nov 27 15:23:19 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\staubm-1\massen-2\gut_st-1\PROB0001.raw
Number of Points Processed in file = 9602, # good = 9602
Data Aquired using Random Mode
Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

```

+-----+-----+
| VALUE | U |
+-----+-----+
| POINTS | 9602 |
+-----+-----+
| MEAN VEL | 9.101040e-001 |
+-----+-----+
| STD DEV | 8.228655e-002 |
+-----+-----+
| TURB INT | 9.041445e+000 |
+-----+-----+
| SKEW | -8.014162e-002 |
+-----+-----+
| FLATNESS | 2.514575e+000 |
+-----+-----+

```

Processor Type : 600

[ON] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
[OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
[OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 9602.
[OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Massenstrom Schüttgut 10g/s

Data file acquired on 27-Nov-2001 at 16:30:28 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Nov 27 16:30:36 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\staubm-1\massen-4\gut&st-1\PROB0001.raw
 Number of Points Processed in file = 7076, # good = 7076
 Data Acquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	7076
MEAN VEL	9.755658e-001
STD DEV	6.577314e-002
TURB INT	6.742051e+000
SKEW	-1.925152e-001
FLATNESS	2.569571e+000

Processor Type : 600

[ON] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 7076.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Massenstrom Schüttgut 24g/s

Data file acquired on 27-Nov-2001 at 14:58:39 using version LV10
 Data file processed using version 1.3 of ldvstats.dll on Tue Nov 27 14:58:54 2001

Data file name = c:\lv11\dipl_neu\staubm-1\gut_st-1\PROB0002.raw
 Number of Points Processed in file = 10000, # good = 10000
 Data Acquired using Random Mode
 Measurement Position [X,Y,Z] = 0.000000, 0.000000, 0.000000

VALUE	U
POINTS	10000
MEAN VEL	9.578205e-001
STD DEV	5.990106e-002
TURB INT	6.253892e+000
SKEW	-2.153208e-001
FLATNESS	3.003823e+000

Processor Type : 600

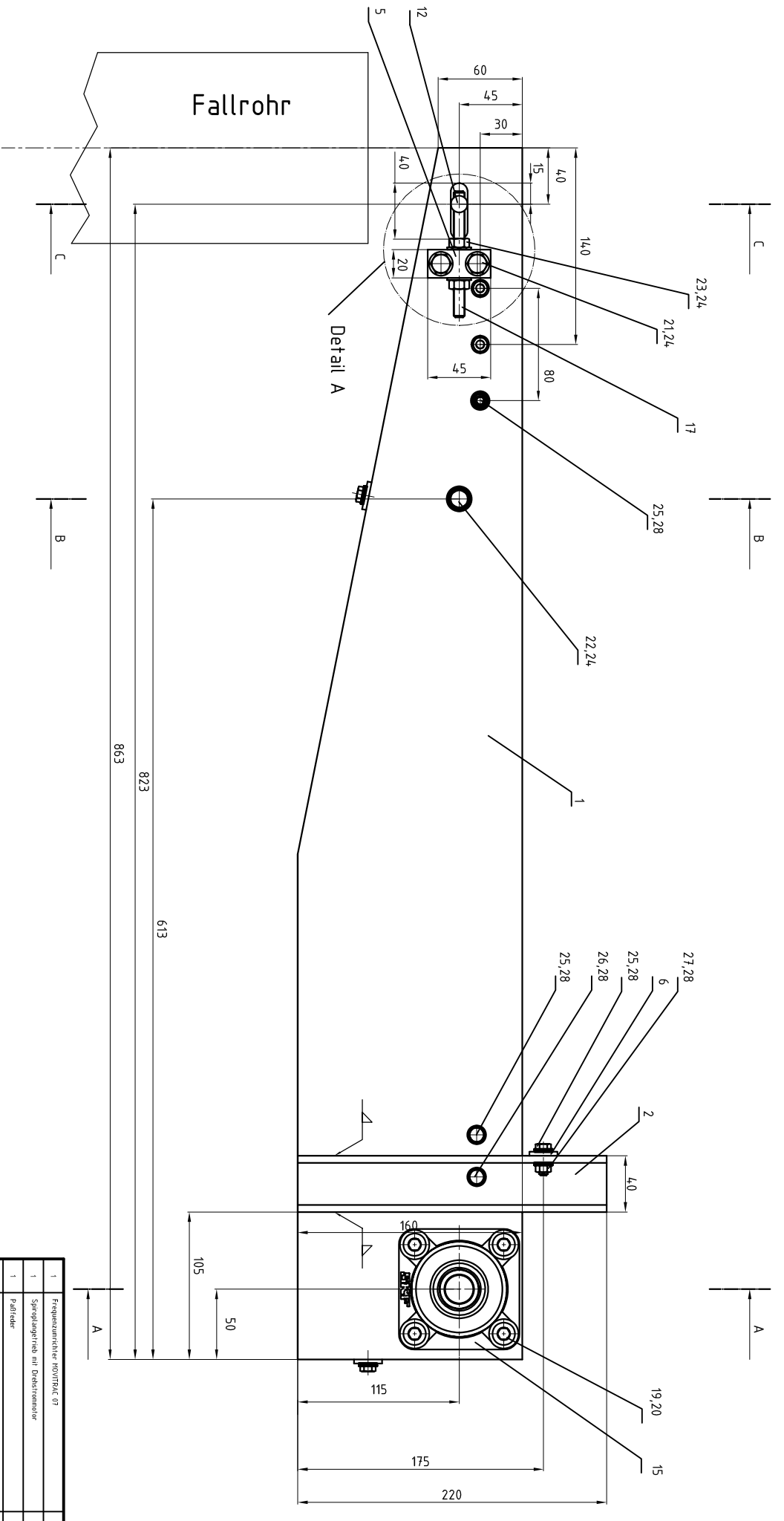
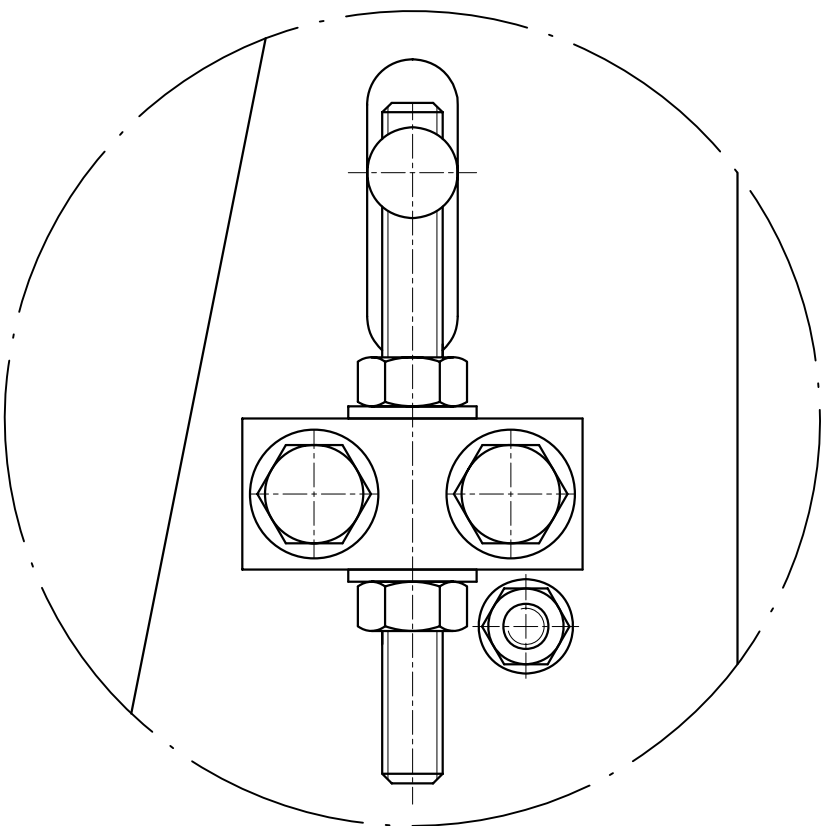
[ON] Enable Velocity Bias Correction . Selection ignored, Transit Time is not selected
 [OFF] Enable LDV Data Filtering. Std. Dev.(s) = 10. Number rejected = 0
 [OFF] Enable Record range limit. Limits = record 0 to 10000.
 [OFF] Enable Increment Mode. Increment = 1.

Anhang B

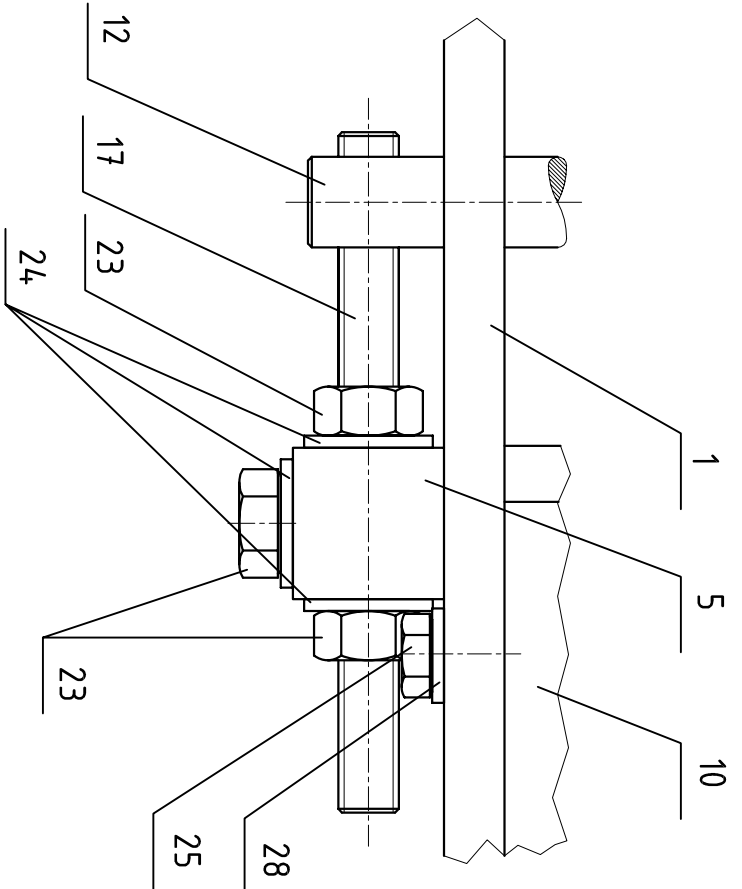
Konstruktionszeichnungen Bandförderer

Detail A:
M 1:1

A



Ansicht A



1	Freigezeichnete Motorflack 09	31	6070A04-081-00		
1	Spindelgarnitur mit Drehmoment	30	MA30TR04L-1F		
1	Fallrohr	29	DN 685-AS6x60		
32	Schleife 16	28	DN 125		
16	Sechskantmutter 16	27	DN ISO 432		
2	Sechskantschraube 16x25	26	DN ISO 432		
14	Sechskantschraube 16x20	25	DN ISO 437		
10	Schleife 18	24	DN 125		
4	Sechskantmutter 18	23	DN ISO 432		
2	Sechskantschraube 18x25	22	DN ISO 437		
4	Sechskantschraube 18x30	21	DN ISO 437		
8	Schleife 110	20	DN 125		
8	Innenstichschraube 110x25	19	DN 92		
4	Spannung	18	DN 431 - 12x1		
2	Gewindestange 18x90	17			
4	Keilbolzen 24x	16	600122		
2	Y - Flanschgewinde 24x	15	FY 20 TF		
1	Gurt, antistatisch	14			Fera Rolle
1	Achse für Zwischenrolle	13	Znr.: 13		
1	Achse für Spurrelle	12	Znr.: 12		
1	Unterstützungsfuß klein	11	Znr.: 11		
1	Unterstützungsfuß groß	10	Znr.: 10		
2	Rolle	9	Znr.: 9		
1	Antreibrolle	8	Znr.: 8		
2	Verstärkung kurz	7	Znr.: 7		
1	Verstärkung lang	6	Znr.: 6		
2	Spannblech	5	Znr.: 5		
4	Verstärkungsbolzen	4	Znr.: 4		
2	Winkelstahl 1 x 36mm	3	DN 1028-20x3		
2	Stützen U-5x81 l x 220mm	2	DN 1026-14x220		
2	Schienen	1	Znr.: 6		
	Stück				
	Bezeichnung				
	Teil				
	Namen Nr.				
	Zählungs-Nr.				
	Werkstoff				
	Reinigte oder				
	Heißöl Nr.				
	Bezeichnung				

1:4

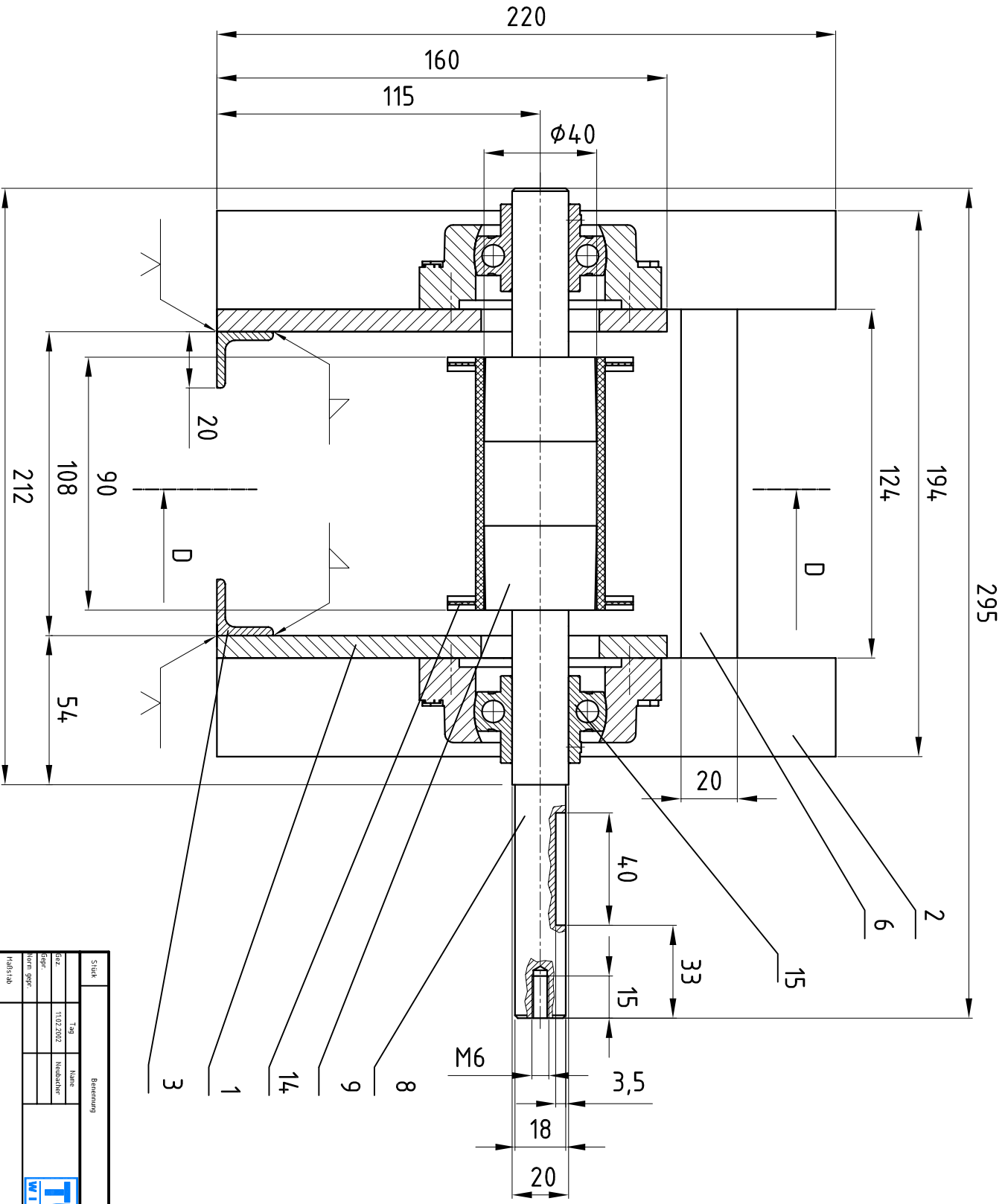
Förderband Seitenansicht

ZNr.: 1

Format: A3

Institut für Verfahrenstechnik, Brennstofftechnik, Umwelttechnik

TU Braunschweig

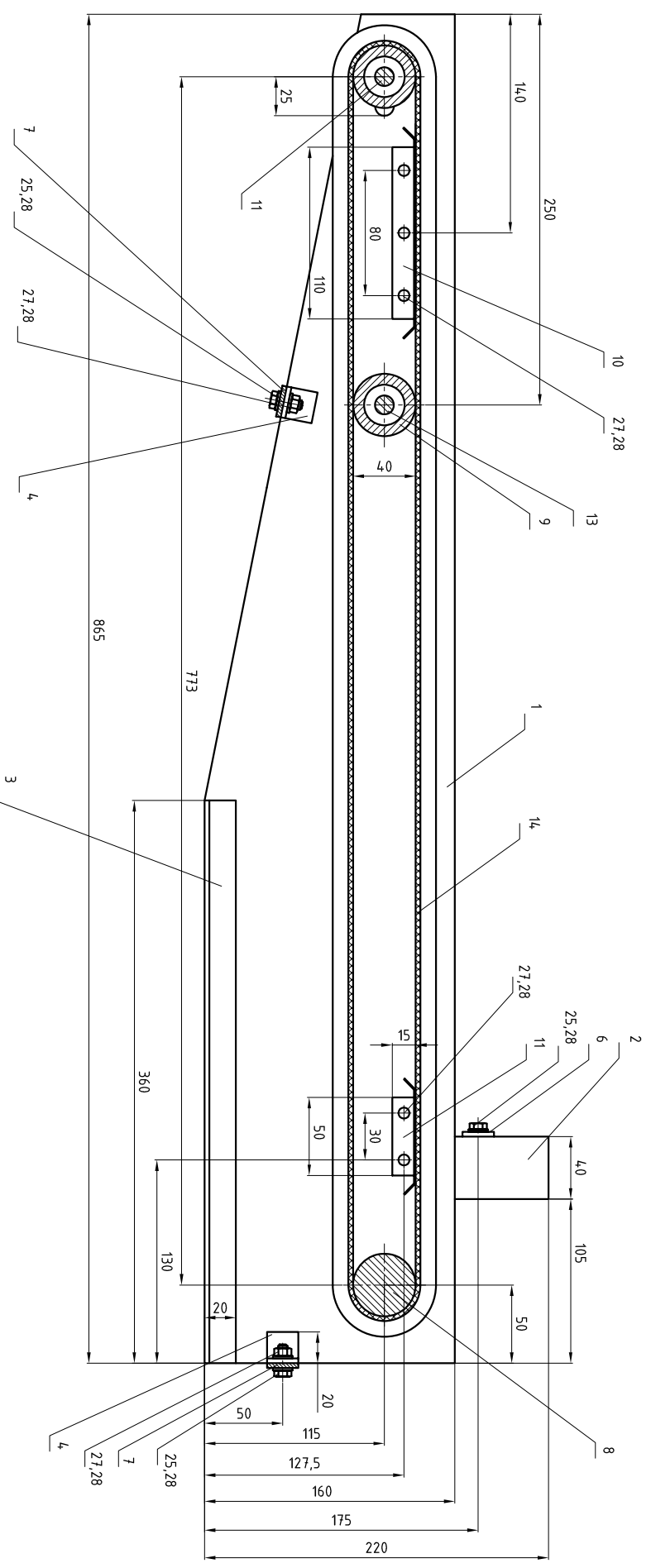


Stückliste siehe ZNr. 1
Förderband Seitenansicht

Stück	Benennung	Teil	Nam. Nr. Zeichnungs-Nr.	Werkstoff	Rohr- oder Profil-Nr.	Benennung
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

Freigeigeltolernz	1:2	Förderband Schnitt A-A	Format: A4
Handgezeichnet			

Blatt	1	TU WIRTSCHAFTS UNIVERSITÄT WIEN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	Institut für Verfahrenstechnik, Brennstofftechnik, Umweltechnik
Titel	Förderband		
Gezeichnet			
Geprüft			
Freigeigeltolernz	1:2		
Handgezeichnet			



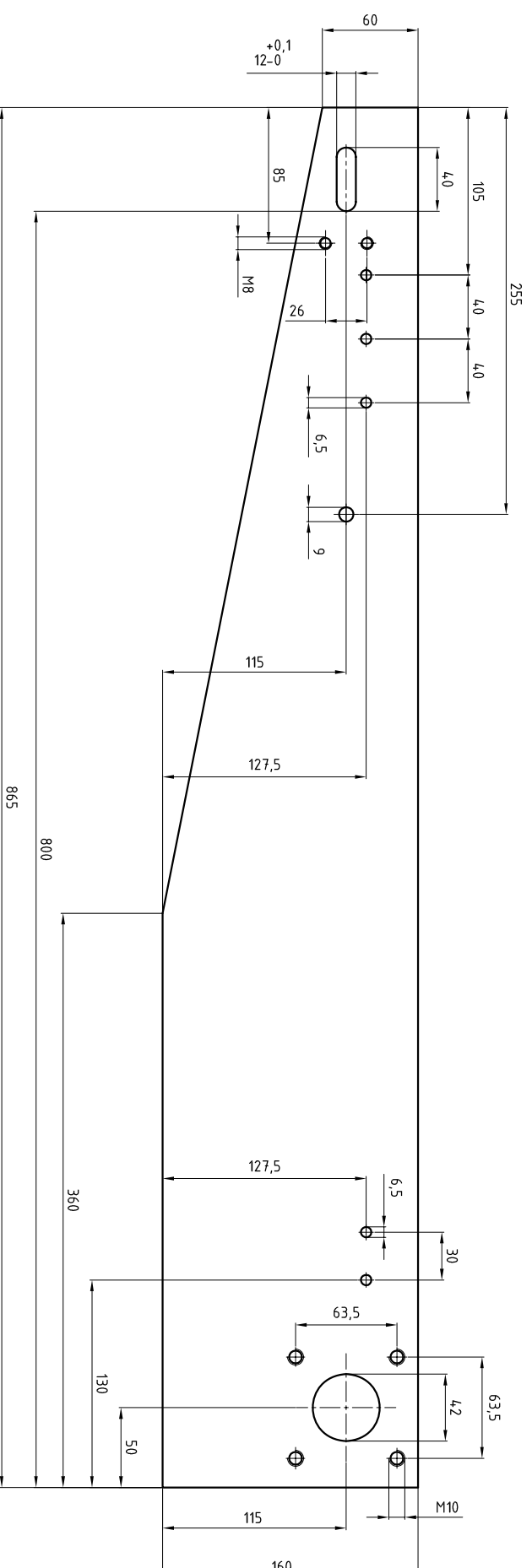
Gurtlänge = 1640 mm
 Seitenwand des Gurtes h = 10 mm

Stückliste siehe ZNR. 1
 Förderband Seitenansicht

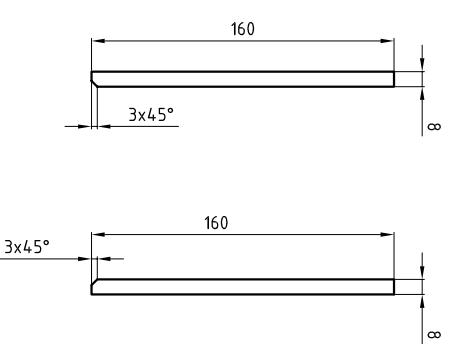
Stück	Benennung		Teil	Nenn-Nr.	Zeichnungs-Nr.	Verstärkt	Reinigte oder Kodiert Nr.	Bereitung										
1.4	Freigabeförderband																	
<table border="1"> <tr> <td>Tag</td> <td>Name</td> <td rowspan="3"> </td> </tr> <tr> <td>11.02.2002</td> <td>Hendelshier</td> </tr> <tr> <td>apl</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3"> Institut für Verfahrenstechnik, Brennstofftechnik, Umwelttechnik </td> </tr> </table>									Tag	Name		11.02.2002	Hendelshier	apl		Institut für Verfahrenstechnik, Brennstofftechnik, Umwelttechnik		
Tag	Name																	
11.02.2002	Hendelshier																	
apl																		
Institut für Verfahrenstechnik, Brennstofftechnik, Umwelttechnik																		
ZNR.: 5			Format: A3															

Förderband Schnitt D-D


Seitenwand (TeilNr. 1)
 2 Stück
 St 37.0



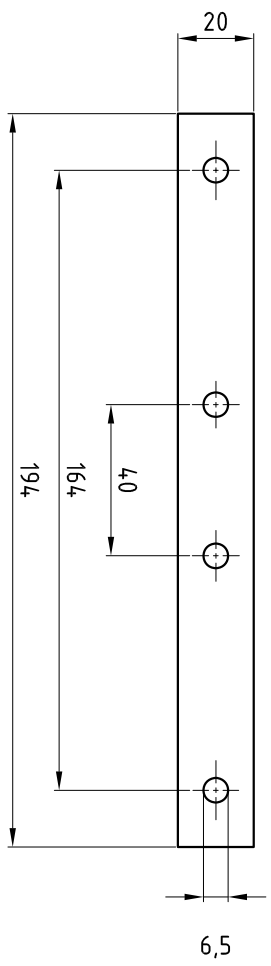
Ansicht von rechts
 jeweils ein Stück



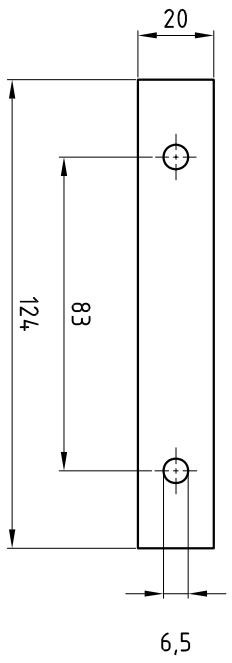
Stückliste siehe ZNR. 1
 Förderband Seitenansicht

Stück	Bezeichnung		Teil	Nenn-Nr.	Zustellungs-Nr.	Verkauf	Reihe	Bearbeitung
Stück	Tag	Name						
1.4	11.02.2002	Mühlbacher						
Förderband Seitenwand			 TU Technische Universität München		Institut für Verfahrenstechnik, Brennstofftechnik, Umwelttechnik			
ZNR.: 6			Format: A3					

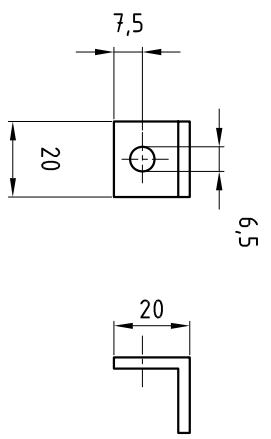
Verstrebung lang (TeilNr. 6)
 1 Stück
 St 37.0




Verstrebung kurz (TeilNr. 7)
 2 Stück
 St 37.0



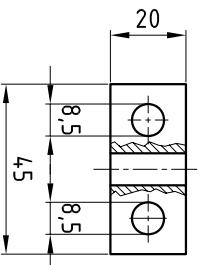
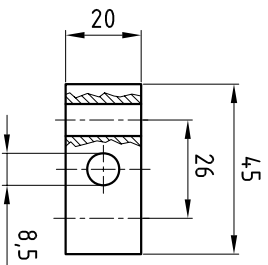
Verstrebungshalter (TeilNr. 4)
 4 Stück
 St 37.0



Stück	Benennung		Teil	Nam Nr. Zustimmungsh.	Werkstoff	Reinhalte oder Proz. Nr.	Benennung
1	7.90	Verstrebung					
1	11.02.2002	Neubauher					
			INSTITUT FÜR VERFAHRENSTECHNIK, Brennstofftechnik, Umweltechnik				

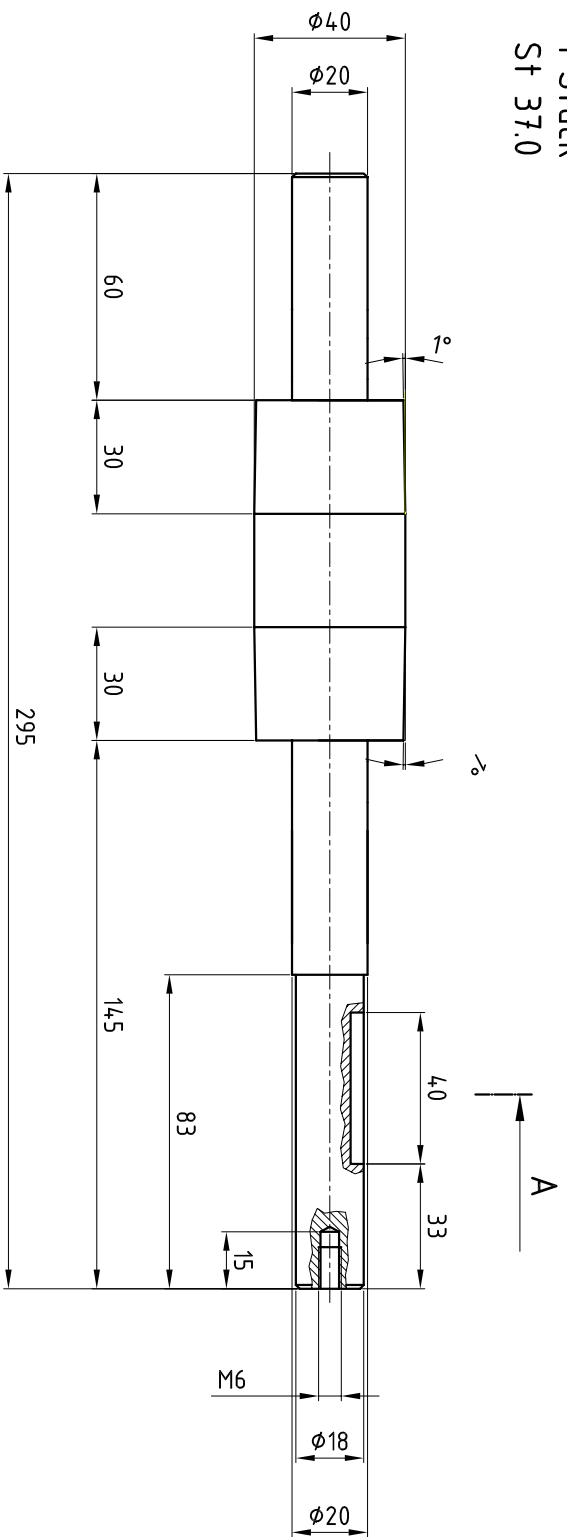
Freigeleg- toleranz	1:1	Förderband Verstrebungen	ZNR.: 7
Format:	A4		Format: A4

Spannblock (TeilNr. 5)
 2 Stück
 St 37.0

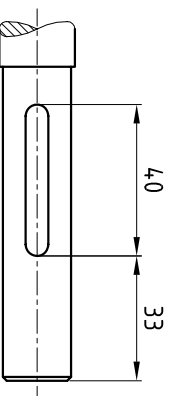
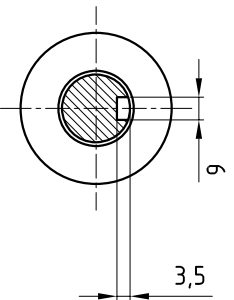


Stück	Benennung		Teil	Nam. Nr. Zerlegungsh.	Werkstoff	Reinrade oder Profil Nr.	Benennung
	7 30	Name					
Fez.	11.02.2002	Neubauer					
Figur							
Nam. Bspz.							
Handzeich					Institut für Verfahrenstechnik, Brennstofftechnik, Umwelttechnik		
2:1	Förderband Spannblock							ZNR.: 8
Freimass- toleranz					Format: A4		

Antriebsrolle (TeilNr. 8)
 1 Stück
 St 37.0

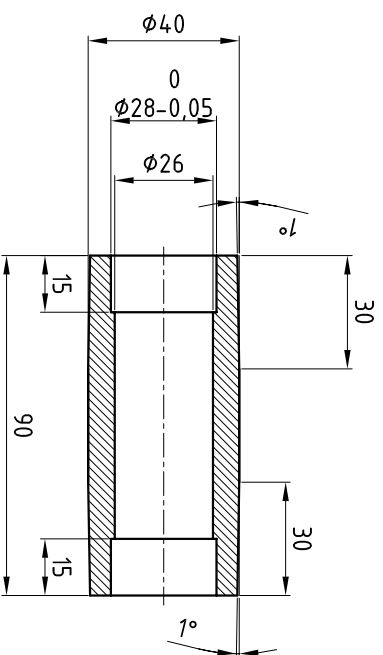



Schnitt A-A



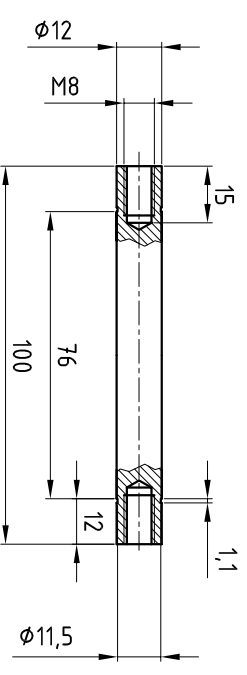
Stück	Benennung		Teil	Nam-Nr.	Werkstoff	Reinrade oder Rohr-Nr.	Benennung
1:1	Förderband Antriebsrolle						
Freigeleg- toleranz	7.90	Name	TU WIEN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY		Institut für Verfahrenstechnik, Brennstofftechnik, Umwelttechnik		
	11.02.2002	Neubauer			ZNR.: 9		
					Format: A4		


Rolle (TeilNr. 9)
 2 Stück
 St 37.0



Stück	Bezeichnung		Teil	Nam. Nr. Zustellungs-Nr.	Werkstoff	Reinrade oder Rohr-Nr.	Bezeichnung
	7 90	Name					
Feld:	11.02.2002	Neubauer	 TU WIEN WIRTSCHAFTS UNIVERSITÄT WIEN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY		Institut für Verfahrenstechnik, Brennstofftechnik, Umwelttechnik		
Figur:							
zum Bsp:							
Handzeich	Förderband Rolle						
Freimass- toleranz	1:1						
	ZNr.: 10						
	Format: A4						

Achse für Zwischenrolle (TeilNr. 13)
 1 Stück
 St 37.0



Stück	Benennung		Teil	Nam Nr. Zustellungs-Nr.	Werkstoff	Reinrade oder Rohteil Nr.	Benennung
	7 30	Name					
Erz.	11.02.2002	Neubauer					
Begr.							
zum Bgr.							
Handzich					Institut für Verfahrenstechnik, Brennstofftechnik, Umwelttechnik		
Freigeig- toleranz	2:1		Förderband Achse für Zwischenrolle		ZNr.: 13 Format: A4		