

## **1. Einleitung**

Staub, ein unvermeidliches Nebenprodukt industrieller Prozesse, hat in unserer heutigen Welt eine allgegenwärtige Präsenz erlangt. Seine Entstehung ist vielfältig und resultiert aus verschiedenen Prozessen. Eine der Hauptquellen für Staubemissionen ist die Verbrennung, sei es in der Energieerzeugung, der Müllverbrennung, den Motoren von Kraftfahrzeugen oder bei der Verbrennung von Kohle und Holz zur Wärmeerzeugung. Doch auch in der Agrarwirtschaft stellt Staub ein zunehmendes Problem dar. Die großflächige Anwendung von Düngemitteln, Pestiziden und anderen notwendigen Substanzen führt dazu, dass diese bei warmen und trockenen Bedingungen vom Wind aufgewirbelt werden und in gefährliche Kreisläufe geraten können.

Besonders bedenklich ist die Situation bei großen brachliegenden Flächen, sei es durch natürliche Prozesse oder durch menschlichen Einfluss, wie etwa großflächige Rodungen. In solchen Fällen stellen die von Wind getragenen natürlichen Staubpartikel nicht nur eine Gesundheitsgefährdung dar, sondern beeinträchtigen auch die Sichtverhältnisse und können so zu lebensbedrohlichen Situationen führen. Dies verdeutlicht, dass die Art und Weise, wie Staubwolken und Staubstürme entstehen, von großer Bedeutung ist.

Die Ansammlung und Verbreitung von Staub wird zusätzlich durch Straßen, Autobahnen, Flugschneisen, und architektonische Gegebenheiten begünstigt. Maschinen und technologische Prozesse tragen ebenfalls zur Staubemission bei, insbesondere dort, wo natürliche Ressourcen unseres Planeten durch den Einsatz großer Maschinen abgebaut werden.

In dieser Arbeit liegt der Schwerpunkt jedoch auf Maßnahmen zur Bekämpfung von Staubemissionen im Tagebau. Dabei wird der Begriff Tagebau in einem engen Sinne verstanden, wobei im Wesentlichen nur bergbauliche Aktivitäten betrachtet werden, die oberirdisch stattfinden und keine Untertagearbeiten einschließen. Ausnahmen hiervon sind nur in Bezug auf die Untersuchung der Staubquellen zu erwähnen, da die grundlegenden Prinzipien ähnlich sind.

Im ersten Abschnitt dieser Arbeit werden wir uns ausführlich mit dem Phänomen Staub auseinandersetzen. Wir werden verschiedene Formen von Staub, deren Entstehung und Verbreitung sowie die Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt näher betrachten. Im folgenden Abschnitt vertiefen wir unser Verständnis für die Staubquellen im Tagebau und stellen die Maßnahmen zur Eindämmung dieser Quellen vor. Diese Analysen werden schließlich in einer Zusammenfassung der Erkenntnisse und dem Fazit dieser Arbeit münden.

## **2. Staub**

Die DIN ISO Norm 4225 bietet eine Definition für den Begriff Staub. Unter Staub versteht man Partikel unterschiedlicher Größe und Beschaffenheit, die aus verschiedenen Quellen stammen und aus unterschiedlichen Materialien bestehen können. Diese Partikel bilden für einen unbestimmten Zeitraum ein Substrat mit Gasen, insbesondere in der Luft, wie es im allgemeinen Sprachverständnis verstanden wird. Im Sinne von Baumbach wird Staub in Schwebstaub und Staubbiederschlag unterteilt.

## **2.1 Formen von Staub**

Es existieren verschiedene Klassifikationen für Staub. Eine grundlegende Unterscheidung erfolgt zwischen organischen und anorganischen Staubpartikeln. Organischer Staub setzt sich beispielsweise aus Pollen, Bakterien, Pilzsporen und anderen biologischen Rückständen zusammen, während anorganischer Staub aus Partikeln von Gesteinen oder Mineralienfasern besteht.

### **2.1.1 Grobstaub und Feinstaub**

Die Unterscheidung zwischen Grobstaub und Feinstaub hängt maßgeblich von der Fähigkeit des menschlichen Körpers ab, Partikel zurückzuhalten. Grobstaub bezeichnet Partikel, die durch die Nasenhärchen und Schleimhäute des Menschen gefiltert werden können, wie in der Arbeit von Jansen (2012, S.4) beschrieben. Feinstaub hingegen dringt ungehindert in die Lunge, Luftröhre und Bronchien ein, wie von Swanson (2012, S.6) erläutert. In Bezug auf die Beurteilung von Gesundheitsrisiken für den Menschen ist Grobstaub daher nicht von Relevanz.

### **2.1.2 Größenklassen für Feinstaub**

Die Kategorisierung von Feinstaub erfolgt gemäß der Norm DIN EN 12341 durch die Messung der Massenkonzentration von Schwebstaub mithilfe des gravimetrischen Standardmessverfahrens (DWD 2018). Dabei werden Größenbezeichnungen wie PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> verwendet. PM<sub>x</sub> wird in DIN EN 12341 wie folgt definiert (vgl. DIN, 2014): "Schwebstaub in der Luft, der einen Lufteinlass mit einer Abscheidewirksamkeit von 50 % bei einem aerodynamischen Durchmesser von  $x \mu\text{m}$  passiert" (DIN, 2018, DIN EN 12341). Die Klassifikation PM<sub>10</sub> bedeutet demnach, dass die Hälfte aller Partikel einen aerodynamischen Durchmesser von  $10 \mu\text{m}$  aufweist (vgl. DIN, 2018, DIN EN 12341).

### **2.1.3 Größen für die gesundheitliche Bewertung von Feinstaub**

Im Hinblick auf gesundheitliche Aspekte wird Staub in zwei verschiedene Gruppen eingeteilt. Die oben erwähnte Messgröße PM<sub>10</sub> entspricht der sogenannten thorakalen Fraktion (vgl. Swanson 2012, S.5). Diese wird in den Normen EN 481 und ISO 7708 beschrieben (vgl. DIN 2018, DIN ISO 7708). Sie repräsentiert den Anteil der Partikel am Gesamtvolumen der eingeatmeten Luft, der bis in die Atemwege des Menschen gelangt (vgl. Swanson 2012, S.5). PM<sub>2,5</sub>, ebenfalls durch EN 481 und ISO 7708 definiert, wird als alveolengängige Fraktion bezeichnet und beschreibt den Anteil von Partikeln, die bis in die tiefsten Bereiche der menschlichen Atemwege vordringen (vgl. DIN 2018, DIN ISO 7708). Insbesondere für Menschen mit Atemwegserkrankungen und Kinder stellt dieser Bereich ein besonderes Gesundheitsrisiko dar.

## **2.2 Staub im Tagebau**

Feinste Partikel werden in der Umgebung des Tagebaus durch mechanische Prozesse oder Aufwirbelungen in die Luft befördert. Swanson identifiziert in seiner Arbeit "die Gewinnung, das Zurückholen des Abraums, die Zerkleinerung, die Förderung der Rohstoffe sowie die

Tunnelauffahrung und das Senken der Infrastruktur" als Hauptquellen für Staub (Swanson 2012, S.3). Die Verweildauer dieser Partikel in der Luft hängt maßgeblich von ihrer Größe ab. Wenn feinste Staubpartikel bis in den Alveolarbereich der Lunge gelangen, können sie Atemwegserkrankungen verursachen (vgl. Swanson 2012, S.3f.).

### **2.2.1 Die Geschichte der Bergmannskrankheiten**

Swanson hebt die medizinische Bedeutung der zuvor beschriebenen Größen in Bezug auf die Gesundheitsaspekte im Steinkohletagebau hervor. Silikose, die wohl älteste Berufskrankheit unter Bergleuten, wurde bereits im 16. Jahrhundert von Paracelsus dokumentiert und fand 1929 Eingang in die Liste der deutschen Berufskrankheiten (vgl. Swanson 2012, S.4). Die hohe Prävalenz von Silikose bei Bergleuten führte zu einem verstärkten Fokus auf Maßnahmen zur Staubkontrolle und zur Entwicklung medizinischer Grundlagen für Staublungenkrankheiten (vgl. Swanson 2012, S.4).

### **2.2.2 Medizinische Grundlagen**

Der menschliche Körper verfügt über verschiedene Mechanismen zur Entfernung von Staub aus den Atemwegen und zur Regeneration dieser. Dazu gehören Husten und Niesen sowie der Abtransport von Partikeln aus der Lunge durch Flimmerhärchen in Richtung Rachen, wo sie schließlich verschluckt oder ausgeworfen werden können (vgl. Swanson 2012, S.5). Wenn unlösliche Partikel in den nicht-behaarten Bereichen der Alveolen abgelagert werden, kann dies nur über längere Zeiträume abgebaut werden (vgl. Swanson 2012, S.3f). Das Lymphsystem transportiert lösliche Materialien in den Blutkreislauf (vgl. Swanson 2012, S.4).

Ein Überschuss an Partikeln in den Lungen führt letztendlich zu Lungenerkrankungen, da die Selbstreinigungsfähigkeiten überlastet sind (vgl. Swanson 2012, S.4). Silikose, ursprünglich als Quarzstaublungenerkrankung bekannt, wird insbesondere durch die Exposition gegenüber alveolengängigem Staub verursacht, der Quarz-, Cristobalit- oder Tridymit-Partikel enthält (vgl. Swanson 2012, S.4). Dies führt zu Schwellungen, Vernarbungen und einer Veränderung der Lungenstruktur (vgl. Swanson 2012, S.4). Die gestörte Gasaustauschfunktion führt zu verminderter Leistungsfähigkeit, begleitet von Husten, Auswurf, Atemnot und Brustschmerzen (vgl. Swanson 2012, S.4f.).

### 3. Quellen- und Literaturverzeichnis

Bundesverband Braunkohle [Hrsg.] (2015). *Braunkohle in Deutschland 2015 – Profil eines Industriezweigs*.

[https://braunkohle.de/index.php?article\\_id=98&fileName=debriv\\_izb\\_20171005\\_web.pdf](https://braunkohle.de/index.php?article_id=98&fileName=debriv_izb_20171005_web.pdf)

(letzter Abruf: 22.12.2018)

Copeland, C. (2015). Mountaintop Mining – Background on Current Controversies. In: Congressional Research Service. <https://fas.org/sqp/crs/misc/RS21421.pdf> (letzter Abruf: 22.12.2018).

Deutscher Wetterdienst (DWD)(2018). *Die Feinstaub- und Rußmessung*.

[https://www.dwd.de/DE/leistungen/gutachtenluftqualitaet/feinstaubmessung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.dwd.de/DE/leistungen/gutachtenluftqualitaet/feinstaubmessung.pdf?__blob=publicationFile&v=4) (letzter Abruf: 22.12.2018).

DIN EN: 12341 (2014). *Außenluft - Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM<sub>10</sub>- oder PM<sub>2,5</sub>-Massenkonzentration des Schwebstaubes*. Beuth Verlag, Berlin.