

Dr. Anno von Reth
Lagesche Str. 21
33102 Paderborn
E-mail: Avonreth@gmx.net

Paderborn, 09.01.2008

Bezirksregierung Detmold

über

Stadt Paderborn
Stadtplanungsamt
Pontanusstraße 55
33102 Paderborn

Einwendungen zur „Errichtung einer Abfallbehandlungsanlage zur energetischen Verwertung heizwertreicher Abfälle in Paderborn, Torgauer Str. 6“
Antragsteller: KHG Kraftwerksgesellschaft Mönkeloh mbH & Co KG

Die in dem Antrag vorgenommene Immissionsprognose ist nicht geeignet, das Relevanzkriterium – insbesondere im besiedelten Stadtgebiet von Paderborn - zu beantworten. Die Ausbreitungsrechnung ist mit zwei grundsätzlichen Fehlern behaftet:

- a) Die Übertragung der Messdaten der Wetterstation Bad Lippspringe auf den Anlagenstandort
- b) Die Verneinung der Relevanz eines regionalen Windsystems bei der Ausbreitungsrechnung

Die Antragsunterlagen sind zudem mit einem dritten Fehler behaftet:

- c) In den Antragsunterlagen fehlt sowohl das Gutachten des DWD, das eine Übertragbarkeit der Messdaten der Wetterstation Bad Lippspringe auf den Anlagenstandort für zulässig erklären soll als auch eine Darlegung, welchen Einfluss die Topographie im gewählten Modell bezüglich der Ausbreitungsrechnung hat.

Die Auffassung, dass ein weitmaschiges Messnetz ausreichend sei, ist unter Meteorologen nicht unumstritten, wie das Vorgehen des von Herrn Kachelmann betriebenen Meteomedia-Wetterdienstes zeigt: Hierfür werden laufend weitere Stationen in Deutschland eingerichtet. Der Deutsche Wetterdienst besitzt nur amtliche Wetterstationen im Flachland (darunter Bad Lippspringe) und eine Gipfelstation (Kahler Asten); jedoch keine auf einer Hangfläche, die für

den beantragten Standort zur Beurteilung herangezogen werden kann. Eine solche Station stellt diejenige des Meteomedia-Wetterdienstes in Büren-Ahden dar. Sie liegt auf 213 m über NN und fast in der gleichen Entfernung wie die Wetterstation Bad Lippspringe zum beantragten Kraftwerkstandort. Deren Daten werden ohne Angabe von Gründen nicht herangezogen. Bereits ein alleiniger Austausch der Daten der beiden Wetterstationen Bad Lippspringe und Büren-Ahden würde zu einer deutlich anderen Verteilung der berechneten Immissionen führen.

Um belastbare Ertragsprognosen von Windkraftanlagen zu erhalten, sind im Rahmen von Voruntersuchungen der Universität Paderborn für den Bereich des Hochstiftes Windmessungen erhoben worden. Um die Schadstoffbelastungen zu messen, sind Windmessungen am Universitätsstandort durchgeführt worden. Bei der Erstellung der Klimaanalyse für die Stadt Paderborn sind an mehreren Standorten im Stadtgebiet ebenfalls Windmessungen durchgeführt worden. Windmessdaten liegen damit grundsätzlich in den verschiedenen Landschaftseinheiten des Stadtgebietes vor. Hierbei liegen mit einer unmittelbar am Stadtrand gelegenen Station insgesamt drei auf Hangflächen der Paderborner Hochfläche vor. Zudem werden auch Ertragsdaten von Windkraftanlagen zumindest für eine Windkraftanlage in Paderborn-Dahl im 15 Minuten-Intervall erfasst und die Ertragsergebnisse vieler Windkraftanlagen des hiesigen Raumes veröffentlicht. Damit steht auch eine Datenquelle auf einer Hangfläche etwa in Schornsteinhöhe grundsätzlich zur Verfügung.

Dass ein ausgeprägtes regionales Windsystem vorhanden ist, ist aus mehreren Messungen grundsätzlich bekannt. Es ist des Weiteren bekannt, dass solche regionalen Windsysteme am gesamten Mittelgebirgsrand im Übergang zur westfälischen Bucht bzw. zur Kölner Bucht vorhanden sind. Auf kurzen Entfernungen sind zwischen Standorten im Flachland und auf den Hangflächen erhebliche Abweichungen der Windstärke und Windrichtung an einer großen Zahl von Stunden eines Jahres zu verzeichnen. Dies ist aus der Auswertung von Messdaten und an Hand des Klimaatlas für die Stadt Paderborn klar ersichtlich. Zudem bestätigen die Ertragsergebnisse von Windkraftanlagen, dass die Relevanz des regionalen Windsystems auch in Höhe der in der Ausbreitungsrechnung angesetzten Schornsteinhöhe deutlich gegeben ist. Zu dessen Erklärung gibt es durchaus meteorologische Modellbildungen für die Überströmung von Gebirgszügen und abfallenden Hangflächen. Sie sind an Hand von detaillierten Messungen und Forschungsprogrammen entwickelt worden. Diese Gesichtspunkte werden in der folgenden Begründung ausgeführt. Die Relevanz für den hiesigen Raum zu verneinen bzw. die modifizierende Wirkung als irrelevant anzusehen sowie nur eine Messstation als Datengrundlage heranzuziehen, muss als fachlicher Fehler angesehen werden. Die Auswertung der Messergebnisse zeigt einen grundsätzlichen Unterschied zwischen einer Station im Flachland und einem Standort auf einer Hangfläche. Die Übertragung der Wetterdaten von der Wetterstation Bad Lippspringe - einem Flachlandstandort - auf den beantragten Kraftwerksstandort - einem Hangstandort - führt sowohl zu erheblichen Fehlein-

schätzungen der Windrichtungsverteilung als auch der Windstärke. Da im Text der Antragsunterlagen die Existenz eines Regionalwindsystems bzw. die Relevanz eines solchen verneint wird, muss bezweifelt werden, dass schon in der Abschätzung die Übertragsrechnung von der gemessenen Höhe der Wetterstation von 10 m auf Niveau des Schornsteins für den Standort Bad Lippspringe mit größeren Fehlern behaftet ist.

Grundsätzlich muss davon ausgegangen werden, dass ein wirklichkeitsnahes Modell für das Paderborner Stadtgebiet und benachbarte Gemeinden nicht mit den Daten einer einzigen Station möglich ist. Sehr große Bedeutung muss auch der Simulierung der Windverhältnisse zwischen Emissionsort und Boden zuerkannt werden. Wie diese in das Modell eingeflossen ist und insbesondere mit welchen Ausgangswerten sie (in Schornsteinhöhe) für die Emissionsausbreitung angesetzt werden, kann aus den Antragsunterlagen nicht ersehen werden. Aus dem Zitat der Antragsunterlagen: „Schließlich wurden im Vorfeld zu dieser Untersuchung Befürchtungen laut, dass der Nordrand des Sauerlandes einen signifikanten Einfluss auf die Strömungsverhältnisse am Anlagenstandort habe“. Diese Befürchtung ist hinsichtlich der Ausbreitungsverhältnisse als sehr fragwürdig einzustufen, dennoch wurde, um diesen Sorgen Rechnung zu tragen, das Modellgebiet nach Süden so ausgeweitet, dass der Nordrand des Sauerlandes ebenfalls enthalten ist“ schließe ich folgendes: In der Ausbreitungsrechnung der Antrages wird dem Relief nur die Eigenschaft zugeschrieben, dass großräumige Windgeschehen durch dessen Anpassung an die Oberflächenrauigkeit und Topographie zu beeinflussen, nicht jedoch eine eigene Komponente entwickelt, auch die Windverhältnisse bis in große Höhen zu verändern. Auf Grund von Messdaten und meteorologischen Modellen für Mittelgebirge bzw. Hangflächen muss dem widersprochen werden.

Wenn es auch nicht Aufgabe dieser Einwendung sein kann, eine eigene Emissionsausbreitungsrechnung vorzunehmen, so kann auf Grund vorhandener Messdaten und deren Interpretation folgende Aussage getroffen werden:

In der Nähe des beantragten Standortes werden weniger - als in der Ausbreitungsrechnung ermittelt - emittierte Schadstoffe als Immissionen niedergehen. Hierbei handelt es sich insbesondere um das Industriegebiet Mönkeloh.

Verstärkt werden die Immissionen in zwei Bereichen:

Wegen der höher anzusetzenden Windgeschwindigkeiten aus dem westlichen Sektor werden diese entfernter als im Antrag berechnet niedergehen. Bei Winden aus SW und WSW wird hierbei die Südstadt betroffen sein. Der gleiche Effekt wird auch bei der Umstellungsphase der Windrichtung von W auf S bis SO zu Beginn vieler Nächte eintreten.

Im erheblich höheren Maße - als in den Antragsunterlagen berechnet - wehen Winde aus dem Sektor Südost, und zwar in der Höhe mit deutlich höheren Geschwindigkeiten als in Bodennähe. Hierdurch werden die überwiegend als Wohngebiete genutzten westlichen Teile der Kernstadt und wahrscheinlich Elsen stärker als in den Antragsunterlagen berechnet belastet werden.

Bei Strahlungswetterlagen existiert - zumindest als eine Komponente der Windrichtung in Paderborn - ein Flurwindssystem vom Stadtrand in Richtung Stadtmitte. Hierdurch werden emittierte Schadstoffe auf besiedelte Wohngebiete und das Zentrum der Stadt mit ihren Bewohnern gelenkt. Dieser Effekt ist in den Antragsunterlagen nicht berücksichtigt.

Mit hoher Wahrscheinlichkeit findet bei Winden aus dem Sektor Südost infolge der deutlich höheren Windgeschwindigkeit in der Höhe als auch am Boden eine Herabmischung von Schadstoffen statt, die das Absinken von Stäuben und der an ihnen haftenden Schadstoffe über den normalen Sinkvorgang beschleunigt. Davon wären wieder die Weststadt und die Innenstadt betroffen.

In den Antragsunterlagen wird das Jahr 1993 „als Normaljahr“ der Emissionsprognose zu Grunde gelegt. Im Zuge des Klimawandels ist von einer Konstanz nicht auszugehen. Sollten die Auffassungen zutreffen, dass in Deutschland künftig mit vermehrtem Auftreten trockener Sommer zu rechnen ist, so muss damit gerechnet werden, dass die Wetterlagen verstärkt auftreten werden, in denen sich das regionale Windsystem mit Südostwinden (zumindest in der Nacht) deutlich ausprägt. Hierdurch kann sich während der „Lebensdauer“ der beantragten Anlage die Belastung der erwähnten Stadtteile weiter erhöhen.

Zunächst wird jedoch noch ein weiterer Beurteilungsgesichtspunkt vorgetragen:

In den Unterlagen wird das beantragte Kraftwerk mit den davon ausgehenden Emissionen ausschließlich als Einzelvorhaben betrachtet. Die zum Einsatz vorgesehenen Brennstoffe sind grundsätzlich der Biomasse zuzurechnen. Entsprechend den Klimaschutzzielen muss davon ausgegangen werden, dass Biomasse als Brennstoff in der Bundesrepublik vermehrt eingesetzt wird. Die damit verbundenen Emissionen werden sich dann für einige Schadstoffe (z.B. Feinstäube, Dioxine und Furane) mit denen des beantragten Vorhabens als Immissionen im besiedelten Stadtgebiet überlagern. Dieser Gesichtspunkt muss im Sinne des Vorsorgeprinzips in die emissionsrechtliche Prüfung zusätzlich einbezogen werden.

Begründung:

In der von dem Meteorologen Bangert durchgeführten Klimaanalyse der Stadt Paderborn heißt es bezüglich der Windverhältnisse: „Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass tagszeitlich unterschiedliche Windverhältnisse den Untersuchungsraum prägen. Die Intensität und Häufigkeit dieses Phänomens übertraf die Erwartungen in jeder Beziehung, da es durchweg bei den meisten Wetterlagen - zumindest im Südosten der Stadt - beobachtet wurde.... Die unterschiedlichen Messhöhen sowie die unterschiedlichen Datenerfassungen ließen einen konkreten Vergleich der Windgeschwindigkeiten kaum zu (Bangert, S. 56). Einen wesentlichen Einblick in die regionale Differenzierung der Windstärken in ca. 50 m oberhalb der Erdoberfläche (entsprechend der damaligen Nabenhöhe der Windkraftanlagen) ergibt sich aus dem von mir ermittelten Quotienten der beiden Monate mit den höchsten Erträgen (in der BRD) des Jahres 1996 (s. Anlage 1): Um Missverständnissen vorzubeugen,

sei noch einmal darauf hingewiesen, dass sich die gebildeten immer auf eine Anlage beziehenden Quotienten und diese, wenn in einem Park mehrere Anlagen vorhanden waren, aus mehreren Quotienten ein Mittelwert gebildet wurde. Es zeichnen sich so große regionale Unterschiede ab, dass die Existenz von verursachenden unterschiedlichen Windstärken nicht bezweifelt werden kann. Neben der Paderborner Hochfläche zeichnen sich der Haarstrang, die beiden durch die Egge abgetrennten Gebiete im Kreis Höxter und im Kreis Waldeck sowie andeutungsweise die Münsterländer Tieflandsbucht ab. In letzterem Gebiet gab es in dem Untersuchungsraum nur sehr wenige Anlagen. Auf der Paderborner Hochfläche ist eine Zunahme des Quotienten vom Eggekamm zu den tiefer gelegenen Standorten an den Hangflächen zu verzeichnen. Hierbei ist der Quotient für Windkraftanlagen in der Nähe des beantragten Standortes höher als in der Nähe der Wetterstation Bad Lippspringe. Es wurden von mir die Windgeschwindigkeiten in die beiden Temes-Stationen Velmerstot, Soest und die Pesag-Messstationen Benhausen und Schwaney herangezogen, wobei als Tageswindrichtung diejenige der Temes-Station Velmerstot zu Grunde gelegt wurde. Diese höchstgelegene repräsentiert am ehesten die Windrichtung des Geostrophischen Windes (s. Anlage 1).

Diese Analyse zeigt, dass einmal eine Zunahme mit der Höhe der Stationen über NN nur bei Windrichtung aus dem westlichen Sektor zu verzeichnen war. Bei Windrichtung um SO waren auf den Hochflächenstationen deutlich höhere Windgeschwindigkeiten als auf der Eggestation zu verzeichnen, in der Flachlandstation Soest sehr viel niedrigere. Allerdings waren bei mittleren Windgeschwindigkeiten aus Richtung West (auf der Egge) auch sehr niedrige in der Flachlandstation zu verzeichnen. Bemerkenswert ist im Januar 1996 die Rechtsdrehung der Windrichtung auf den Hochflächenstandorten im Vergleich zur Eggestation. Hierbei bildet sich eine starke Konzentration auf die Windrichtung SO.

Bei Windrichtung Ost waren auf den Hochflächenstationen und der Flachlandstation leicht höhere Werte als an der Eggestation gemessen worden. Bei der Windrichtung S waren auf den Hochflächenstationen deutlich höhere, in der Flachlandstation nur teilweise höhere Werte gemessen worden. Bei nördlichen Winden sind auf den Hochflächenstationen geringe Windstärken zu verzeichnen.

Aus dieser Auswertung muss der Schluss gezogen werden, dass eine Übertragung gemessener Winddaten von einer Station auf eine andere unzulässig ist, wenn diese sich in einer anderen landschaftlichen Lage befindet und zudem sich Windstärke und möglicherweise Windrichtung ändern, wenn Luftschadstoffe auf ihrem Weg von der Emissionsquelle zum Immissionsort Landschaftsgrenzen überqueren.

Zweifelloos war der Januar 1996 ein Extremfall eines kalten Wintermonats. In dem im Antrag herangezogenen Jahr 1993 waren die Wintermonate Januar und Dezember sehr mild. Wie aus den weiter unten angeführten Ausführungen der Klimaanalyse für das Stadtgebiet Pa-

derborn hervorgeht, sind Wetterlagen an denen sich ein Regionalwindssystem ausbildet kein Ausnahmefall.

Die topographische Lage der beiden Standorte Bad Lippspringe und beantragter Kraftwerksstandort weist gemeinsame Züge, für die Windverhältnisse wichtige Unterschiede auf. Die Station Bad Lippspringe liegt im Übergang der leicht nach W und NW abfallenden Münsterländer Tieflandbucht und dem wesentlich steileren Anstieg zum hier verlaufenden Eggekamm bzw. der Außenstufe der Paderborner Hochfläche. Wenig nördlich dreht der Verlauf des Teutoburger Waldes/Egge von NW-SO auf N-S. Der Höhenunterschied zwischen der Außenstufe der Paderborner Hochfläche und dem Eggekamm ist mit ca. 40 m relativ gering und dieser Abstand beträgt nur ca. 5 km.

Der beantragte Standort liegt nur etwas höher als die Wetterstation Bad Lippspringe über NN, aber merklich über der Münsterländer Bucht. Der Standort ist Teil des Anstieges zur Paderborner Hochfläche. Höhenlinien verlaufen von Südwest nach Nordost. Dieselbe Richtung weist der Eggezug auf, der hier den Anstieg nach Süden begrenzt. Wobei hier vor dem höheren Kamm eine größere Hochfläche vorgelagert ist. In Richtung O beträgt der Abstand zum N-S verlaufenden Eggezug ca. 16 km.

Zur Beurteilung der bodennahen Windrichtung wird aus der Klimaanalyse von Herrn Bangert zitiert. Von der im Folgenden erwähnten Station repräsentiert die Station Universität einen Hangflächenstandort und weist damit die meisten topographischen Gemeinsamkeiten mit dem beantragten Kraftwerksstandort auf.

Winter (Januar 1989)

Bad Lippspringe:

„In Bad Lippspringe ergab sich in der Gesamtstatistik erneut ein vielseitiges Bild der Windrichtungsverteilung. Lediglich Winde aus den Sektoren WNW bis Ost waren selten. Tagsüber ist eine Bevorzugung der westlichen und südwestlichen Komponenten erkennbar, nachts ist wie im Sommer Süd die vorherrschende Windrichtung. Allerdings fehlen jetzt östliche Winde, die im Sommer ein Ergebnis des nächtlichen Kaltluftabflusses waren“ (Bangert, S. 46f).

„Tagsüber wie nachts ergeben sich (Erg. im Winterhalbjahr und trüben Tagen).. überwiegend westliche bis südwestliche Winde. Nachts nehmen ... in Bad Lippspringe die südöstlichen Winde zu“ (Bangert, S. 50).

An Tagen des Winterhalbjahres mit mehr als 4 Sonnenstunden „stehen Süd, SSO und OSO im Vordergrund. Die Südwestkomponenten spielen... eine weniger wichtige Rolle“ (Bangert, S. 51).

Universität

„Im Süden der Stadt herrschen West- und Südwestwinde vor. Während der Nacht nimmt wie in Bad Lippspringe der Anteil der Südwinde zu“ (Bangert, S. 47).

„Tagsüber wie nachts ergeben sich (Erg. im Winterhalbjahr und trüben Tagen).. überwiegend westliche bis südwestliche Winde. Nachts nehmen ... am Geographischen Institut die südöstlichen Winde zu“ (Bangert, S. 50).

An Tagen des Winterhalbjahres mit mehr als 4 Sonnenstunden spielen Südwestkomponenten eine weniger wichtige Rolle. Um 22.00 Uhr dominiert hier eindeutig der Südostwind, der die gesamte Stadt überströmt. Am Geographischen Institut wird der SSO-Wind in fast 50 % aller Fälle beobachtet“ (Bangert, S. 50f). „An der Universität ...ist kein markanter Tagesgang zu erkennen“ (Bangert, S. 51).

Innenstadt (Dach Stadthaus)

„Am Stadthaus dominieren Südwestwinde ebenfalls wie an der Universitätsstation. Auch hier steigt während der Nacht die prozentuale Häufigkeit der Südwinde an“ (Bangert, S. 47).

„Tagsüber wie nachts ergeben sich (Erg. im Winterhalbjahr und trüben Tagen).. überwiegend westliche bis südwestliche Winde. Nachts nehmen ... am Geographischen Institut und am Stadthaus die südöstlichen Winde zu“ (Bangert, S.50).

An Tagen des Winterhalbjahres mit mehr als 4 Sonnenstunden dominiert um 22.00 Uhr (gewählt als Kriterium für die Nacht) „eindeutig der Südostwind, der die gesamte Stadt überströmt. Am Geographischen Institut wird der SSO-Wind in fast 50 % aller Fälle beobachtet“ (Bangert, S. 51). An der Universität ...ist kein markanter Tagesgang zu erkennen.

Padertal (alte Kläranlage)

„Wie im Sommer sind die Gemeinsamkeiten zwischen den Standorten am Stadthaus und in der Paderau, die nur 1 km Luftlinie auseinander liegen, sehr gering. Tagsüber wie nachts herrschen in der Paderau westliche Winde vor, Südostwinde erreichen zwar in der 12-teiligen Windrose die drittgrößte Häufigkeit, ihr Anteil ist aber im Vergleich zu den bisher genannten Stadtstationen gering. Damit werden hier etwa dieselben Windrichtungsverhältnisse angetroffen wie im August 1988 (Bangert, S. 47).

„Tagsüber wie nachts ergeben sich (Erg. im Winterhalbjahr und trüben Tagen).. überwiegend westliche bis südwestliche Winde“. Es „werden mittags in verstärktem Maße auch nordwestliche Winde beobachtet. Diese Winddrehung in Richtung Innenstadt (Windkonvergenz) deutet auf den Einfluss der erhöhten Reibungskraft der Kernstadt bei entsprechenden Wetterlagen hin“. Nachts „geht der Anteil der Nordwestwinde ... zurück (Bangert, S. 50).

An Tagen des Winterhalbjahres mit mehr als 4 Sonnenstunden dominiert um 22.00 Uhr (gewählt als Kriterium für die Nacht) „eindeutig der Südostwind, der die gesamte Stadt überströmt... Nur an der Kläranlage treten westliche Winde in einer relativ großen Häufigkeit auf. Dies lässt sich wie tagsüber mit einer stadteinwärts gerichteten Strömung erklären“ (Bangert, S. 50).

Weststadt (ehemalige Müllhochdeponie)

„Die Windrichtungsstatistik am Ahornsportpark ähnelt in diesem Monat sehr der an der Wetterstation Bad Lippspringe. Auch hier ist eine Zunahme der Südwinde festzustellen“ (Bangert, S. 47).

„Tagsüber wie nachts ergeben sich (Erg. im Winterhalbjahr und trüben Tagen).. überwiegend westliche bis südwestliche Winde“. „Die Zunahme der Südwinde (Erg. nachts) ... deutet auf ein Umließen der Kernstadt hin“ (Bangert, S. 50).

Zusammenfassung für Winter

„Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass auch im Winter bei Westlagen in der Nacht die Häufigkeit von Südwinden zunimmt. In allen Statistiken spielen außerdem südöstliche Winde eine wesentlich größere Rolle als ... auf der Egge. Dies macht deutlich, dass das regionale Windsystem nicht nur in der warmen Jahreszeit eine Rolle spielt... Wichtige lokale Phänomene waren... die Modifikation der Windrichtungsverhältnisse in der Stadt.

Sommer (August 1988)

Bad Lippspringe:

„Tagsüber sind hier die westlichen Winde (WSW, West und WNW) vorherrschend. Während der Nacht nimmt ihre relative Häufigkeit ab. Die größten Anteile sind jetzt Winde aus dem Bereich Süd bis Ost. Dieses Verhalten ist als standortspezifisches Phänomen zu deuten. Dabei handelt es sich nicht um eine Ablenkung der Oberströmung, sondern um ein eigenständiges Regionalsystem, das aus dem Bereich der Egge in die Sennelandschaft weht... Dieses Regionalwindsystem unterliegt im Bereich der Stadtlandschaft von Paderborn unterschiedlichen Einflüssen (S. 45).

Im Sommerhalbjahr sind für Tage mit geringer Sonneneinstrahlung die tageszeitlichen Unterschiede gering. Die Maxima liegen am frühen Nachmittag (Bangert, S. 52).

Durch einen wesentlich ausgeprägteren Tagesgang sind die Windverhältnisse an heiteren Tagen charakterisiert. „In Bad Lippspringe werden grundsätzlich um etwa 1m/s höhere Windgeschwindigkeiten als in Lingen gemessen, während dieses Phänomen bei den stark bewölkten Wetterlagen nicht auftrat. Markant ist außerdem die Windzunahme zwischen 22.00 Uhr und 1.00 Uhr morgens. „Die Aufteilung in zonale und meridionale Strömung zeigt die Ursachen dafür auf. In Bad Lippspringe geht bei meridionaler Strömung die Windgeschwindigkeit im Mittel nicht unter 2,5 m/s zurück, bis Mitternacht liegt sie sogar bei 3 m/s. Bei zonaler Strömung „schläft“ der Wind nachts ein, d.h. die Geschwindigkeit liegt deutlich unter 1 m/s. Dies ist mit den bereits erwähnten Regionalwinden zu erklären, die verstärkt in Nächten mit meridionaler Strömungskomponente auftreten. Ihre Ausbildung scheint bei Westwinden unterdrückt zu werden“ (Bangert, S. 52f).

Universität

„Noch intensiver gebündelt als in Bad Lippspringe ist dieses Windsystem am südöstlichen Stadtrand an der Station der Universität. Hier stellt der Sektor (SSO) bereits in der Gesamtstatistik für August nach dem Sektor West die zweithäufigste Windrichtungsklasse dar... Tagsüber dominieren westliche Winde, während in der Nacht eindeutig Winde aus dem Sektor SSO vorherrschen. Im Gegensatz zu Bad Lippspringe, wo in der Nacht auch die übrigen östlichen Sektoren an Häufigkeit zunehmen, konzentrieren sich hier die Windverhältnisse auf eine Richtung (Bangert, S. 45f).

Im Sommerhalbjahr „sind bei strahlungsarmen Wetterlagen die tageszeitlichen Veränderungen der Windrichtungsänderungen im Stadtgebiet gering. Nachts nimmt im Süden der Stadt ... die südöstliche Komponente zu. Am Geographischen Institut sinkt allerdings der Anteil der westlichen Winde von fast 45 % um ein Drittel auf unter 30 % ab. Dieses Phänomen ist im Sommerhalbjahr nicht nur an Schönwetterperioden gekoppelt, sondern fällt insbesondere bei Westwetterlagen ins Gewicht“ (Bangert, S. 51f). Im Sommerhalbjahr sind für Tage mit geringer Sonneneinstrahlung die tageszeitlichen Unterschiede gering. Die Maxima liegen am frühen Nachmittag (Bangert, S. 52).

„Im Sommerhalbjahr mit hohen Beiträgen ... nimmt die Anzahl der südöstlichen Winde zwar weiter zu, es ist aber weniger häufig eine völlige Richtungsänderung zu beobachten (Bangert, S. 52). Durch einen wesentlich ausgeprägteren Tagesgang sind die Windverhältnisse an heiteren Tagen charakterisiert...Selbst am 2 m-Mast an der Universität liegen die Beträge nachts über den Werten von Lingen“ (10 m- Mast).

Innenstadt (Dach Stadthaus)

„Das Regionalwindsystem ist ...im Dachniveau der Innenstadt noch sehr gut ausgeprägt“ (Bangert, S. 46).

Im Sommerhalbjahr „sind bei strahlungsarmen Wetterlagen die tageszeitlichen Veränderungen der Windrichtungsänderungen im Stadtgebiet gering. Nachts nimmt ... die südöstliche Komponente zu“ (Bangert, S. 51).

Im Sommerhalbjahr mit hohen Beiträgen ... nimmt die Anzahl der südöstlichen Winde zwar weiter zu, es ist aber weniger häufig eine völlige Richtungsänderung zu beobachten. Am Stadthaus sind somit die Windrosen für Tag und Nacht fast identisch (Bangert, S. 52).

Padertal (alte Kläranlage)

„Anders sind die Verhältnisse an der Kläranlage in der Paderau zu beurteilen. Hier herrschen ganztägig reine Westwinde vor“ (Bangert, S. 46).

Im Sommerhalbjahr „sind bei strahlungsarmen Wetterlagen die tageszeitlichen Veränderungen der Windrichtungsänderungen im Stadtgebiet gering“ (Bangert, S. 50).

Im Sommerhalbjahr mit hohen Beiträgen... nimmt die Anzahl der südöstlichen Winde zwar weiter zu, es ist aber weniger häufig eine völlige Richtungsänderung zu beobachten... Nordwestlich der Stadt sind tagsüber nordwestliche Winde, die überdurchschnittlich häufig sind. Auch sie sind tageszeitlich induziert und fließen entgegen der Oberströmung (Bangert, S. 52).

Weststadt (auf der ehemaligen Mülldeponie)

„Im Westen der Stadt am Ahornsportpark tritt demgegenüber wieder die tageszeitliche Windrichtungsänderung ein. Sie wird aber durch die Stadt auf eine Südkomponente konzentriert. Im Sommerhalbjahr „sind bei strahlungsarmen Wetterlagen die tageszeitlichen Veränderungen der Windrichtungsänderungen im Stadtgebiet gering“ (Bangert, S.50).

Im Sommerhalbjahr mit hohen Beiträgen ... nimmt die Anzahl der südöstlichen Winde zwar weiter zu, es ist aber weniger häufig eine völlige Richtungsänderung zu beobachten... Für den Bereich westlich der Stadt wird demgegenüber die Süddrehung des Windes während der Nacht sehr deutlich. Sowohl im Winter (Drehung von West auf Süd) als auch im Sommer (Drehung von Ost auf Süd) ist dieses Phänomen vorhanden (Bangert, S. 52).

Frühjahr (Mai 1988) und Herbst (Oktober)

„In beiden Beispielsmonaten ... traten vermehrt Wetterlagen mit östlicher Strömung auf“ (Bangert, S. 48).

Bad Lippspringe:

„In Bad Lippspringe blieben wegen der Leelage zur Egge die reinen Ostwinde selten. Sie wurden abgelenkt und traten als Nordost- bzw. Südostwinde in den Vordergrund. Im Wechsel der Tageszeiten nahm hier tagsüber der Anteil der Südostwinde, nachts der Anteil der Nordostwinde zu. Das von Tiefdruckgebieten und höheren Windgeschwindigkeiten geprägte Westwetter ließ hier kaum Veränderungen zwischen Tag und Nacht zu.

Universität

„Im Osten (Niesenteich) und Südosten (Universität) beherrschten Wind aus Ost bis SSO das Strömungsgeschehen. Insbesondere an der Universität konzentrierte sich die Windrichtung auf SSO und OSO. Aus den bereits erwähnten Gründen blieb die nächtliche Reduktion der westlichen Winde weitgehend aus“ (Bangert, S. 48).

„In der zweiten Nachthälfte erscheinen die Flächen im Südosten und Süden plötzlich relativ warm, während die Freiflächen in der Senne sehr kühl sind. Es hat sich Bodeninversion eingestellt. Die Talauen in der Sennelandschaft sind mit Kaltluft angefüllt... Die Bundesstraße 1 trennt praktisch die kühle Zone im Nordwesten von der warmen im Südosten. ... Die über den Freiflächen im Südosten und Osten gebildete Kaltluft wurde durch den beständig wehenden

leichten Südostwind ständig abtransportiert und durch relativ warme Luft aus höheren Luftschichten ersetzt" (Bangert, S. 72).

Stadthaus

„Im Dachniveau der Innenstadt wurden ähnliche Verhältnisse (Erg. wie an der Universität) beobachtet" (Bangert, S. 48).

Weststadt

Diesem Bild (Erg. wie Universität) entsprach auch die Windrose am Ahornsportpark. Im Oktober nahm hier der Anteil der SSW-Winde während der Nachtzeit erheblich zu" (Bangert, S. 48).

Paderaue

Nahezu gleichstark stieg in diesem Monat (Erg. Oktober) während der Nacht der Anteil der Westwinde in der Paderaue" (Bangert, S. 48).

Herr Bangert zieht folgendes Resümee:

„Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass tageszeitlich unterschiedliche Windverhältnisse den Untersuchungsraum prägen. Die Intensität und Häufigkeit dieses Phänomens übertraf die Erwartungen in jeder Beziehung, da es durchweg bei den meisten Wetterlagen - zumindest im Südosten der Stadt - beobachtet wurde.... Die unterschiedlichen Messhöhen sowie die unterschiedlichen Datenerfassungen ließen einen konkreten Vergleich der Windgeschwindigkeiten kaum zu" (Bangert, S. 56).

„Die Strömungsverhältnisse sind im Vergleich zum norddeutschen Flachland in mehrfacher Hinsicht modifiziert. Damit ist eine deutliche Zunahme von Winden aus südöstlichen Richtungen verbunden; dies gilt für alle Wetterlagen sowohl für die Gesamtstatistik als auch für die nach Tageszeiten differenzierten Betrachtungen. Bei stationären Hochdruckwetterlagen sowie bei antizyklonal beeinflussten West- sowie Südwestlagen treten starke Schwankungen auf. Während tagsüber die Windrichtungen weitgehend der Grundströmung entsprechen, nimmt in den Nachtstunden im regionalen Scale der südöstliche Wind zu. Lokale nächtliche Hangabwinde (je nach Hangrichtung Ostwinde, Südostwinde und Südwinde spielen bevorzugt in der warmen Jahreszeit eine große Rolle. Sie wurden für Bad Lippspringe und den Universitätsstandort nachgewiesen" (Bangert, S. 49).

„Als Freilandstation ... sollte die Wetterstation in Bad Lippspringe dienen. Doch auch hier zeigten sich während des Untersuchungszeitraumes große Abweichungen von der globalen Zirkulation. Diese... erwiesen sich als regionale Besonderheiten des Windfeldes am Rande des Eggegebirges" (Bangert, S. 43f). Hier sei noch einmal darauf hingewiesen, dass die

Hangrichtung der Wetterstation Bad Lippspringe und des beantragten Standortes sich deutlich unterscheiden (s. o.).

Ein Rechenmodell, das das festgestellte Regionalwindssystem hinreichend erklären kann, muss auf meteorologischen angemessenen Modellvorstellungen beruhen. Hierfür bieten sich zwei Modelle an:

- a) Berg-Tal-Winde und
- b) Föhnströmung.

Am Haarstrang und bei Hagen sind von Herrn Kiese Windmessungen veröffentlicht worden, die bezüglich der Südostwinde ähnlich den Verhältnissen im Paderborner Raum sind: „Das Phänomen der tageszeitlichen Windrichtungsumkehr auf der Kuppenstation „Heinrichs Knübel“ (westlichster Punkt des Haarstranges) ist hauptsächlich ein Sommerphänomen.“ In den Monaten November 1989 bis März 1990 übertrafen die nächtlichen Südwinde die täglichen mit 10,5 %, in den Übergangsmonaten (Oktober 1989 und April 1990) mit 24,2 %, im Sommerzeitraum jedoch mit 34,3 % an Häufigkeit“ (O. Kiese, S. 59). Auf zwei Kuppenstationen südlich von Hagen ist bei autochthonen Wetterlagen tagsüber eine deutliche Steigerung der Winde aus der Richtung Süd/Westsüdwest bis Nordwest zu verzeichnen und eine nächtliche aus Richtung Südsüdost bis Südwest zu (s. Anlage 4). „Ähnlich wie zwischen den Alpen und dem nördlichen Alpenvorland entwickelt sich zwischen dem Sauerland und dem nördlich davon gelegenen Münsterland bei strahlungsreicher und windschwacher Wetterlage eine tagesabhängige Ausgleichsströmung“ (S. 62).

Die Bedeutung solcher Ausgleichsströmung ist in Verbindung mit dem hangparallelen Geostrophischen Wind an den Great Plains Nordamerikas gemessen und in meteorologische Modelle umgesetzt worden. Es kommt zu einer vektoralen Addition der Windstärken und zu einer Windverstärkung auf den Hangflächen, wobei der Effekt in unmittelbarer Bodennähe abnimmt. Die Effekte steigen mit zunehmendem Geländegefälle. Ob es am Mittelgebirgsrand wie auf den Great Plains zu einem „Low Level Jet“ über den Hangflächen kommt, ist eher fraglich.

Die von Kiese beschriebene Ausgleichsströmung tritt nach diesem Modell als eine Komponente auch bei nicht autochthonem Strahlungswetter auf und begründet dann eine tageszeitliche Winddrehung von ca. 90° und vor allem die höheren Windgeschwindigkeiten bei geostrophischen Ostwinden mit Südostwinden auf den Hangflächen der Paderborner Hochfläche.

Für die Einordnung des Regionalwindsystems in die Meteorologische Theorie sind auch folgende zwei Feststellungen des Klimagutachtens der Stadt Paderborn von Bedeutung:

- a) „Bei Hochdruckwetterlagen werden nachts alle Stationen, d.h. das gesamte Stadtgebiet von südöstlichen Winden überströmt, die als regionales Windsystem gedeutet werden. Dabei nimmt die Auftretshäufigkeit nach Nordwesten ab. Tagsüber deutet sich eine entgegenge-

setzte Strömung an. An der Kläranlage und am Geographischen Institut wird dies an der Zunahme der Nordwestwinde, am Ahorn-Sportpark durch die häufigeren Nordwinde deutlich. Am Stadtzentrum ist dieses Phänomen nicht zu erkennen" (Bangert, S. 55).

b) Temperaturmessfahrten zwischen dem 16.05. und 18.05.1989 während einer stabilen Hochdruckwetterlage: „In der zweiten Nachthälfte erscheinen die Flächen im Südosten und Süden plötzlich relativ warm, während die Freiflächen in der Senne sehr kühl sind. Es hat sich Bodeninversion eingestellt. Die Talauen in der Sennelandschaft sind mit Kaltluft angefüllt... Die Bundesstraße 1 trennt praktisch die kühle Zone im Nordwesten von der warmen im Südosten. ... Die über den Freiflächen im Südosten und Osten gebildete Kaltluft wurde durch den beständig wehenden leichten Südostwind ständig abtransportiert und durch relativ warme Luft aus höheren Luftschichten ersetzt" (Bangert, S. 72).

Bei Föhnströmung tritt auf der Leeseite eines Gebirgszuges Temperaturerhöhung und Wolkenauflösung auf. Eine solche Wolkenauflösung westlich des Eggegebirges, bei Hochnebeldecke unterhalb dessen Kammniveaus, wurde vom Meteorologen Kachelmann in einer der täglichen Fernsehberichte Anfang Dezember 2007 als Föhnströmung bezeichnet.

Nach intensiven Forschungen des Föhns an den Alpen und in den Rocky Mountains (s. Anlage 2) gilt folgende Definition: „Föhn ist eine absinkende Luftströmung, die bei der Überströmung eines Gebirges oder Hochplattenrandes auf seiner Leeseite auftritt und die dort zu kräftigem, böigen Wind führt, dessen Einsetzen im Tal bzw. am Gebirgsfuß mit einem Anstieg der Temperatur und einem Rückgang der relativen Feuchte verbunden ist. ... Föhnwinde finden in allen Gebirgen, wenn auch in unterschiedlicher Intensität" (Seibert, S. 116), statt. Eine Leewelle ist auch am Teutoburger Wald bei Oerlinghausen vermessen worden (s. Anlage 3). Voraussetzung hierbei ist, dass eine stabile Luftschichtung vorhanden ist. Die in vielen Lehrbüchern noch vorhandene Theorie, dass Wärmefreisetzung durch Kondensation Voraussetzung einer Föhnströmung sei, ist widerlegt. Für die Schadstoffausbreitung wichtig ist, dass eine Föhnströmung eine Wellenbewegung ist, die am Leehang in Richtung Bodenoberflächen gerichtet und anschließend aufwärtsgerichtet ist. Zunächst ist also eine Geschwindigkeitserhöhung, zuletzt eine deutliche Abnahme, zu verzeichnen. Gleitet die Föhnströmung über eine am Boden liegende Kaltluftschicht hinweg, kann die wärmere, leichtere Föhnluft die kältere und schwerere Kaltluft nicht verdrängen, sondern nur von oben erodieren.

Den aufsteigenden Ast einer Föhnwelle nutzen Segelflieger. Über Flüge im Weserbergland wird berichtet: „Über die Ausprägung von internen Schwerewellen in einer Hügellandschaft oder Berglandschaft, wie sie das Weserbergland darstellt, wurden nach 1945 nur von sehr wenigen Autoren Untersuchungen veröffentlicht. Der Grund hierfür scheint zu sein, dass die voraussichtlich kleinen Amplituden und Vertikalgeschwindigkeiten dieser Leewellen keinen wesentlichen Einfluss auf das Bodenströmungsfeld besitzen sollten und die starke Gliederung dieser Landschaft ausgeprägte interne Schwerewellen sehr rasch zum Erliegen

brächten. Die wenigen Untersuchungen und die Flugbeobachtungen zeigen aber, dass gerade die Wechselwirkung zwischen Luftmasse und Orographie in Mittelgebirgen Leewellensysteme entstehen lassen, die aus Bodennähe bis in Höhen von über 8.000 m bei Erhebungen von weniger als 350 m herauf reichen“ (Müller, S.166). Zum Steigen des Segelflugges sind Aufwinde mit mehr als 1m/s notwendig, um solche Höhen (in begrenzter Zeit) zu erreichen, sind deutlich mehr als 1m/s Aufwind erforderlich. „Auch an anderen Stellen ... wurden von Segelfliegern interessante Beobachtungen gemacht, so z. B am Teutoburger Wald und Eggegebirge“ (Müller, S.167).

Bei Oerlinghausen ist im Rahmen eines Forschungsvorhabens über Thermikzellen – diese zerstören eine Föhnströmung – eine Leewelle westlich des Teutoburger Waldes vermessen worden. Die den Föhn auslösende Gebirgsüberströmung muss annähernd senkrecht das Gebirge überströmen. Das trifft im hiesigen Raum sowohl bei Winden aus Ost und Südost zu.

Bei autochthonen Wetterlagen kann man als Modell des Regionalen Windsystems wohl nur ein „einfaches Berg-Talwind-System“ als Erklärung heranziehen. Bei stärkeren Geostrophischen Winden und entsprechender großräumiger Überströmung des Eggegebirges kann als Erklärung des regionalen Windsystems herangezogen werden sowohl eine Föhnströmung als auch ein Berg- Talwindssystem, dieses als zusätzliche Komponente zu dem großräumigen Windsystem. Es kann hier nicht bestimmt werden, welche der beiden Modelle zutreffen und gegebenenfalls in welcher Kombination Föhnströmung und Berg-Talwind-System als Komponente zusätzlich zur großräumigen Strömung jeweils zutreffen. In beiden Fällen treten tageszeitlich beeinflusst Winddrehungen und auf den Hangflächen deutlich höhere Windgeschwindigkeiten auf. Charakteristisch für Flachlandstandorte ist die große Zahl von Schwachwindstunden im Jahresverlauf. Diese können aus dem Windatlas für das „Pesag-Versorgungsgebiet“ abgelesen werden. Auf den weiter westlich und tiefer als die Wetterstation Bad Lippspringe gelegenen Paderborner Flachlandstandorten - darunter die Weststadt - dürfte diese Zahl der Schwachwindstunden noch höher liegen als an der Wetterstation Bad Lippspringe. Da sich die Windbewegung zu diesen Zeitpunkten verstärkt an das Gelände anpasst, ergeben sich deutliche Unterschiede der Windrosen für Schwachwindstunden zwischen der Weststadt, der Wetterstation Bad Lippspringe und dem beantragten Kraftwerksstandort. Hier treten Schwachwinde vor allem bei Winden aus dem Sektor Nord (durch Stau vor der Hochfläche und der Egge im ihrem SW-NO Verlauf) auf.

In der Kölner Bucht ist die Situation zwischen Hangflächen und Tiefland auch dreidimensional untersucht worden. Die topographische Situation weist in Folge der Gebirge zu beiden Seiten der Rheinachse auch wesentlich andere Merkmale auf. Gleich wie im Westfälischen Gebirgsrand sind tageszeitliche Windwechsel üblich. „Dieser tageszeitliche Windwechsel kann das Modell des Berg-Talwindes erklären. In den Nachtstunden folgen abfließende Kaltluftmassen dem natürlichen Gefälle der Rheintalung und treten als Bergwinde aus dem süd-

lichen Richtungsquadranten in Erscheinung" (Klaus u.a., S. 262f). „Es ist deshalb von ganz besonderem Interesse, dass in den Nachtstunden bei Hochdruckanlagen mit zunehmender Stabilität die Höhengeschwindigkeiten im Funkturniveau so stark ansteigen können, dass ... zwischen Höhen- und Bodenniveau eine turbulente Durchmischung der Luftmassen erfolgen kann, die nicht ohne Folgen für die Schadstoffbelastung im Bodenniveau bleibt" (Klaus u.a., S. 268). Man muss annehmen, dass solche turbulenten Durchmischungen bei nächtlicher Überströmung des Stadtgebietes bei SO-Wind im Stadtgebiet von Paderborn stattfinden.

Dr. Anno von Reth

Literatur:

Helmut Bangert: Klimaanalyse Stadt Paderborn 1990

H. Fortak: Messtechnische Untersuchung der planetarischen Grenzschicht mit Hilfe eines instrumentierten Motorseglers. Berichte des Deutschen Wetterdienstes; Nr. 149; Offenbach am Main 1980.

Olaf Kiese: Luftaustauschprozesse im Ruhrgebiet. Ein Beitrag zur Klimatologie einer Region
Dieter Klaus, Markus Fett, Andreas Poth, Martin Rechmann, Max Voss: Beziehungen zwischen synoptischer und lokaler Windzirkulation und der Schadstoffbelastung in der südlichen Niederrheinischen Tieflandsbucht

R.T. Mc Nider, R. A. Pielke: Diurnal Boundary-Layer Development over Sloping Terrain. Journal of the Atmospheric Science

Detlef Müller: Leewellenströmung im Weserbergland: Einige Beispiele Meteorolog. Rundschau 36 (1983), S. 166 - 168

Anno von Reth: Die Paderborner Hochfläche: Gunstraum für den Windertrag durch Föhnströmung, Wind Kraft Journal 1997, S. 30 - 36

Anno von Reth: Der Einfluss der Bergzirkulation auf den Ertrag der WKAs im Paderborner Raum oder warum WASP im Mittelgebirge versagt. DEWEK '98, S. 84

Petra Seibert: Der Föhn in den Alpen. Geographische Rundschau 1993, S. 166 - 123

Jürgen Voss, Egon Ortjohann: Windatlas für das „Pesag-Versorgungsgebiet“, Uni-Gesamthochschule Paderborn 1994

Anlagen:

Anlagen 1- 4

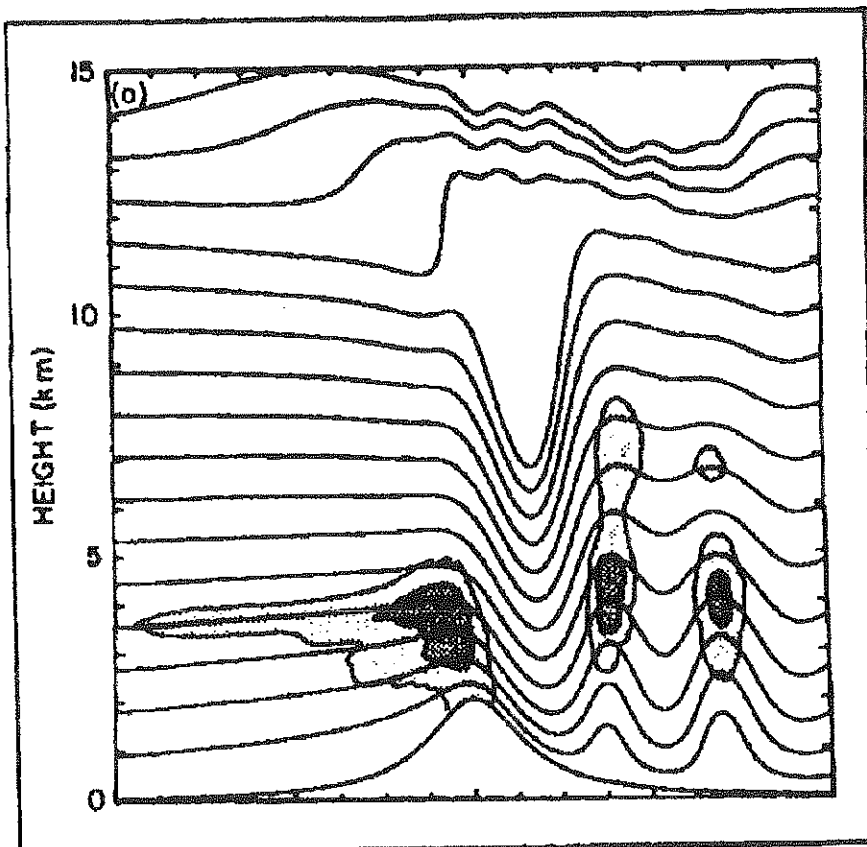


Abb. 3: Numerische Simulation der Überströmung eines idealisierten Gebirgszuges mit den atmosphärischen Parametern des Chinookfalles vom 11.1.1972

Dargestellt sind Stromlinien und Wolken (heller Raster: unter 2 g, dunkler Raster: über 2 g Wolkenwasser pro kg Luft). Die Breite des Ausschnitts beträgt 128 km

Quelle: Durran und Klemp 1983 (reproduziert aus dem Journal of Applied Meteorology mit Genehmigung der American Meteorological Society)

Zitiert bei P. Seibert

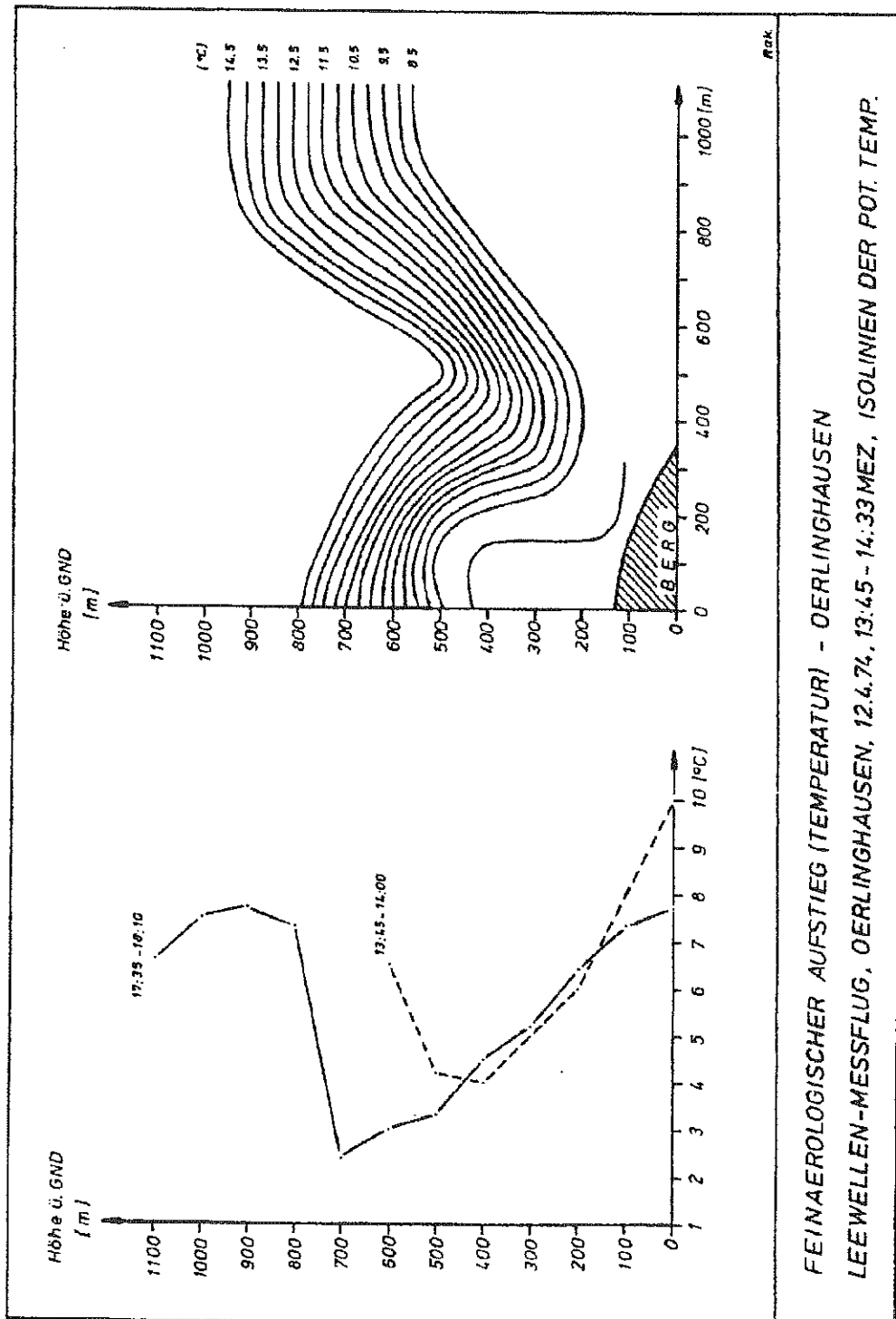


Abb.57 Deformation der Flächen gleicher potentieller Temperatur in einer Leewelle im Lee des Teutoburger Waldes.

Anlage 4

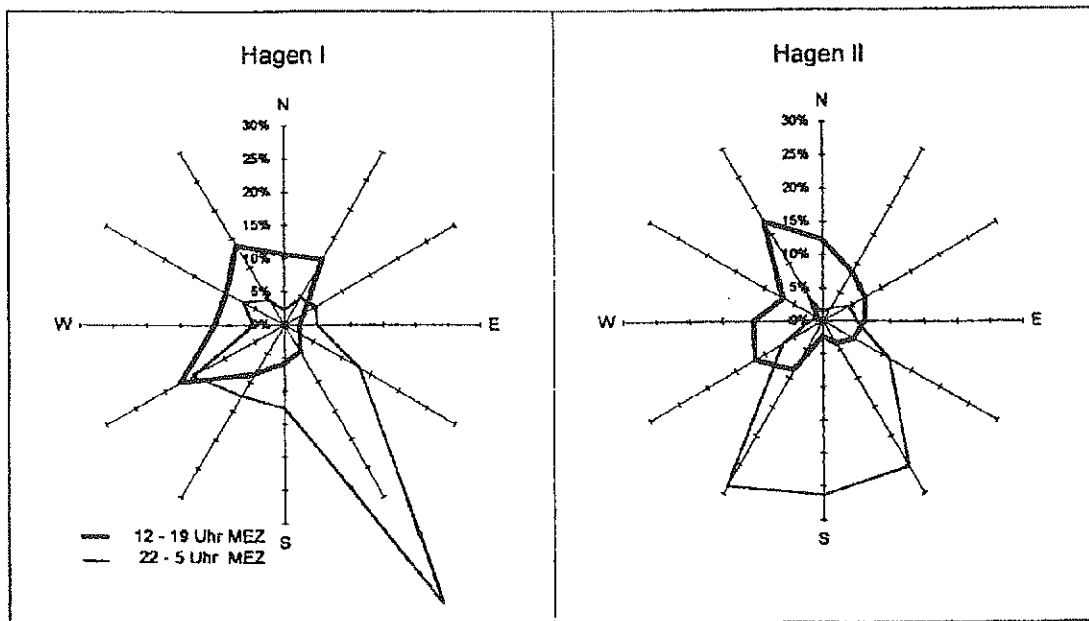


Abb. 9: Windrichtungsverteilung an den Stationen Hagen I und Hagen II (Mittel aus 80 Nächten bzw. 111 Tagen bei relativ autochthonen Wetterlagen des Zeitraumes Juni-August 1994 und Mai-Juli 1995).

Tab. 2: Vergleich der Windrichtungshäufigkeit (%) in Abhängigkeit von der Tageszeit an zwei Kuppenstationen südlich von Hagen. Dargestellt sind die mittleren Verhältnisse von 80 ausgesuchten Nächten mit den vorhergehenden bzw. anschließenden 111 Tagen des Zeitraums Juni - August 1994 und Mai - Juli 1995.

| | Nord (West-südwest bis Nordnordost) | | | Süd (Süd-südost bis Süd-südwest) | | |
|------------------------|-------------------------------------|----------|-----------|----------------------------------|----------|-----------|
| | 12-19 Uhr | 22-5 Uhr | Differenz | 12-19 Uhr | 22-5 Uhr | Differenz |
| Hagen I (400 m NN) | 72,8 | 37,4 | 35,4 | 18,9 | 74,1 | 55,2 |
| Hagen II (260 m NN) | 66,9 | 17,4 | 49,5 | 14,7 | 80,4 | 65,7 |