1 Einleitung und Motivation der Arbeit

1.1 Bedeutung der Braunkohletrocknung für eine effiziente und emissionsarme Energieversorgung

Die Braunkohle ist ein weltweit wichtiger Primärenergieträger. Sie ist international in großen Mengen verfügbar, kann kostengünstig gefördert werden und hat daher eine hohe wirtschaftliche Bedeutung. Die in Deutschland ökonomisch abbaubaren Vorräte betragen 40,6 Mrd. t. In 2010 wurden 169,5 Mio. t gefördert, wobei der größte Anteil von ca. 91 % zur Strom- und Fernwärmeerzeugung genutzt wurde [1]. Der Rest wurde im Wesentlichen in Kohleveredlungsbetrieben zu Festbrennstoffen weiterverarbeitet. Wie aus Abbildung 1.1 hervorgeht war in Deutschland 2010 die Braunkohle mit 38,1 % an der Primärenergiegewinnung und zu 24,6 % an der Bruttostromerzeugung beteiligt [2]. Sie ist damit der wichtigste einheimische Energieträger, der langfristig subventionsfrei bereitgestellt werden kann. Der aus ihr produzierte Strom ist unabhängig von der Entwicklung der Weltmarktpreise der Importenergieträger.

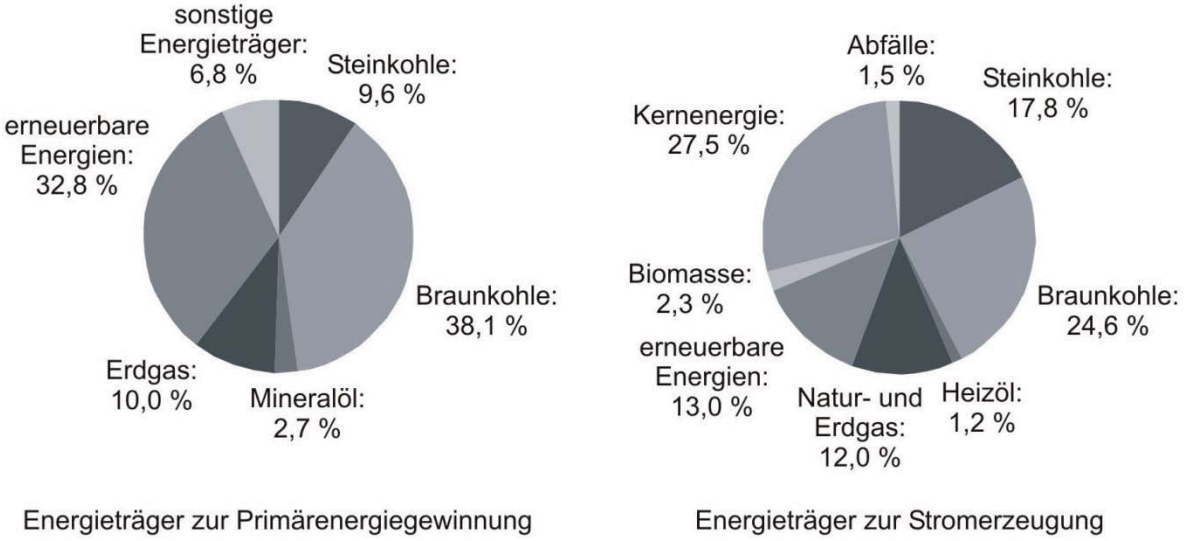

Abbildung 1.1: Energieträgerstruktur zur Primärenergiegewinnung und Stromerzeugung in Deutschland 2010 [2]

In Übereinstimmung mehrerer internationaler Modellrechnungen und Untersuchungen führt die Abgabe von klimarelevanten Gasen in die Atmosphäre zu einer Erhöhung der weltweiten Durchschnittstemperatur. Um der damit verbundenen Än-

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

derung des Klimas entgegenzuwirken müssen die klimarelevanten Gasemissionen begrenzt werden. Die Energieerzeugung auf Basis fossiler Grundstoffe ist immer mit dem Ausstoß des klimarelevanten Gases Kohlenstoffdioxid verbunden. Zur Reduzierung dieser Emissionen ist in allen gesellschaftlichen Bereichen eine effiziente Umwandlung und Nutzung von Energie notwendig. Die wasser- und aschefreie Braunkohle besteht zu 58 bis 73 Ma.-% aus Kohlenstoff [3]. Daher führt ihre energetische Nutzung im Vergleich zu Öl und Gas, die im Wesentlichen aus Kohlenwasserstoffen bestehen, zu höheren spezifischen Kohlenstoffdioxidemissionen. Neben der standortabhängigen Nutzung der Kraftwärmekopplung können diese Emissionen durch eine Erhöhung des Wirkungsgrads bei der Stromerzeugung reduziert werden. Die größten Potentiale in Dampfkraftwerken haben dabei die Erhöhung der Frischdampfparameter, die Steigerung der Dampfturbinenwirkungsgrade, die Absenkung des Kondensatordrucks und die Optimierung der Kohletrocknung. Erste Schritte wurden mit der Errichtung von Braunkohlekraftwerken mit überkritischen Frischdampfparametern mit 580 °C, 274 bar, der Optimierung von Anlagenkomponenten und des Wasser-, Dampfkreislaufs bereits umgesetzt. Moderne Großkraftwerke auf der Basis von Braunkohle erreichen damit einen Nettowirkungsgrad von 43 % [4]. Die in Deutschland zur Stromerzeugung genutzte Braunkohle hat Wassergehalte von 40 bis 60 Ma.-%, wobei die Gehalte im oberen Bereich dominieren [1, 5]. Zur energetischen Nutzung wird die Kohle in konventionellen Kraftwerken gemahlen und mit ca. 900 °C heißen Rauchgasen auf Wassergehalte von 15 bis 18 Ma.-% getrocknet. Die abgekühlten Rauchgase, die durch die Verdampfung des Kohlewassers entstehenden Brüden und die erzeugte Trockenbraunkohle treten gemeinsam in den Feuerraum des Dampferzeugers mit ca. 160 °C ein. Abschließend werden die Rauchgase zusammen mit dem Brüden an die Umgebung abgegeben. Die für die Trocknung aufgebrachte Primärenergie, die je nach Wassergehalt der Rohbraunkohle 13 bis 20 % der Brennstoffenergie beträgt, kann nicht mehr für die Stromerzeugung genutzt werden [5, 6]. Hier bestehen die Verbesserungspotentiale die Trocknung auf einem niedrigeren Temperaturniveau exergetisch effizienter durchzuführen und die Verdampfungswärme des Brüdens zurückzugewinnen. Wird der Idealfall einer verlustfreien Trocknung ohne den Einsatz von Primärenergie mit einem Trockenbraunkohlewassergehalt von 0 Ma.-% und eine

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

vollständige Nutzung der Brüdenwärme angenommen, so lässt sich der Wirkungsgrad im Vergleich zu einem konventionellen Kraftwerk auf der Basis von deutscher Braunkohle relativ um ca. 9 bis 22 % steigern [7]. Das entspricht bei einem Nettowirkungsgrad von 43 % einer Erhöhung von 4 bis 9,5 % absolut. Obwohl der Energiebedarf der Trocknung mit dem zu entfernenden Kohlewasseranteil ansteigt, ist der erzielbare Wirkungsgradgewinn umso größer je höher der Wassergehalt der Rohbraunkohle ist, da mehr Brüdenwärme zurückgewonnen werden kann. Der reale Trocknungsprozess hat unter Berücksichtigung des Bedarfs von thermischer und elektrischer Energie in Abhängigkeit vom Rohbraunkohlewassergehalt, der Nutzungsvariante der Brüdenwärme für einen Trockenbraunkohlewassergehalt von 12 Ma.-% ein Wirkungsgradsteigerungspotential von 4 bis 5 % absolut [8 bis 11]. Zur Nutzung dieses Potentials wird seit mehreren Jahren an der Entwicklung und großtechnischen Einführung einer effizienten Kohlevortrocknung gearbeitet. Ein durch seine Spezifik geeignetes Verfahren zur Integration in einen braunkohlebasierten Kraftwerksprozess ist die Dampfwirbelschichttrocknung, z.B. [6 bis 17]. Bei diesem wird ein Wirbelschichtkontakttrockner mit Wasserdampf indirekt beheizt, der teilweise bereits in der Dampfturbine Arbeit geleistet hat. In dem Trockner wird das Wasser der Kohle in einer überhitzten Wasserdampfatmosphäre verdampft, während sie mit rezirkuliertem Brüden eine Wirbelschicht ausbildet. Der aus der Kohle ausgetriebene Brüden verlässt den Trockner als quasi reiner Wasserdampf. Deren Wärme kann mittels eines Verdichters zur Beheizung des Trockners selbst oder im Kraftwerksprozess durch isotherme Kondensation genutzt werden. Auch aus wirtschaftlicher Sicht ist die Integration eines effektiven Trocknungsverfahrens in den Kraftwerksprozess geeignet. Dem Investitionskostenaufwand für die Trocknungsanlage stehen Einsparungen im Vergleich zu einem konventionellen Kraftwerk durch den Entfall der Mahltrocknung und der Reduzierung der Rauchgasvolumina von bis zu 25 % gegenüber [7]. Ein weiterer Vorteil der Kohlevortrocknung ist, dass sie an bestehenden braunkohlebasierten Kraftwerksprozessen nachgerüstet werden kann. Durch die Vortrocknung eines Teilstroms der Rohbraunkohle sind Wirkungsgradsteigerungen von 1,4 % absolut erzielbar [18]. Eine effiziente Kohletrocknung ist nicht nur für alle modernen, künftigen Kraftwerksprozesse zur Stromerzeugung bedeutsam, sondern auch Basis der Kohleveredlung, bei der die

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

Braunkohle zu flüssigen, gasförmigen oder festen Produkten umgewandelt wird. Damit ist ein erweiterter Bereich der wirtschaftlichen Braunkohlenutzung möglich. Durch die Trocknung der Braunkohle wird deren Wassergehalt in Abhängigkeit der weiteren Verwendung auf 11 bis 19 Ma.-% reduziert. Der Heizwert steigt dadurch von 7,8 bis 11,5 kJ/kg auf 19 bis 21 kJ/kg [1, 19, 20].

Neben der Kohlevortrocknung wird seit mehreren Jahren ebenfalls die weitere Anhebung der Frischdampfparameter auf 700 °C, 375 bar und dem damit verbundenen Einsatz von neuen Werkstoffen untersucht. Damit lässt sich der Nettowirkungsgrad von Dampfkraftwerken um weitere 4 % absolut anheben [4]. Die mit der Stromerzeugung verbundenen Emissionen sind direkt proportional mit dem Wirkungsgrad. In Abbildung 1.2 ist die Abnahme der Emissionen durch Wirkungsgraderhöhung eines Braunkohlekraftwerks dargestellt.

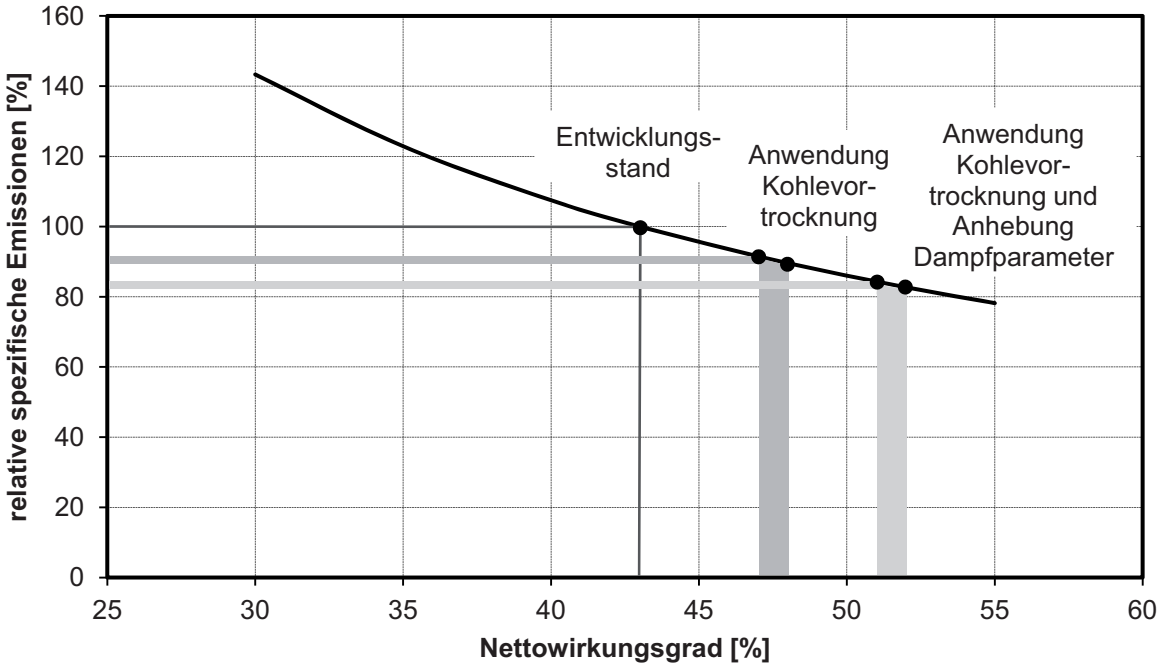

Abbildung 1.2: Relative spezifische Emissionen eines Braunkohlekraftwerks in Abhängigkeit vom Wirkungsgrad

Bezogen auf ein modernes Braunkohlekraftwerk können die relativen spezifischen Emissionen, durch die Integration der Vortrocknung in den Prozess unter der Annahme einer konstanten elektrischen Leistung, um 8,5 bis 10,4 % gesenkt werden. Mittels Einsatz der 700 °C Technologie nehmen die Emissionen um weitere 6,9 bis 7,2 % auf insgesamt 15,7 bis 17,3 % ab. Die Nutzung der Wirkungsgradsteigerungspotentiale tragen damit dazu bei, die Emissionen eines Kraftwerks bei der

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

Stromerzeugung zu senken. Zur fast vollständigen Vermeidung der Abgabe des klimarelevanten Gases Kohlenstoffdioxid an die Atmosphäre ist bei der energetischen Nutzung fossiler Energieträger die Umsetzung von CCS-Technologien (carbon capture storage) notwendig. Bei diesen Kraftwerkskonzepten wird das Kohlenstoffdioxid abgetrennt und anschließend gespeichert. Dafür stehen im Wesentlichen drei Verfahren zur Verfügung. Das sind der Einsatz der chemischen Wäsche des Rauchgases (postcombustion capture), die Nutzung der Vergasungstechnologie in Kombination mit einem Gas- und Dampfkraftwerk (precombustion capture) und die Verbrennung des Energieträgers mit reinem Sauerstoff (oxyfuel-combustion capture). Die Abtrennung, der Transport und die Speicherung des Kohlenstoffdioxids sind mit hohen Energieaufwendungen verbunden. Diese bewirken einerseits eine Abnahme des Wirkungsrads des Kraftwerksprozesses und andererseits eine Zunahme des Primärenergieeinsatzes. Auch hier ist die Umsetzung von effizienzsteigernden Maßnahmen notwendig, um wirtschaftliche CCS-Technologien mit hohem Wirkungsgrad realisieren zu können.

1.2 Kenntnisstand der Trocknung unter erhöhtem Druck

Trockner, die das Wasser von feuchten Gütern unter erhöhtem Überdruck aushalten, nehmen eine verfahrenstechnische Sonderstellung mit wenigen großtechnischen Anwendungen ein. Gründe hierfür sind ein erhöhter anlagentechnischer Aufwand insbesondere für den druckfest auszuführenden Trockner einschließlich verbindender Rohrleitungen, für die Trocknerein-, -austragssysteme und zur Abführung von aus dem Drucksystem entweichenden Leckagedämpfen. Weiterhin ist mit zunehmendem Trocknungsdruck aufgrund des Anstiegs der Sättigungstemperatur des Wasserdampfs, eine im Vergleich zu unter Atmosphären- oder Unterdruck arbeitenden Trocknung höhere Heizmitteltemperatur notwendig. Dennoch können in Abhängigkeit der spezifischen Eigenschaften des zu trocknenden Guts durch die Trocknung unter erhöhtem Druck trocknungs- und verfahrensspezifische Vorteile entstehen. Mit zunehmendem Druck liegt der entstehende Brüden mit erhöhtem Druck- und Temperaturniveau vor, wodurch eine energetische Weiterverwendung erleichtert bzw. erst ermöglicht wird. Ferner wird die Entfernung des Wassers aus dem Gut durch die Abnahme der Wasserdichte, -viskosität und -oberflächenspan-

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

nung erleichtert. Durch den gesteigerten Druck kann eine höhere Energiedichte auf das zu trocknende Gut übertragen werden. Dadurch und durch die mit dem Druck zunehmende Dichte des Brüdens, besteht die Möglichkeit kompakte und wirtschaftliche Drucktrocknungsanlagen zu errichten. Die Ausnutzung der Potentiale der Überdrucktrocknung kann zu einer signifikanten Effizienzsteigerung des Trocknungsprozesses führen.

Industriell eingesetzt werden Überdrucktrockner u.a. in der Lebensmittelindustrie, um die Eigenschaften des Produkts gezielt zu beeinflussen. Bei diesen wird nach einer Vortrocknung das feuchte Gut mittels überhitzten Wasserdampfs auf einen Druck von 47 bar gebracht. Nach anschließender Druckabsenkung verdampft ein Teil des Gutswassers, wobei sich sein Gefüge lockert [21]. Weiterhin wird die Trocknung von Zuckerrübenschnitzel fast ausschließlich mit konvektiven Wirbelschichttrocknern bei 3,5 bis 4,5 bar durchgeführt [22]. Die Trocknung von synthetischem Kautschuk wird nach einer Vorentwässerung ebenfalls unter erhöhtem Druck bis 15,5 bar durchgeführt. Auch hier wird der Entspannungseffekt der Druckabsenkung auf Atmosphärendruck ausgenutzt, um das im Kautschuk vorkommende Wasser zu verdampfen und gleichzeitig eine Produktzerkleinerung zu erreichen. In der Textilindustrie werden Textilwickel bei 5 bis 8 bar besonders energieeffizient getrocknet [21]. Im Bereich der Energiewirtschaft wurden und werden bis heute verschiedene Entwässerungs- und Trocknungsverfahren entwickelt, die das Wasser mittels Überdruck aus Braunkohle flüssig entfernen bzw. verdampfen. Großtechnisch eingesetzt wurde bisher lediglich das Fleißner-Verfahren. Bei diesem, zur Entwässerung zählendem Verfahren, wird der größte Wasseranteil der Kohle bei Drücken von 16 bis 30 bar flüssig entfernt [23]. Zur Verdampfung des Kohlewassers wurde beim IDGCC-Verfahren (integrated drying and gasification combined cycle) die Trocknung in den Vergasungsprozess integriert. Hier wird die Kohle nach dem Prinzip der Flugstromtrocknung bei 25 bar mit dem im Vergaser erzeugten Kohlegasmassestrom getrocknet [24].

Bei der Wirbelschichttrocknung können Optimierungspotentiale erschlossen werden, wenn die Trocknung mit geringer Partikelgröße und unter erhöhtem, moderatem Systemdruck bis 6 bar durchgeführt wird. Theoretische Untersuchungen zeigen, dass bei der Wirbelschichtkontakttrocknung mit zunehmendem System-

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

druck der Wärmeübergang zwischen der Wirbelschicht und dem in ihr befindlichen Wärmetauscher gesteigert und die Fluidisierungsgeschwindigkeit gesenkt werden können [15, 25]. Die Potentiale sind von der Partikelgröße der Kohle und von der Höhe des Drucks des Trockners abhängig. Sie können nach verschiedenen Theorien berechnet werden, wobei die Gängigste in [26] wiedergegeben ist. Diese wurde in [27] an die speziellen Bedingungen der Trocknung angepasst, wodurch der Wärmeübergang insbesondere von sehr feinen Partikeln genauer modelliert werden kann. Bei der Dampfwirbelschichttrocknung beträgt das Potential der Steigerung des Wärmeübergangs durch die Anhebung des Systemdrucks von 1,1 auf 4 bar mit einer typischen Partikelgrößenverteilung von Braunkohlen mit 0 bis 6 mm ca. 40 % und bei 0 bis 2 mm ca. 35 %. Für die Fluidisierungsgeschwindigkeit beträgt es bei einer Partikelgrößenverteilung von 0 bis 6 mm ca. 15 % und bei 0 bis 2 mm ca. 10 % [15]. Die Druckanhebung führt zu einer Vergleichmäßigung der Geschwindigkeitsverteilung über die Höhe der Wirbelschicht, wodurch der Austrag von staubförmigen Partikeln reduziert und eine Abscheidung von Staub aus den Brüden entlastet wird. In einer halbkontinuierlich arbeitenden Testanlage konnte mit Partikelgrößen von 0 bis 6 mm eine Steigerung des Wärmeübergangs durch Druckanhebung von 1,3 auf 5 bar von ca. 20 % nachgewiesen werden [28]. Mit den gleichen Partikelgrößen wurde, in einer weiteren allerdings kontinuierlich arbeitenden Testanlage, ein Wert von ca. 30 % durch Anhebung des Trocknungsdrucks von 1,1 auf 4 bar belegt [15].

Die in den Trockner eingelassene Wärmeübertragerfläche beeinflusst direkt dessen Baugröße. Durch eine Systemdruckanhebung kann daher die Größe des Trockners verringert bzw. dessen Kohledurchsatz erhöht werden. Durch Ausnutzung der beschriebenen Potentiale wird im Vergleich zu einem unter Atmosphärendruck arbeitenden Trockner ein Investitionskostenvorteil durch Systemdruckanhebung von 20 % erwartet [11]. Unabhängig vom Trocknungsdruck ist das Potential der Wirkungsgradsteigerung eines braunkohlebasierten Kraftwerks durch Kohlevortrocknung auf ähnlich hohem Niveau [8]. Das setzt die vollständige Nutzung der Brüdenwärme voraus. Bei einem unter Atmosphärendruck arbeitenden Trockner liegen die Brüden mit ca. 1 bar und 105 °C vor. Die vollständige Verwendung dieser Niedertemperaturwärme ist mit der Integration dieser Trocknungsvariante in einem

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

trockenbraunkohlebefeuerten Kraftwerk nicht in jedem Fall gegeben und kann zu erhöhten anlagentechnischen Aufwendungen führen [7]. Bei einem z.B. mit 4 bar beaufschlagten Drucktrockner liegt der Brüden mit ca. 4 bar und 150 °C vor. Dieses erhöhte Druck- und Temperaturniveau vereinfacht die vollständige Verwendung der Brüdenwärme signifikant.

1.3 Zielsetzung und Abgrenzung

Die Trocknung feuchter Schüttgüter erweitert die Einsatzmöglichkeiten des Trockenguts. Dabei hat die Anwendung der Wirbelschichttechnik in den letzten Jahrzehnten in vielen Bereichen aufgrund verfahrenstechnischer Vorteile eine immer größere Bedeutung erlangt. Die Trocknung in einer überhitzen Wasserdampfatmosphäre bietet zudem energetische, umwelt- und sicherheitstechnische Vorteile. Diese ergeben sich durch die Möglichkeit der günstigen energetischen Nutzung der Brüdenwärme wodurch auch die Emissionen gemindert werden, sowie einer hohen Betriebssicherheit durch eine inerte Wasserdampfatmosphäre. Die Dampfwirbelschichttrocknung kombiniert die Verfahren der Wirbelschichttechnik und der Wasserdampftrocknung, um die Vorteile beider gemeinsam zu nutzen. Um diese Vorzüge auch auf Braunkohlen anzuwenden, werden seit mehreren Jahrzehnten die Entwicklungsarbeiten zur Dampfwirbelschichttrocknung intensiviert. Bereits 1979 wurde in einer Laboranlage nachgewiesen, dass auch Braunkohle in einer stationären Wirbelschicht mit überhitzem Wasserdampf getrocknet werden kann [29]. In den darauffolgenden Jahren wurde und wird das Verfahren in der ehemaligen DDR, bei der RWE Power AG, bei der BTU Cottbus und bei der Vattenfall Europe Generation AG mit der Errichtung und dem Betrieb mehrerer Versuchsanlagen technisch und wirtschaftlich sukzessive optimiert [4, 6 bis 18, 25, 27, 28 bis 37]. Eine zentrale Rolle nahmen und nehmen dabei die Partikelgröße und der Trocknungsdruck ein. Den aktuellen großtechnischen Entwicklungsstand repräsentiert die durch die RWE Power AG errichtete Prototypanlage zur Trocknung von 210 t/h Rohbraunkohle, die im Jahr 2008 die erste Kohle getrocknet hat [14]. Mit der Anlage erfolgt die kommerzielle Erprobung der Vortrocknung von Braunkohle im Verbund mit einem konventionellen Kraftwerk.

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

Zur energetischen Auslegung und Bilanzierung von Trocknern ist ein thermischer Energieaufwand notwendig, der durch einen auf das zu trocknende Gut zu übertragenden Wärmestrom realisiert wird. Dieser setzt sich aus Teilwärmemengen zusammen. Bei einem idealisierten, verlustlosen Trockner der das Wasser von hygroskopischen Gütern, z.B. von Braunkohle aushält zählen dazu die thermischen Energien zur Erwärmung des feuchten Guts mit dem in ihm enthaltenen Wasser, zur Verdampfung des Wassers, zur Überwindung der Bindungskräfte mit denen das Wasser an das Gut gebunden ist und zum Transport des Wasserdampfs aus den Kapillaren. Aufgrund der großen wirtschaftlichen Bedeutung wurde der Trocknungsvorgang von Braunkohle in den vergangenen Jahrzehnten bereits eingehend untersucht. Allerdings geschah dies immer vor dem Hintergrund das Wasser der Kohle mit atmosphärisch betriebenen Anlagen zu entfernen. Für druckaufgeladene Trocknungsverfahren stehen bisher nur begrenzte und unzureichende wissenschaftliche Erkenntnisse zur Verfügung. Es ist zwar der Energieaufwand zur Erwärmung der zu trocknenden feuchten Kohlepartikel und zur Verdampfung des Wassers aus gesicherten wissenschaftlichen Daten bestimmbar, jedoch liegen für den Einfluss des Drucks auf den Anteil des energetisch auszutreibenden gebundenen Kohlewassers, die Bindungswärme, keine belastbaren Daten vor. Bisherige aus Veröffentlichungen bekannte Arbeiten [38 bis 44] zur Ermittlung der Bindungswärme von Braunkohle zeigen, dass deren Werte aus den Gleichgewichtswassergehalten der Kohle bestimmt werden können. Die Gleichgewichte sind von der Temperatur, dem Druck der Trocknungsatmosphäre und der Petrographie der Kohle abhängig. Sie müssen experimentell ermittelt werden. Der kapillare Transportenergieaufwand ist aus den Trocknungsverläufen ableitbar. Aus den bisherigen wissenschaftlichen Arbeiten ist allgemeingültig feststellbar, dass die Bindungswärme von Braunkohle, wie bei allen hygroskopischen Gütern, mit abnehmendem Wassergehalt mit Beginn des kapillargebundenen Wassers zunehmend wirksam wird, siehe Abbildung 1.3. Mit Erreichen des letzten an der Kapillarwand gebundenen Wassermoleküls wird ein maximaler, endlicher Wert für die Bindungswärme erreicht [45].

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

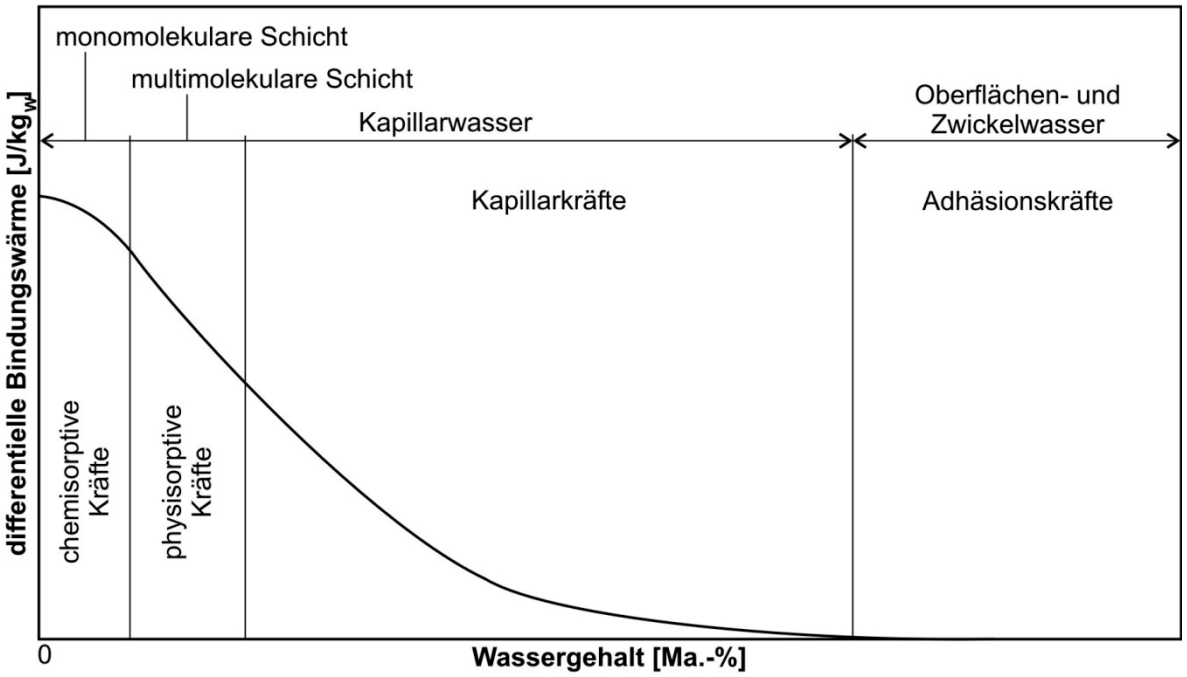

Abbildung 1.3: Spezifische differentielle Bindungswärme hygroskopischer Güter in Abhängigkeit vom Wassergehalt

Der Einfluss des Drucks auf die Bindungswärme wurde bisher nicht näher wissenschaftlich untersucht. Hier setzt die vorliegende Arbeit an. Ziel ist es, durch vertiefte theoretische und experimentelle Untersuchungen den Einfluss eines erhöhten Drucks auf die Bindungswärme von Braunkohle aufzuzeigen. Dazu müssen die Sorptionsverläufe ermittelt werden. Die Verläufe sind in einer Wasserdampfatmosphäre zu erfassen, um Messwerte zu erhalten die auf Trocknungsverfahren angewendet werden können, die das Wasser mittels überhitzem Wasserdampf aushalten. Im Hinblick auf dieses Ziel ist die Auswahl und Verwendung eines geeigneten Messsystems notwendig, dass die Erfassung des Sorptionsgleichgewichts direkt in einem Druckraum ermöglicht. Mit den theoretischen und experimentellen wissenschaftlichen Grundlagenuntersuchungen wird der Wissensstand erweitert, um innovative Verfahren zur Trocknung von Braunkohle unter erhöhtem Systemdruck in einer Wasserdampfatmosphäre technisch und wirtschaftlich optimiert auslegen zu können. Damit wird auch die Basis vergrößert, um Drucktrocknungsanlagen verfahrenstechnisch nutzbar zu machen.

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.