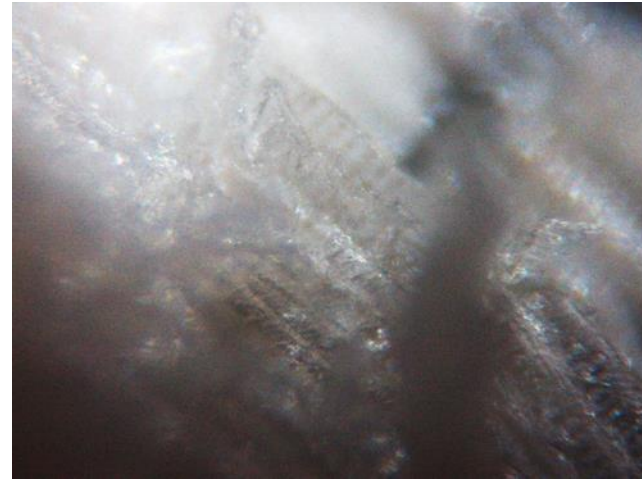
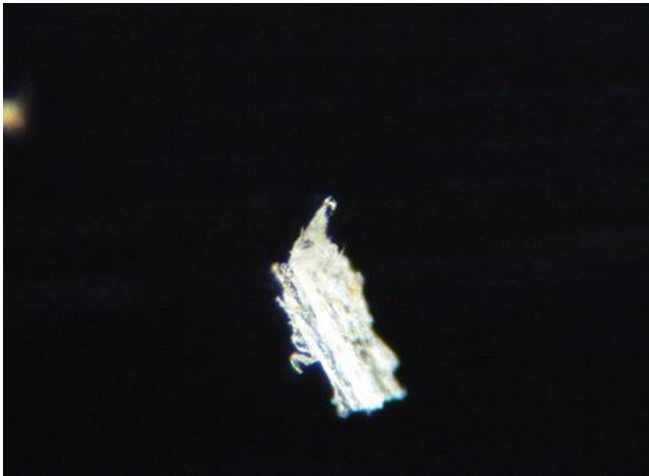
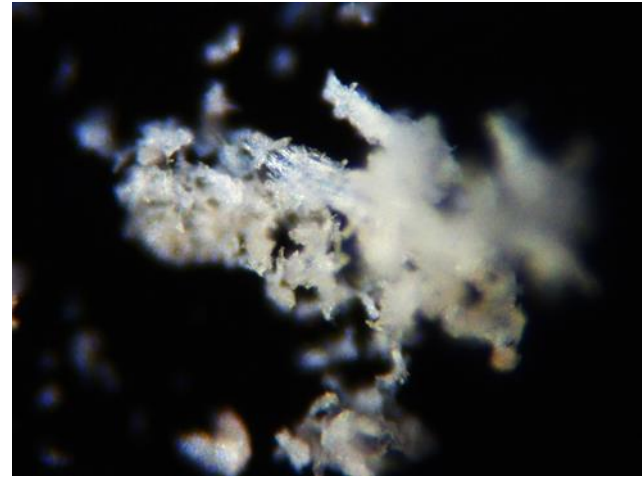
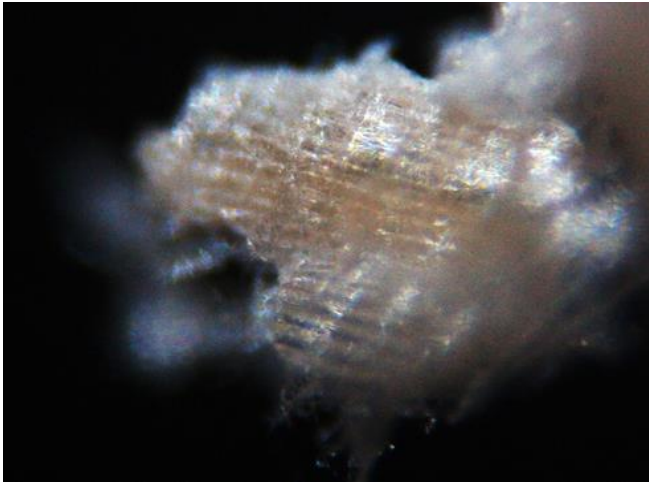


Triboelektrische Abscheidung von Holzfeinstaub – ein neues Verfahren mit Potential

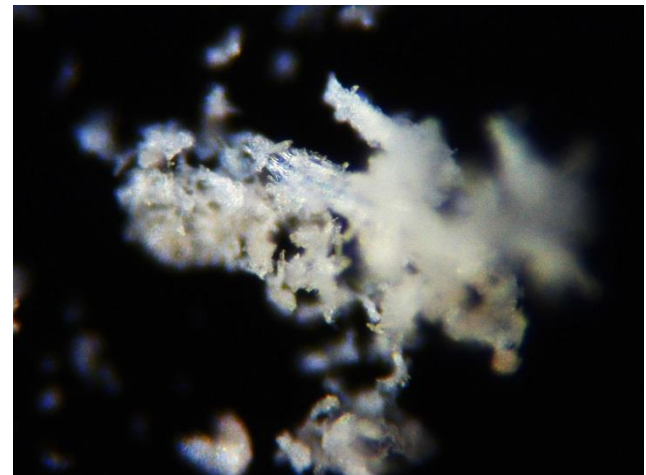
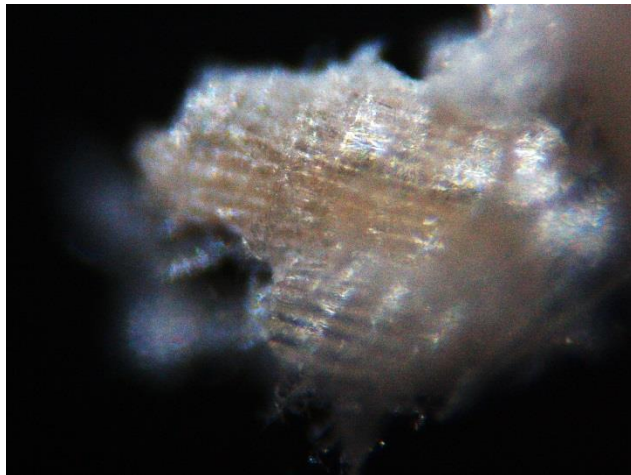
Elektrostatische Aufladung von
Holzpartikeln durch Anwendung
des triboelektrischen Effektes

Schleifstaub-Holzpartikel in 500-facher Vergrößerung



Gesundheitsgefährdung durch Holzstaub

- Lungengängige Holzstaubpartikel haben aufgrund der gleichpoligen Aufladung, die sie während einer mechanischen Holzbearbeitung oder beim Durchlaufen der Abscheidevorrichtung erfahren, eine sehr hohe Sedimentationszeit, und stellen so aufgrund ihrer krebserregenden Wirkung eine akute Gefahr für den Menschen dar.
- Insbesondere Buchen- und Eichenholz-Feinstaubpartikel werden vom menschlichen Atemtrakt nicht abgeschieden und können in der Lunge bis zu den Alveolen vordringen.



Kanzerogene Wirkung von Holzstaub

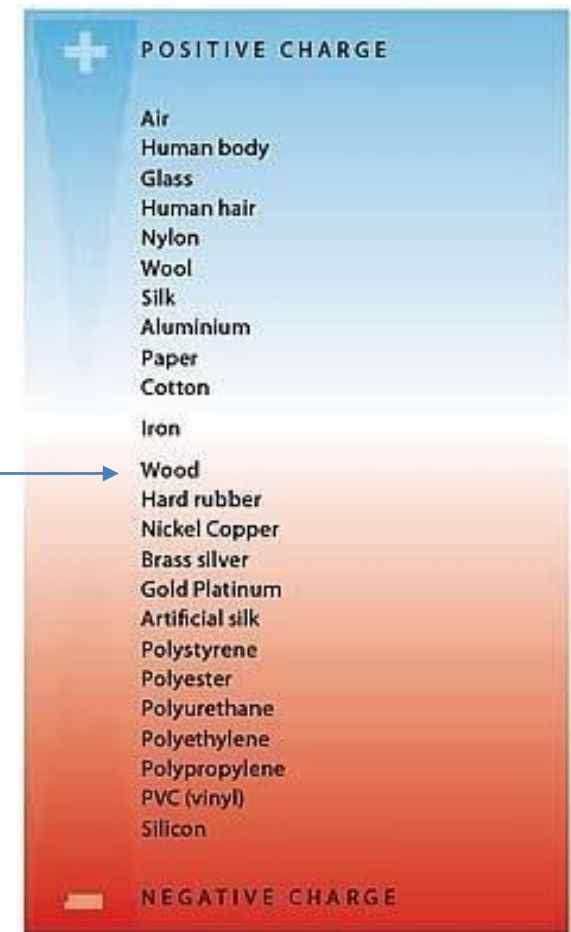
- Durch moderne Holzbearbeitungsverfahren wird Holzstaub mit immer kleineren Partikeln erzeugt.
- Holzpartikel bestehen aus Hohlräumen bzw. Zellwandteilen, welche sich durch hakenförmige und scharfkantig-nadelförmige Strukturen im Lungengewebe festsetzen können.

Grundsätzliche Idee

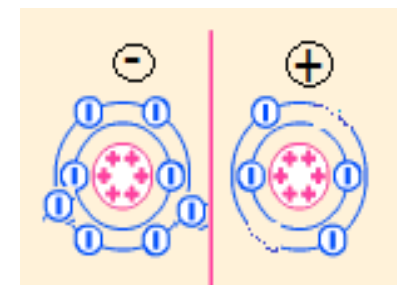
- Je größer die Partikelgröße und –Masse, desto leichter und günstiger die industrielle Filterung durch Zyklonfilter.
- Je größer die Partikelgröße und –Masse, desto geringer die Gefahr einer kanzerogenen Wirkung.
- Vorgeschlagen wird eine Methode um die Korngröße zu erhöhen.

Triboelektrische Aufladung von Holz

- Ist Holzstaub einer mechanischen Reibung mit anderen Materialien (unterschiedliche Dielektrizitätskonstante) ausgesetzt, dann erfolgt eine elektrostatische Aufladung.
- Ist die Differenz der Dielektrizitätskonstanten besonders groß, wird Holzstaub besonders effizient oberflächlich-statisch aufgeladen.
- Für jede Korngröße des Holzstaubes gibt es eine ideale Geschwindigkeit, bei der die Möglichkeit von Ladungsrückfluss sehr unwahrscheinlich ist.
- **Bei gegenpoliger Aufladung von Teilmengen des Holzstaubes und anschließender Zusammenführung ziehen sich gegenpolig geladene Holzpartikel gegenseitig an und führen so zur einer „Verklumpung“.**

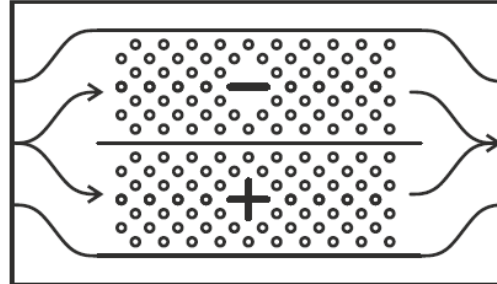


Triboelektrische Aufladung

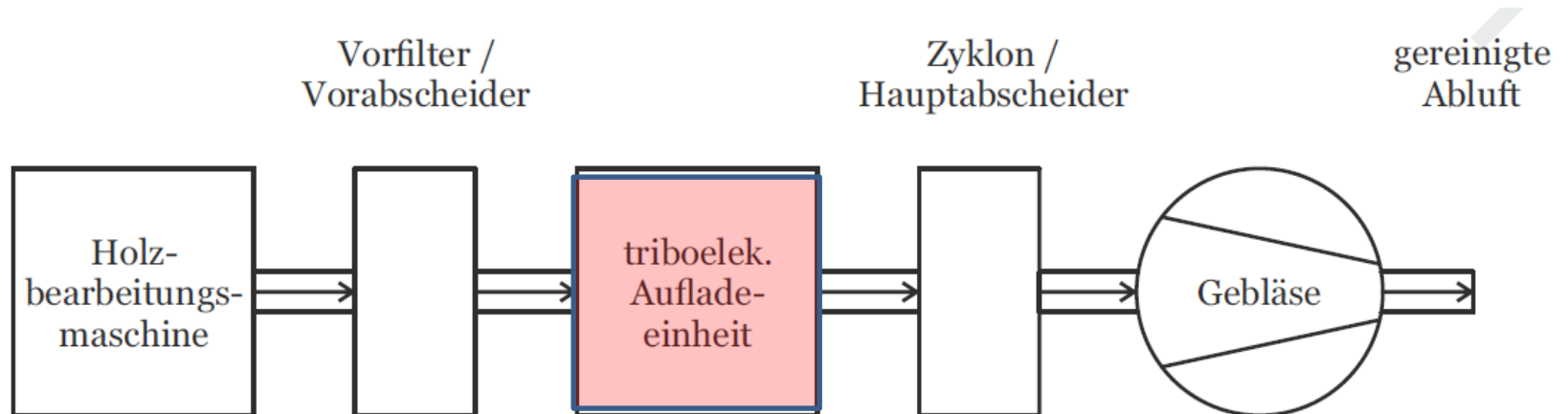


Triboelektrische Aufladung von Holz

Gegenpolige Aufladung nach Trennung der Abluftströme !



Die Masse gegenpolig aufgeladener Holzstaub-Partikel wird durch die Zusammenführung vergrößert, sodass **koagulierte Partikel** mittels **Gravitations-Fliehkraftabscheider** leichter zu abgedehnt werden.



Einbau der neuen - triboelektrischen Aufladeeinheit

Vorteile der triboelektrischen Filtereinheit

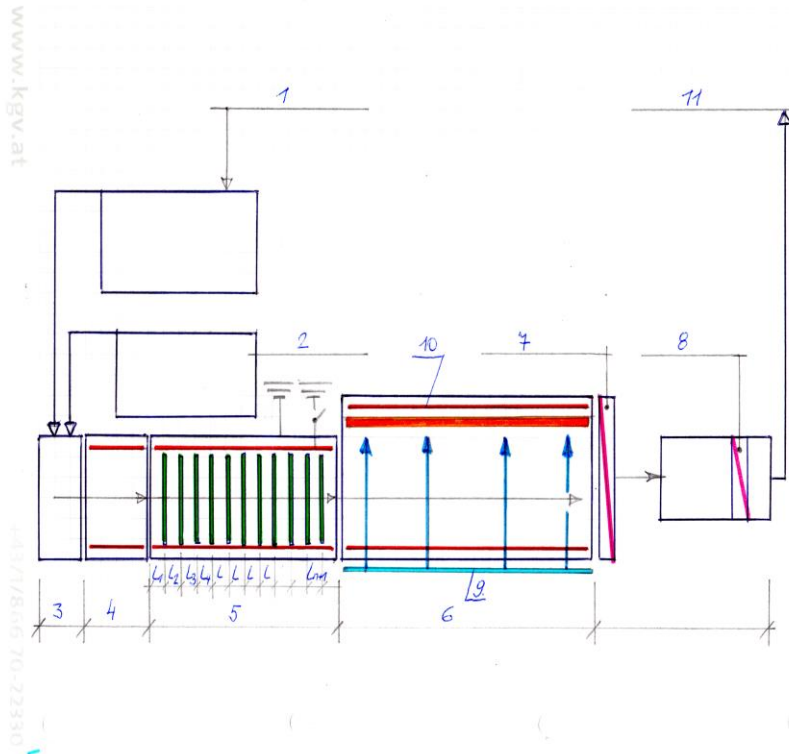
- Kinetische Energie der heranfliegenden Staubteilchen wird direkt genutzt.
- Keine aufwendige Reinigung (wartungsarm)
- Praktisch keine Verschleißteile
- geringer / kein Energieverbrauch (Reinigung durch Erdung)
- Nachrüstbarkeit bestehender Anlagen
- Für kleinere Anlagen (Betriebe) gut geeignet.
- Einsatz des triboelektrische Effektes auch direkt bei der Staubquelle (Werkzeug) möglich.

Projekthalte und Methodik

- **Erarbeitung der theoretischen Grundlagen zur Ermittlung der energetischen Bänderstruktur von Holz (Energiebänder-Modell)**
- Ableitung der bestmöglichen triboelektrischen Reibungspartner und Prozessparameter für den mechanischen Aufladungsprozess (kinetische Energiemenge / Strömungsgeschwindigkeit)
- Vorrichtungen zur Datenerhebung werden erstellt
- **Empirische Ermittlung der idealen Parameter der Aufladevorrichtung (Material, Form und mechanische Eigenschaften der Aufladeelemente) sowie optimierte Parameter des Trägermediums Luft** (Geschwindigkeit, Feuchtigkeit, Temperatur, Druck usw.) für verschiedene Partikel-Korngrößen
- Daten von Untersuchungen zu triboelektrischen Aufladung von Holzstaub durch Reibung werden dabei gemessen und als metrische Variable gesammelt, und mittels deskriptiver Statistik visualisiert

- **Empirische Ermittlung der bestmöglichen Eigenschaften einer Apparatur zur Koagulation und Agglomeration von gegenpolig aufgeladenen Partikeln**
- Daten von Untersuchungen zu Koagulation und Agglomeration werden dabei gemessen und als metrische Variable gesammelt, und mittels deskriptiver Statistik visualisiert
- Die erhobenen Daten werden statistisch mit den Methoden der explorativen Statistik ausgewertet um Effizienz der Aufladung mittels verschiedener Materialien zu ermitteln und herauszufinden, welche Parameter welche Prozesseigenschaften beeinflussen
- Evaluierung der Ergebnisse und Verifizierung, gegebenenfalls Korrektur
- Experimentelles Prototyping mit der Zielsetzung einen funktionsfähigen Prototyp einer Luftfilteranlage zu erstellen, die auf den obengenannten Funktionsprinzipien basiert und die aufgestellten Hypothesen und Theorien beweisen kann.

Vorrichtung zur Empirische Ermittlung der idealen Parameter der Aufladeprozesses.



Gliederung und Baukomponente

1. Zuluft-Aufbereitung und –Klimatisierung und Kompressor mit einstellbarem Luftdruck
2. Prüfstaub-Vorbereitung und –Entladung
3. Sandstahlgerät zum Erzeugen eines Luft-Holzstaub-Aerosols
4. Gemisch-Vorbereitungskammer
5. Aufladungskammer
6. Erfassungskammer
7. Filtermedium mit angepasster Durchlässigkeit
8. Absauganlage mit Abluftfilterung mit einstellbarer Saugkraft
9. Hochspannung-Aufladungsgenerator mit einstellbarer Polarität und Spannung
10. Klebefalle
11. Saubere Abluft

Zweck des Versuchsaufbaus

Die Vorrichtung dient dem Nachweis, dass Holzstaub durch Anwendung des triboelektrischen Effektes **positiv und negativ** aufgeladen werden kann, sowie zur Optimierung des Aufladungsprozesses durch Versuchsreihen.

Beschreibung des Versuchsaufbaus

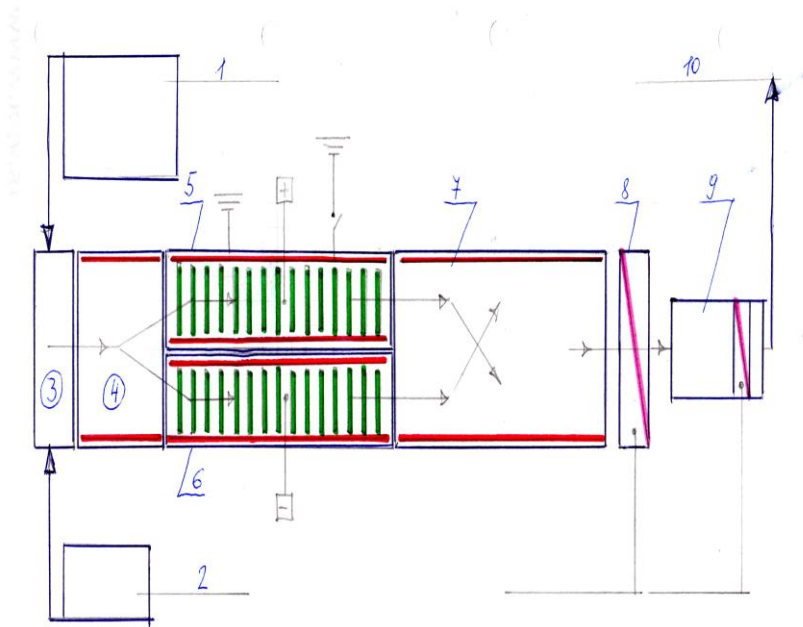
- Prüfstaub mit bekannten physikalischen Eigenschaften wird in einem Vorratsbehälter klimatisiert und elektrisch entladen vorrätig gehalten (2). Pressluft wird aus einem Kompressor mit einstellbarem Luftdruck durch eine Zuluft-Aufbereitungskammer (1) mit Klimatisierung geleitet, wobei Druck, Feuchte, Temperatur und Luftstrom gemessen werden. Aus Pressluft und Prüfstaub wird mithilfe eines Sandstrahlgerätes (3) ein Aerosol erzeugt, und in die Versuchskammern eingeblasen.
- In der Gemisch-Vorbereitungskammer (4) wird ein parallelgerichteter Partikelstrom erzeugt und der Luftdruck im System mittels Sensor gemessen.

- In der Aufladungskammer (5) findet die Aufladung durch mechanischen Kontakt des Aerosols mit geeigneten Materialien aus der triboelektrischen Reihe statt. Die Ladungshöhe und damit die praktische Umsetzbarkeit ist direkt proportional zur Anzahl der mechanischen Kontakte mit dem Partner aus der triboelektrische Reihe. Je mehr Kontakte stattfinden umso höher ist resultierende Ladung an der Oberfläche.
- In der Erfassungskammer (6) werden aufgeladene Staubpartikel vom Luftstrom separiert und zur quantitativen Messung zurückgehalten. Dazu wird mit dem Generator (9) ein elektrisches Feld erzeugt, welches aufgeladene Partikel gleicher Polarität abstösst und entgegen der Schwerkraft in eine Klebefalle (10) (Fliegenpapier) abführt. Die Menge der aufgeladenen Partikel kann durch Massen-Differenzmessung ermittelt werden.
- Im Filtermedium mit angepasster Durchlässigkeit (8) sammelt sich der Reststaub zur weiteren Kontrolle, wie effektiv die triboelektrische Aufladung war.
- Eine Absauganlage mit Abluftfilterung (8) sorgt für konstanten Luftstrom und für saubere Abluft(11)

Vorrichtung zur empirische Ermittlung der bestmöglichen Eigenschaften einer Apparatur zur Koagulation und Agglomeration von gegenpolig aufgeladenen Partikeln

Gliederung und Baukomponente

- 1. Zuluft-Aufbereitung und –Klimatisierung sowie Kompressor mit einstellbarem Luftdruck
- 2. Prüfstaub-Vorbereitung und -Entladung
- 3. Sandstahlgerät zum Erzeugen eines Luft-Holzstaub-Aerosols
- 4. Gemisch-Vorbereitungskammer
- 5. Aufladungskammer +
- 6. Aufladungskammer -
- 7. Koagulationskammer
- 8. Filtermedium mit angepasster Durchlässigkeit
- 9. Absauganlage mit Abluffilterung mit einstellbarer Saugkraft
- 10. Saubere Abluft



Zweck des Versuchsaufbaus

Vorrichtung zum Beweis, dass sich bei gleichzeitiger gegenpoliger Aufladung von Teilmengen des Holzstaubes und anschließender Zusammenführung sich gegenpolig geladene Holzpartikel immer gegenseitig anziehen und so „verklumpen“ werden.

Erläuterung und Beschreibung

- Prüfstaub mit bekannten physikalischen Eigenschaften wird in einem Vorratsbehälter klimatisiert und elektrisch entladen vorrätig gehalten(2). Pressluft wird aus einem Kompressor mit einstellbarem Luftdruck durch eine Zuluft-Aufbereitungskammer (1) mit Klimatisierung geleitet, wobei Druck, Feuchte, Temperatur und Luftstrom gemessen werden. Aus Pressluft und Prüfstaub wird mithilfe eines Sandstrahlgerätes (3) ein Aerosol erzeugt und in die Versuchskammern eingeblasen.
- In der Gemisch-Vorbereitungskammer (4) wird ein parallelgerichteter Partikelstrom erzeugt und der Luftdruck im System mittels Sensor gemessen.

- Durch mechanisches Trennen wird der Partikelstrom in zwei Teilströme aufgeteilt.
- In den Aufladungskammern (5) und (6) findet die gegenpolige Partikelaufladung durch mechanischen Kontakt des Aerosols mit geeigneten Materialien aus der triboelektrischen Reihe statt.
- In der Koagulationskammer (7) werden aufgeladene Staubpartikel im Luftstrom durch elektrische Anziehungskräfte zusammengezogen und so größere Partikel gebildet.
- Im Filtermedium mit angepasster Durchlässigkeit (8) sammelt sich der Staub größerer Korngröße zur weiteren Kontrolle, zum Zweck der Beurteilung wie effektiv die triboelektrische Aufladung und der Koagulationsprozess waren.
- Eine Absauganlage mit Abluftfilterung (9) sorgt für einen konstanten Luftstrom und saubere Abluft (10) des Versuchsaufbaus.

Ziel des Projektes

- Ziel des durch die WKO geförderten Projektes WOODUST ist die Anwendung des triboelektrischen Aufladungsverhaltens von Holzpartikeln in einer neuen, effektiveren Methode zur Feinststaubfilterung (Entstaubung) von Abluftströmen.
- Als Zusatzgerät, welches gänzlich ohne elektrische Energieaufnahme auskommt, ist diese Technologie in bestehende Absauganlagen kleiner bzw. mittlerer Holzbearbeitungsbetriebe („Tischlereien“, KMU) integrierbar.
- Mit dieser Innovation kann die Arbeitsplatz-Holzfeinstaubbelastung signifikant verringert werden.

Patentanmeldung beim Österreichischen Patentamt

Die Idee der Abscheidung von Holzfeinstaub auf Grundlage der triboelektrischen Aufladung wurde von Herrn DI Roman Myna in Zusammenarbeit mit Prof. Rupert Wimmer entwickelt.

Nach grundlegenden Versuchen wurde die Idee mit 11. Oktober 2016 als Dienstleistung dem BOKU Forschungsservice (Technologietransfer) gemeldet.

Die Universität für Bodenkultur Wien, vertreten durch Puchberger & Partner Patentanwälte, hat das Patent mit dem Titel „Abscheideverfahren, Abscheidevorrichtung und Anordnung einer Abscheidevorrichtung mit einer Holzbearbeitungsmaschine“ am 7 März 2017 beim österreichischen Patentamt angemeldet (Eingangsnummer 14776, Aktenzeichen A50174/2017).