

# Windpotenzialstudie

## Stadt Hilden

### Restriktionsanalyse & Windfeldmodellierung

Auftraggeber: Stadt Hilden  
Planungs- und Vermessungsamt  
Am Rathaus 1  
40721 Hilden

Auftragnehmer: *plan*-GIS GmbH  
Sedanstraße 29  
30161 Hannover

GEO-NET Umweltconsulting GmbH  
Große Pfahlstraße 5a  
30161 Hannover

Hannover, April 2013

---

Auftrag: Windpotenzialstudie Stadt Hilden - Restriktionsanalyse & Windfeldmodellierung

Auftraggeber: Stadt Hilden, Planungs- und Vermessungsamt  
Am Rathaus 1, 40721 Hilden

Projektnummer: 4\_12\_045

Revision: 01

Datum: 03.04.2013

Bearbeitung:



---

Dipl.-Umweltwiss. Nele Leiner

Geprüft von:



---

Dipl.-Geogr. Peter Trute

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Projektanlass und Aufgabenstellung .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Allgemeines .....</b>	<b>4</b>
2.1	Abkürzungen .....	4
2.2	Begriffsdarstellung.....	5
<b>3</b>	<b>Suchraumverfahren .....</b>	<b>5</b>
3.1	Methodik und Datengrundlagen .....	5
3.2	Durchführung.....	7
3.2.1	Naturschutzfachliche Restriktionen .....	7
3.2.2	Regionalplanerische Restriktionen .....	8
3.2.3	Weitere Kriterien und Restriktionen .....	10
3.2.4	Windpotenzial .....	12
3.2.4.1	Methodik .....	12
3.2.4.2	Modellierung und Winddaten .....	13
3.2.4.3	Implementierung in das Suchraumverfahren .....	15
3.3	Ergebnis .....	15
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>Literatur.....</b>	<b>17</b>
	<b>Anhang .....</b>	<b>18</b>

## 1 Projektanlass und Aufgabenstellung

Das Planungs- und Vermessungsamt der Stadt Hilden hat im Juli 2012 die Bietergemeinschaft GEO-NET Umweltconsulting GmbH / plan-GIS GmbH beauftragt, geeignete Standorte für Windenergieanlagen (WEA) im Stadtgebiet Hilden zu untersuchen.

Phase 1 des Auftrages beinhaltet die Restriktionsanalyse, dargestellt im vorliegenden Bericht. Hier wurden unter der Berücksichtigung verschiedener Ausschlusskriterien Eignungsareale für Windenergienutzung identifiziert, welche anschließend unter der Berücksichtigung weiterer Kriterien klassifiziert wurden. Die zweite Phase erstreckt sich auf die Modellierung des Windfeldes im Untersuchungsgebiet (UG) bei einer Rasterzellenauflösung von 100 m x 100 m. Die Ergebnisse dieser Modellierung wurden in die Restriktionsanalyse eingearbeitet, so dass bspw. eine Mindestwindgeschwindigkeit innerhalb der Fläche festgelegt werden kann.



Abbildung 1: Untersuchungsgebiet der Windpotenzialstudie (Quelle: Google Earth)

Abbildung 1 gibt einen Überblick über das gesamte Untersuchungsgebiet. Die Stadt Hilden erstreckt sich auf einer Fläche von ca. 26 km<sup>2</sup>. Die Stadt ist dicht besiedelt und verfügt nur im Nordosten und Südwesten über einige wenige Freiflächen. Im Nordosten befindet sich zudem der Stadtwald. Das Stadtgebiet ist darüber hinaus nahezu umschlossen durch die BAB 3, 46 und 59. Die Höhen im UG bewegen sich zwischen 70-90 m ü.G. im Norden und 40-50 m ü.G. im Süden, der höchste Punkt ist der Jaberg mit 106 m ü.G.

## 2 Allgemeines

### 2.1 Abkürzungen

Darstellung der im Bericht verwendeten Abkürzungen:

ATKIS	Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem
CLC	CORINE Land Cover
CORINE	Coordination of Information on the Environment
FFH	Fauna-Flora-Habitat
FITNAH	Flow over Irregular Terrain with Natural and Anthropogenic Heat Sources
GEP	Gebietsentwicklungsplan
GIS	Geographische Informationssysteme
HQSG	Heilquellenschutzgebiet
LSG	Landschaftsschutzgebiet
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NCAR	National Center for Atmospheric Research
NCEP	National Center for Environmental Prediction
NOAA	National Oceanic and Atmosph. Administration
NSG	Naturschutzgebiet
ROG	Raumordnungsgesetz
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
UG	Untersuchungsgebiet
USGS	United States Geological Survey
ü. G.	über Grund
WEA	Windenergieanlage
WSG	Wasserschutzgebiet

## 2.2 Begriffsdarstellung

**Nabenhöhe:** Höhe der Rotormitte über Geländeoberfläche. Bei einer WEA mit vertikaler Achse ist die Nabenhöhe die Höhe der Äquatorebene (EN 61400-12, in der jeweils aktuellen Fassung).

**Reanalysedaten:** Im vorliegenden Fall amtliche NOAA/NCEP-Daten, welche weltweit in einem festen, relativ engmaschigen Gitternetz (Maschenweite 2,5 Grad) vorliegen. Es sind auf Basis vieler verfügbarer amtlicher, weltweiter Datenquellen wie Windmessungen und Wettermodelle erstellte Daten und dementsprechend umfassend geprüft (reanalysiert).

**Regionalplanung:** dient unterhalb der staatlichen Raumordnung der Konkretisierung, der fachlichen Integration und Umsetzung landesplanerischer Ziele. Sie nimmt damit eine vermittelnde Stellung zwischen staatlicher und kommunaler Planung ein. Indem die Regionalplanung Grundsätze und Ziele für Raumordnung und Landesplanung aufstellt, erzeugt sie Planungssicherheit für Gemeinden und Fachplanungsträger. Als gesetzliche Grundlage dient das Raumordnungsgesetz (ROG). In Nordrhein-Westfalen bezeichnet man die Regionalplanung als **Gebietsentwicklungsplanung**.

**Vergleichs-WEA:** Windenergieanlage am bzw. im unmittelbaren Umfeld zum betrachteten WEA-Standort.

**Vorranggebiete:** sind nach dem ROG für bestimmte raumbedeutsame Funktionen oder Nutzungen vorgesehen und schließen andere raumbedeutsame Nutzungen in diesem Gebiet aus, soweit diese mit den vorrangigen Funktionen oder Nutzungen nicht vereinbar sind.

**Windpotenzial:** Windverhältnisse an einem Ort, die bezogen auf eine Höhe ü.G. durch mittlere jährliche Windfeldparameter (Windgeschwindigkeit, Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit/ Windrichtung) angegeben werden.

## 3 Suchraumverfahren

### 3.1 Methodik und Datengrundlagen

Die Ansiedlung von Windparks ist allgemein auf der Ebene der Regionalplanung durch raumordnerische Vorgaben geregelt. Im regionalplanerisch zuständigen Gebietsentwicklungsplan des Regierungsbezirkes Düsseldorf gibt es textlichen Angaben zur Verträglichkeit der Windenergie, eine Ausweisung von Vorranggebieten findet jedoch nicht statt, hier wird auf die einzelnen Kommunen verwiesen.

Generell können im Außenbereich einer Stadt oder Gemeinde WEA vorrangig aufgestellt werden. Die Kommunen haben jedoch zudem die Möglichkeit, die Errichtung von WEA planungsrechtlich zu steuern, indem sie dafür im Flächennutzungsplan Konzentrationszonen ausweisen. Dort hat die Errichtung von WEA grundsätzlich Vorrang vor anderen Nutzungen – im restlichen Stadt- oder Gemeindegebiet sind WEA aber dafür in der Regel nicht zulässig. Im UG befinden sich zurzeit keine Konzentrationsflächen für Windenergie.

Im Rahmen dieser Studie sollen möglichst konfliktarme Flächen ermittelt werden, die potenziell für Windenergieanlagen in Frage kommen und somit möglicherweise eine Ergänzung für die Windenergiegewinnung darstellen könnten.

Grundlage der Flächenermittlung ist die Identifizierung von eindeutigen Restriktionsflächen, um daraus potenziell noch verbleibende Eignungsflächen für Windenergie zu ermitteln. Dabei werden zunächst naturschutzfachlich bekannte Restriktionen berücksichtigt, die sich beispielsweise durch Ausschluss von Vogelschutzgebieten o. a. Schutzgebiete ergeben. Daran anknüpfend werden die planungsrechtlichen Angaben eingearbeitet, durch die sich weitere Restriktionen ergeben, wie Siedlungs- und Verkehrsflächen oder Flugsicherheit. Anschließend werden die verbleibenden Flächen mit den Ergebnissen der Windfelduntersuchung abgeglichen und ihre Eignung im Hinblick auf die vorherrschende mittlere Windgeschwindigkeit untersucht. Als Ergebnis werden so konkrete Flächen ausgearbeitet, die frei von ausschließenden Restriktionen sind und möglichst günstige Windverhältnisse aufweisen.

Folgende Tabelle 1 gibt einen Überblick über die zur Verfügung stehenden Datengrundlagen, auf denen sich das Suchraumverfahren in den ersten Schritten stützt.

**Tabelle 1: Übersicht Datengrundlagen**

Potenzielle Restriktionen	Datengrundlage
<b>Naturschutz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>National- und Naturparks, Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, FFH-Gebiete, Vogelschutzgebiete, geschützte Biotop vom Umweltamt NRW</li> </ul>
<b>Planungsrecht</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gebietsentwicklungsplan Regierungsbezirk Düsseldorf (Mai 2000, Aktualisierung November 2011)</li> </ul>

Alle angegebenen Daten wurden mit Hilfe eines Geographischen Informationssystems (GIS) zusammengeführt. Sofern die geographischen Informationen nicht als digitale Shape-Dateien vorlagen, wurden sie durch Digitalisierung aus Karten gewonnen.

## 3.2 Durchführung

### 3.2.1 Naturschutzfachliche Restriktionen

In einem ersten Schritt wurden von naturschutzfachlicher Seite her auszuschließende Flächen bei der Identifizierung von potenziellen Eignungsflächen berücksichtigt (s. Abb. 2). Dabei wurden alle relevanten Bereiche mit einbezogen, die vom Umweltamt Nordrhein-Westfalen veröffentlicht sind (Stand Dezember 2011). Hierunter fallen National- und Naturparks, Naturschutzgebiete (NSG), Landschaftsschutzgebiete (LSG), Flora-Fauna-Habitat-Gebiete (FFH), Vogelschutzgebiete sowie geschützte Biotope. Die Daten zu Natur- und Nationalparks lagen nicht in digitaler Form vor, es konnte jedoch ein Abgleich mit einem online verfügbaren Kartendienst erfolgen<sup>1</sup>.

Pufferzonen zwischen naturschutzrechtlich bedeutsamen Schutzgebieten und potenziellen Eignungsflächen wurden in der vorliegenden Studie zunächst nicht berücksichtigt, da im Gebietsentwicklungsplan keine Angaben hierzu vorliegen. Es kann jedoch auf die Angaben des aktuellen Windenergie-Erlasses (MKULNV-NRW 2011) zurückgegriffen werden, nach dem Einzelfallprüfungen vorzunehmen sind.

Im Zuge der Bearbeitung zeigte sich, dass bei einer Berücksichtigung der oft großflächigen Landschaftsschutzgebiete (LSG) als Ausschlussgebiete, die Auswahl an verbleibenden „Weißflächen“ mit ausreichender Windhöffigkeit zu stark minimiert würde. Bei der weiteren Flächenidentifizierung blieben diese Gebiete deshalb unberücksichtigt.

Die aktuelle Planungspraxis sieht so aus, dass im Einzelfall in Abhängigkeit von dem in der Landschaftsschutzverordnung festgesetzten Schutzzweck des Gebiets ein Standort in einem Landschaftsschutzgebiet genehmigt werden kann. Voraussetzung hierfür ist, dass er aufgrund seiner Windhöffigkeit für die Windenergienutzung besonders geeignet ist und dieser Nutzung keine anderen Ausschlusskriterien entgegenstehen. Dies entspricht beispielsweise auch den Vorgaben des Windenergie-Erlasses, der dazu ausführt: *„Eine Ausweisung von Flächen für die Windenergienutzung oder die Errichtung von Einzelanlagen in Landschaftsschutzgebieten kommt insbesondere in Teilbereichen großräumiger Landschaftsschutzgebiete mit einer im Einzelfall weniger hochwertigen Funktion für den Naturschutz und die Landschaftspflege sowie die landschaftsorientierte Erholung in Betracht, soweit die Vereinbarkeit mit der Schutzfunktion des Landschaftsschutzgebietes insgesamt gegeben ist“* (MKULNV-NRW 2011).

---

<sup>1</sup> URL des Dienstes: <http://www.wms.nrw.de/umwelt/infos>



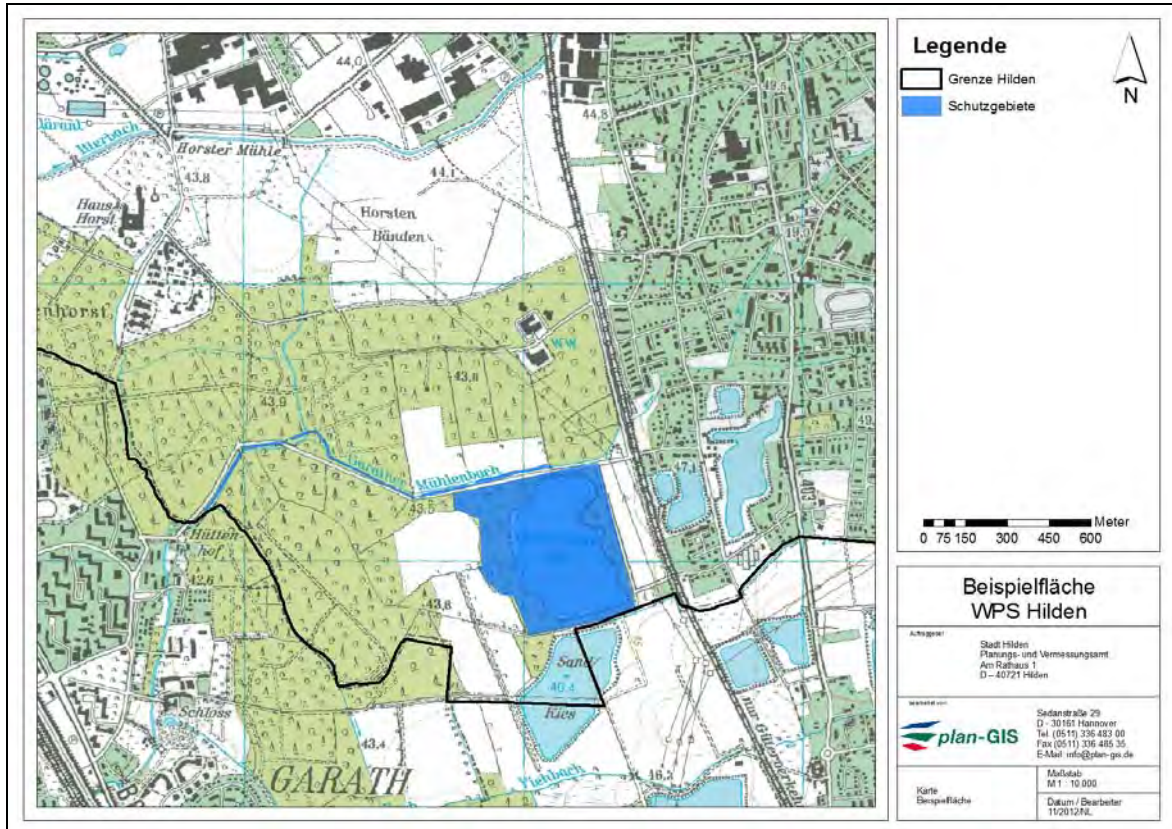
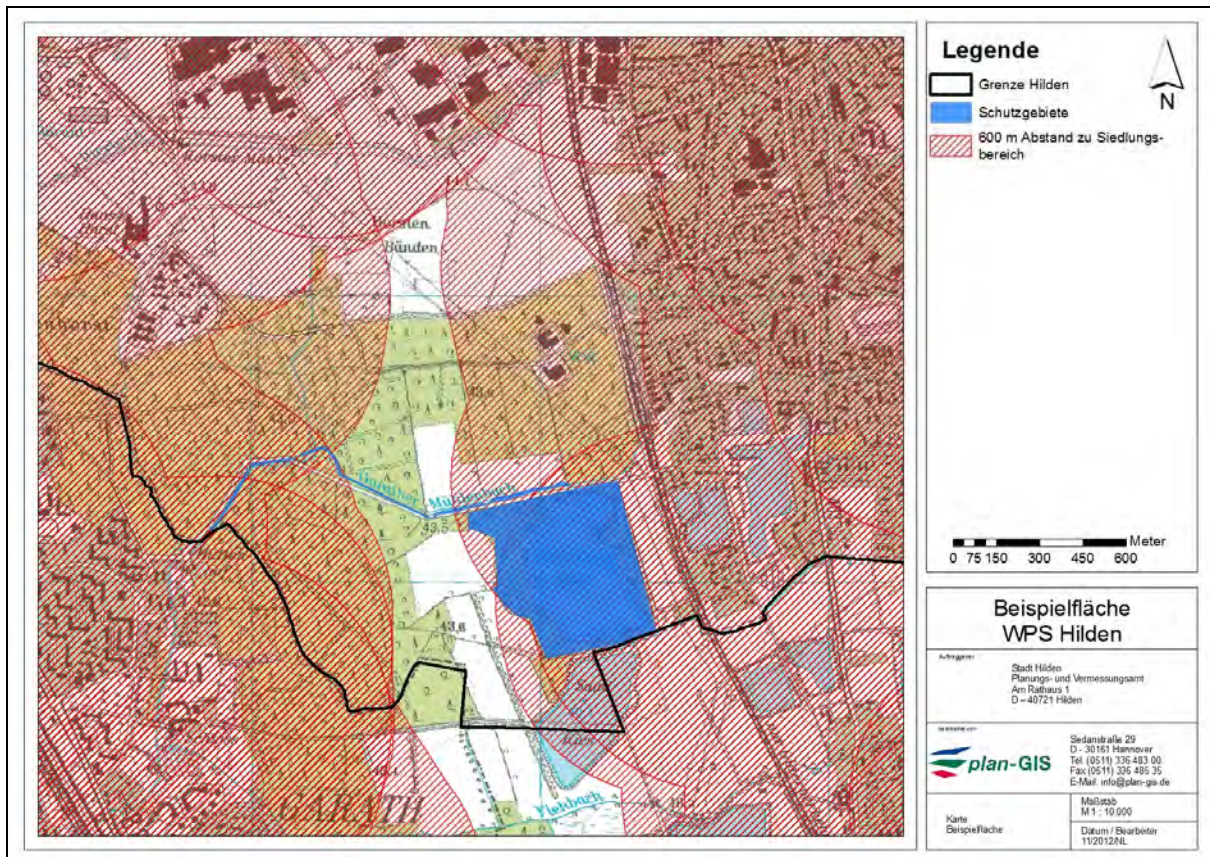


Abbildung 2: Beispielgebiet mit Schutzgebieten

### 3.2.2 Regionalplanerische Restriktionen

Im zweiten Schritt wurden die Flächen, die noch nicht durch naturschutzfachliche Restriktionen ausgeschlossen wurden, auf ihre regionalplanerischen Aspekte im Hinblick auf die Windenergienutzung überprüft (vgl. Abb. 3 & 4). Dieses sind nutzungsbedingt die Siedlungsflächen (Wohnbebauung). Für diese Flächen sind Abstandsflächen einzuhalten (z.B. aus schall- und immissionsschutzrechtlichen Gründen), welche hier mit einem Abstand von 600 m gepuffert wurden. Für Gewerbe- und Industriegebiete wurden keine Abstandsflächen berücksichtigt.

Die Nutzungsstrukturen wurden aus vorliegenden ATKIS-Daten des Landesvermessungsamtes Gobasis NRW entnommen. Dafür wurde auf den Objektbereich „Siedlung“ zurückgegriffen.



**Abbildung 3: Beispielgebiet mit Schutzgebieten und Abstandspuffern zu Siedlungsbereichen**

Als weitere Restriktionsflächen flossen die Kriterien und Daten aus den Plänen der Regionalplanung ein (vgl. Tab. 1 in Abschnitt 3.1). Auch diese wurden durch Digitalisierung aus dem Regionalplan-Kartenwerk gewonnen. Es ist zu beachten, dass theoretisch Abweichungen zwischen der digitalen und der gedruckten zeichnerischen Darstellung des Regionalplanes möglich sind, da die Regionalpläne bei den Planungsbehörden rechtswirksam nicht in digitaler Form vorliegen.

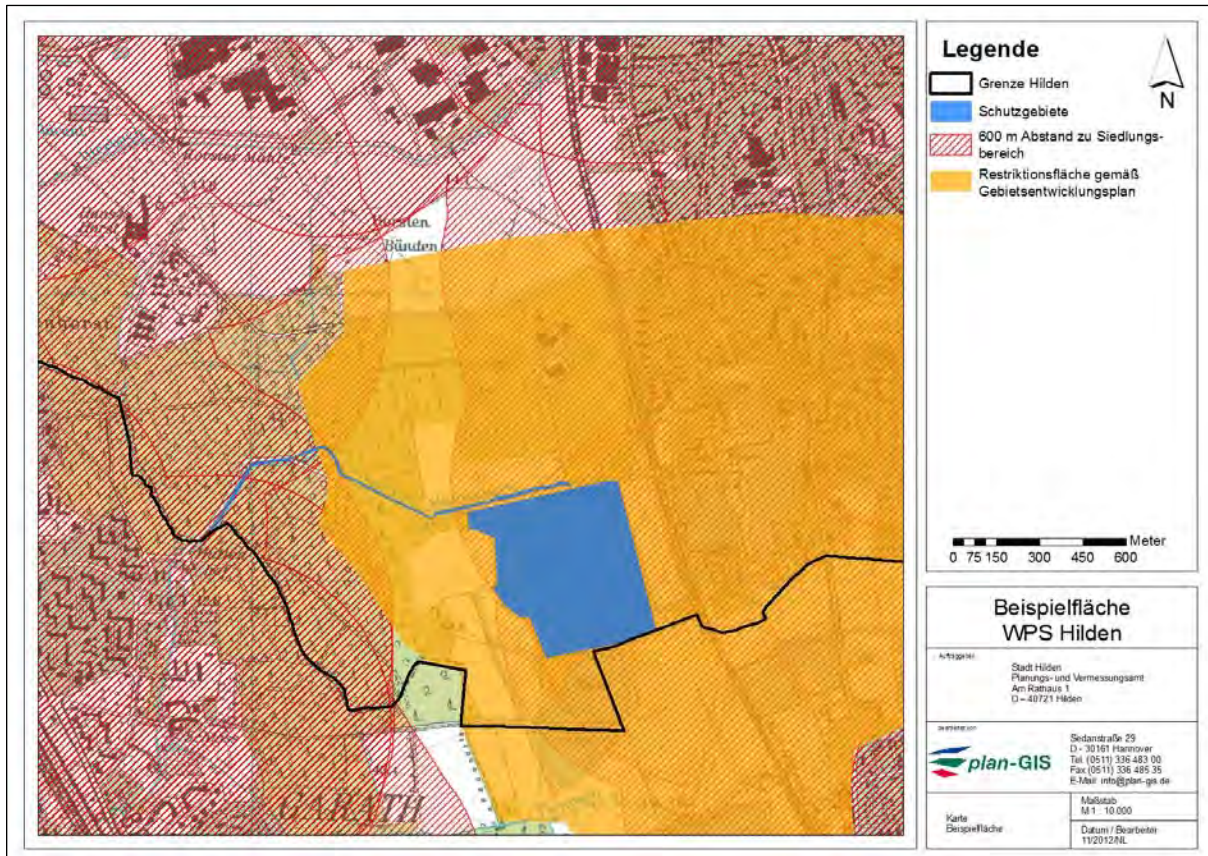
Folgende Daten wurden nun aus dem Regionalplan als Restriktionsflächen berücksichtigt:

**Tabelle 2: Übersicht Ausschlusskriterien aus den Regionalplänen**

Regionalplan	Ausschlusskriterien/ bereiche
<ul style="list-style-type: none"> <li>Regierungsbezirk Düsseldorf, Blatt Neuss (1999, Aktualisierung 2009)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grundwasser- und Gewässerschutz</li> <li>Schutz der Natur</li> <li>Allgemeine Siedlungsbereiche (ASB) für zweckgebundene Nutzung</li> </ul>

Um die Flächenauswahl nicht zu sehr von vorneherein zu begrenzen, wurden einhergehend mit dem GEP „weiche“ regionalplanerische Kriterien wie „Regionale Grünzüge“ oder „Bereiche für

den Schutz der Landschaft und landschaftsorientierten Erholung“ bei der Identifizierung der Eignungsflächen nicht berücksichtigt. In die einzelnen Flächenbeschreibungen wurden Hinweise auf diese Gebiete mit aufgenommen. Ob die Genehmigungsbehörden auf eine Ausschlusswirkung bestehen, ist im Einzelfall zu prüfen.

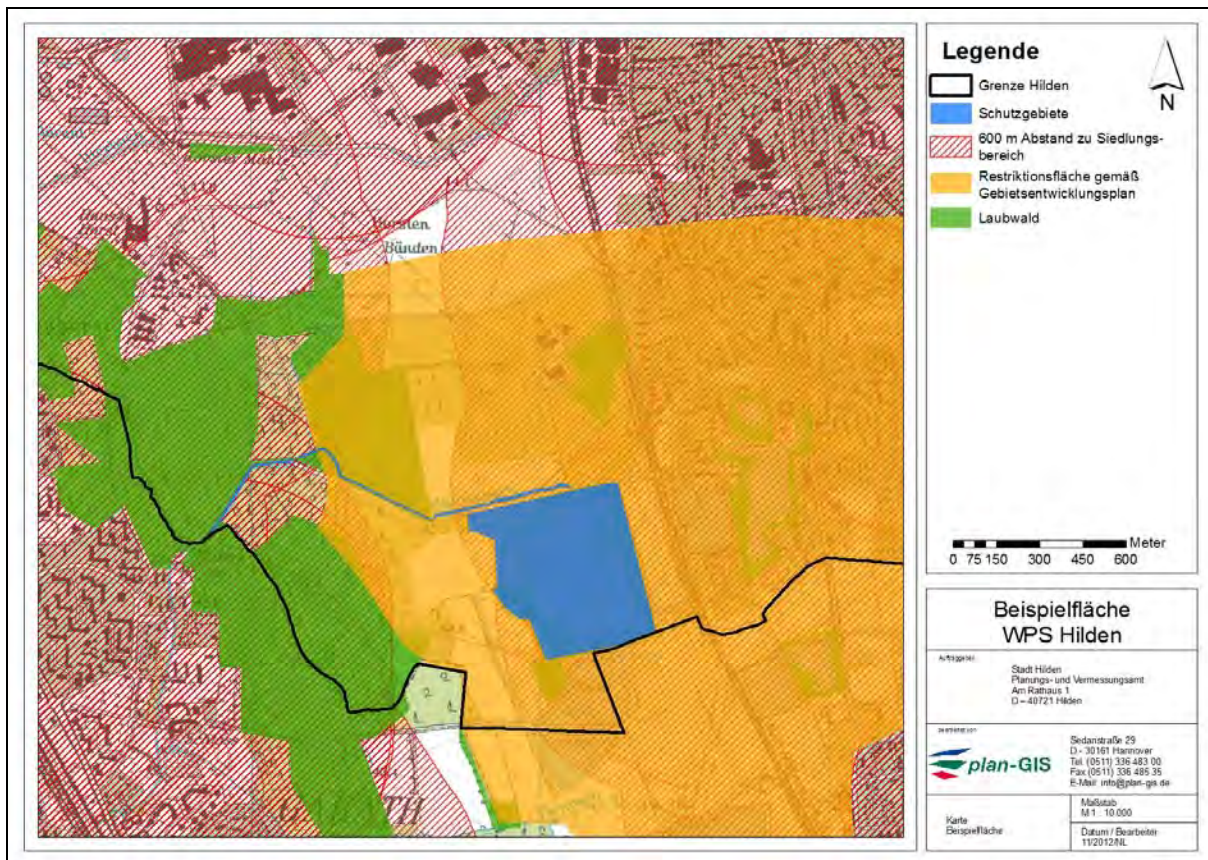


**Abbildung 4: Beispielgebiet mit Schutzgebieten, Abstandspuffern zu Siedlungsbereichen und regionalplanerischen Restriktionsflächen**

### 3.2.3 Weitere Kriterien und Restriktionen

Über die Nutzungsklasse „Waldflächen“ konnte eine Differenzierung in Laub-, Misch- und Nadelwald erfolgen. Dies ist in sofern von Relevanz, da Waldgebiete, die bisher in NRW als Tabufläche angesehen wurden, im Windenergie-Erlass für die Nutzung teilweise freigegeben wurden. Dort heißt es: „Die Ausweisung von Gebieten für die Windenergienutzung in Waldbereichen kommt nach Maßgabe des Zieles B.III.3.2 des LEP NRW in Betracht. Bei Einhaltung der dort genannten Bedingungen eignen sich für eine Ausweisung von Gebieten für die Windenergienutzung beispielsweise Kahlfächen im Wald aufgrund von Schadensereignissen; eine Ausweisung kommt nicht in Betracht, wenn es sich um besonders wertvolle Waldgebiete (insbesondere standortgerechte Laubwälder, Prozessschutzflächen) handelt“ (MKULNV-NRW 2011). Im vorliegenden Suchraumverfahren wurden darum Laub- und Mischwälder als Restriktionen

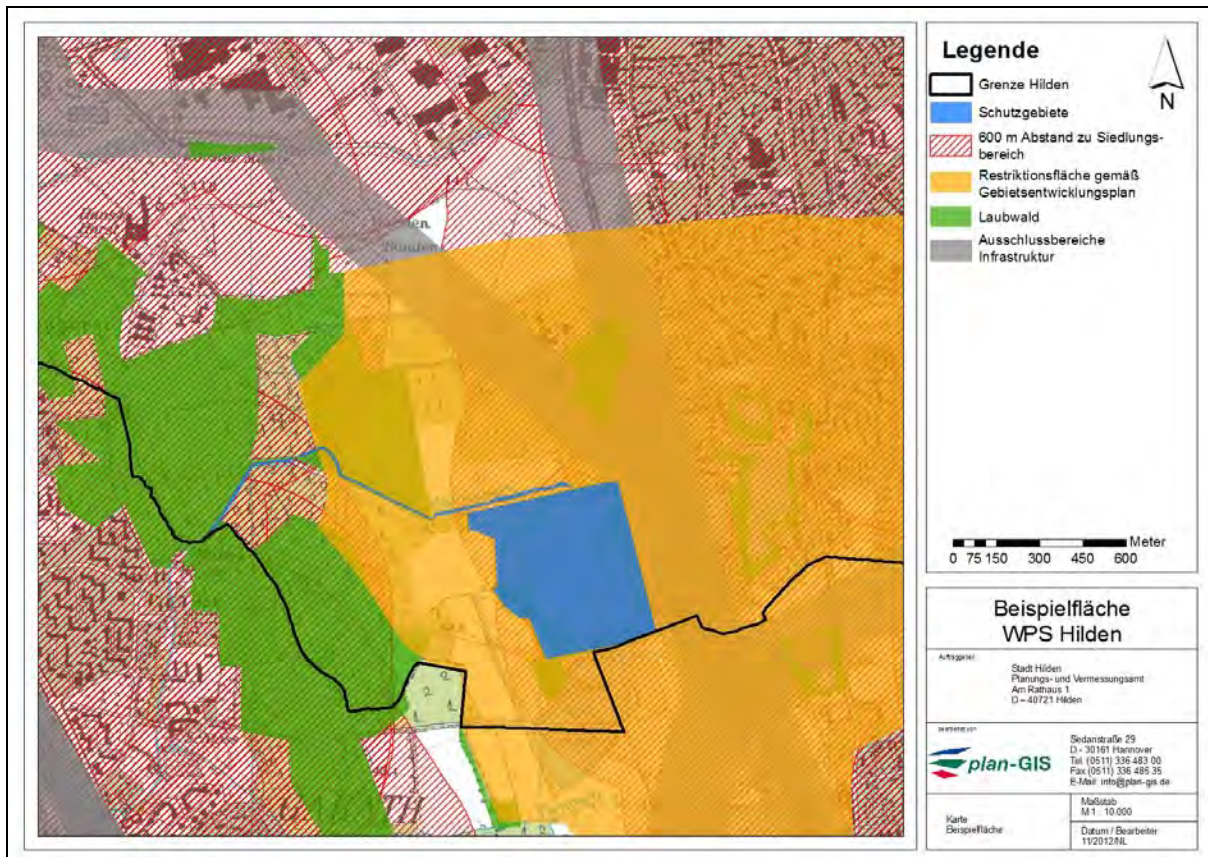
behandelt, Nadelwälder jedoch in Hinblick auf ihre potenzielle Nutzung für WEA untersucht. Die Flächen bedürfen jedoch ggf. einer Überprüfung.



**Abbildung 5: Beispielgebiet mit Schutzgebieten, Abstandspuffern zu Siedlungsbereichen, regionalplanerischen Restriktionsflächen und Laubwald**

Als weitere Kriterien zur Beurteilung möglicher Flächen wurden zudem Abstandspuffer zu Infrastruktureinrichtungen (z.B. Freileitungen, Bahnstrecken, Autobahnen) berücksichtigt. Diese wurden wie folgt angesetzt:

- Bundesautobahnen inklusive 40 m anbaufreie Zone,
- Elektrifizierte Bahnstrecken inklusive 100 m-Sicherheitsstreifen und
- Freileitungen inklusive 100 m-Sicherheitsstreifen.



**Abbildung 6: Beispielgebiet mit Schutzgebieten, Abstandspuffern zu Siedlungsbereichen, regionalplanerischen Restriktionsflächen, Laubwald und Ausschlussbereiche Infrastruktur**

### 3.2.4 Windpotenzial

Der nächste Schritt ist die Berücksichtigung der Windverhältnisse im UG. Dabei konnte auf die Ergebnisse der Windpotenzialstudie für das Land NRW (2012) zurückgegriffen werden, an der das Büro GEO-NET beteiligt war. Diese wurden regional über die Plausibilisierung anhand von Vergleichs-WEA aus dem Umfeld des Stadtgebietes geprüft und ggfs. angepasst.

#### 3.2.4.1 Methodik

Die Simulation der in dem Modellgebiet bestehenden Strömungsverhältnisse erfolgte rasterbasiert mit dem dreidimensionalen nichthydrostatischen Mesoskalenmodell FITNAH (GROSS, G. 1991). Das Grundgerüst des Modells besteht aus den Gleichungen für die Impulserhaltung (Navier-Stokes-Bewegungsgleichung), der Massenerhaltung (Kontinuitätsgleichung) und der Energieerhaltung (1. Hauptsatz der Thermodynamik). Da in diesem Gleichungssystem auch die Corioliskraft Berücksichtigung findet, wird auch die in der atmosphärischen Grenzschicht zu be-

obachtende Winddrehung mit der Höhe berechnet. Die Berechnung der meteorologischen Variablen erfolgt über einen numerisch-iterativen Ansatz für jeden Gitterpunkt des Rechengitters.

Den Gitterpunkten in den untersten Rechenflächen werden eine mittlere Höhe ü. G. und verschiedene Parameter der Landnutzung zugeordnet. Die Genauigkeit dieser Eingangsdaten orientiert sich dabei am Rechengitter. Gerade die Effekte größerer, meist geschlossener Hindernisse, wie z.B. Gebäudekomplexe oder Waldbestände, auf die Verteilung der meteorologischen Variablen müssen auf eine realistische Art und Weise in der Windfeldsimulation Berücksichtigung finden. Die Einführung des Parameters einer erhöhten Bodenrauigkeit liefert in der Regel keine zufriedenstellenden Ergebnisse. Erst bei der Berücksichtigung von z.B. Baumhöhe und Bestandsdichte sowie von Gebäudehöhe und Bebauungsdichte gelingt es dem dreidimensionalen nichthydrostatischen Mesoskalenmodell FITNAH, die typischen starken Verzögerungen der mittleren Strömung sowie die deutliche Verstärkung der Böigkeit im Einflussbereich von Wäldern und Siedlungen zu berechnen.

Nach Abschluss der Modellrechnung liegen theoretisch als Ergebnis standort- und nabhöhenspezifische Windstatistiken für jeden beliebigen Rasterpunkt im 3D-Rechengitter vor. Da das Verfahren zur Auswertung dieser Statistiken sehr umfangreich ist, wird nur für benötigte Standorte und Nabhöhen im Modellgebiet eine Windstatistik ausgelesen. Die standort- und nabhöhenspezifischen Windstatistiken beinhalten alle wichtigen Simulationsergebnisse, die für eine Ertragsberechnung benötigt werden, wie z.B. Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit, Windrichtungsverteilung, Windstärkeverteilung und Luftdichte. Die simulierte Luftdichte bezieht sich dabei auf die mittlere langjährige Lufttemperatur am betrachteten Standort berechnet für die spezifische Nabenhöhe über Normalnull.

Für das gesamte Rechengitter wird für jeden Rastermittelpunkt und für jede beliebige Höhe ü.G. ein Mittelwert der simulierten Windgeschwindigkeit, Böigkeit und Umgebungsturbulenz ausgewertet. Auf Grundlage dieser Auswertung kann ein flächendeckendes Wind-, Turbulenz- oder Böigkeitsfeld für das Modellgebiet erzeugt und dargestellt werden.

#### **3.2.4.2 Modellierung, Winddaten und Plausibilisierung**

Die Landnutzungs- und Reliefstrukturen in den Rechengittern stammen aus ATKIS-Daten bzw. amtlichen digitalen Höhenmodellen von Landesvermessungsämtern und/oder aus amtlichen Topographischen Kartenwerken im Maßstab 1:25.000 in Verbindung mit Informationen zur Landnutzungs- und Reliefstruktur aus den digitalen Karten Europas des europäischen CORINE-Datensatzes CLC100 (EEA 2003) und aus dem SRTM-Höhenmodell der NASA Space Shuttle-Mission 2000 (USGS 2004). Hierbei ist jedoch eine den einzelnen Rechengittern entsprechende

Prüfung dieser Daten auf Grundlage von Topographischen Kartenwerken unerlässlich. Die Landnutzungsstrukturen werden dabei standardmäßig in die folgenden Landnutzungsklassen untergliedert:

- Waldflächen,
- Gehölz- und Obstbauflächen,
- Allgemeine Siedlungsflächen,
- Industrie- und Gewerbeflächen,
- Städtisch geprägte Siedlungsflächen,
- Wasserflächen und
- Freiflächen.

Die verschiedenen Nutzungstypen werden auf Basis von langjährigen Erfahrungswerten und der Geländekenntnis durch eine Hindernishöhe, einen Durchlässigkeitsbeiwert, eine Rauigkeitslänge und eine anthropogene Wärmefreisetzung gekennzeichnet.

Diese im Geographischen Informationssystem zusammengeführten vektorbasierten, attribuierten Informationen zur Landnutzung und zum Relief müssen für die Modellrechnung mit dem mesoskaligen Simulationsmodell FITNAH rasterbasiert aufbereitet werden. Für die Rasterung der Landnutzungs- und Reliefstrukturen in die entsprechende Maschenweite der festgelegten Rechengitter im Modellgebiet wird die GIS-Software ArcView<sup>®</sup> eingesetzt. Da durch eine Rasterung von Vektordaten Informationen verloren gehen können, werden die resultierenden Raster für die Modellierung nochmals geprüft.

Zur Festlegung der meteorologischen Situationen werden die analysierten Windverhältnisse und andere Luftmassencharakteristika wie Temperatur und Feuchte des Climate Diagnostics Center der National Oceanic and Atmospheric Administration (CDC / NOAA) im Höhenbereich 1500-2000 m (850 hPA - Niveau) herangezogen.

Als meteorologische Eingangsdaten für die Windfeldsimulation werden die mittleren Häufigkeitsverteilungen (Windgeschwindigkeit, Windrichtung) des Höhenwindes ermittelt. Die für einen Standort repräsentative Häufigkeitsverteilung wird entfernungsgewichtet aus den umliegenden Höhenwindpunkten bestimmt. Die Berechnung des zu erwartenden mittleren Windpotenzials erfolgt auf Basis einer aktuellen Zeitreihe zum Höhenwind (NOAA 2011: 1980-2010).

Zur Plausibilisierung bzw. Verifikation sowie für die Einordnung der Berechnungsergebnisse zum Windpotenzial auf Grundlage der 3D-Windfeldsimulationen mit FITNAH in einen Langzeitbezug, stehen langjährige Vergleichsdaten von WEA der Typen E-53 mit 73 m Nabenhöhe und

E-82 mit 78 m und 98m Nabenhöhe aus den Windparks Dormagen, Korschenbroich und Mönchengladbach zur Verfügung. Die vorliegenden monatlichen Energieerträge dieser Vergleichs-WEA an den Standorten wurden mit der angegebenen technischen Verfügbarkeit korrigiert. Der Langzeitbezug von Energieproduktionsdaten wird im Bereich Windanalytik von GEO-NET mit dem nach aktuellem Stand der Technik ermittelten regionalen IWET-Index Version 2011 der Ingenieur-Werkstatt Energietechnik vorgenommen (IWET 2012). Für den Langzeitbezug von Energieproduktionsdaten werden die zugrundeliegenden Daten einer genauen Qualitätsüberprüfung unterzogen, umfassend hinsichtlich ihrer Plausibilität geprüft und Korrelationsuntersuchungen unterworfen. Unplausible Daten werden nicht für den Langzeitbezug eingesetzt. Die durch den Windindex langzeitbezogenen, verfügbarkeitskorrigierten Energieerträge werden durch die auf Basis der FITNAH-Simulation berechneten Energieproduktionen an den VWEA-Standorten insgesamt gut reproduziert .

### 3.2.4.3 Implementierung in das Suchraumverfahren

Die berechneten Windfelder wurden nun als Raster-Datei dem GIS-Projekt zur weiteren Berücksichtigung im Suchraumverfahren hinzugefügt. Die untersuchten Windverhältnisse wurden dabei in drei Kategorien unterteilt:

Kategorie 1: Windgeschwindigkeit  $< 6,0$  m/s = mäßige Windverhältnisse

Kategorie 2: Windgeschwindigkeit  $\geq 6,0$  und  $\leq 6,5$  m/s = gute Windverhältnisse

Kategorie 3: Windgeschwindigkeit  $> 6,5$  m/s = sehr gute Windverhältnisse

Berücksichtigt wurden nur die Bereiche der ermittelten Eignungsflächen, in denen eine mittlere Windgeschwindigkeit von mindestens 6 m/s in einer Höhe von 135 m auftritt. Der Wert von 6 m/s wird hierbei als Schwellenwert gesehen, der im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit zum Betreiben einer Windkraftanlage mit derzeitigem technischen Stand der Anlagen anzusetzen ist.

Die Ergebniskarten für die Windverhältnisse in 100 m, 125 m, 135 m sowie 150 m ü.G. sind im Anhang zu finden.

## 3.3 Ergebnis

Die Anwendung der in den vorherigen Abschnitten dargestellten Restriktionen ergab, dass dadurch lediglich eine Fläche von knapp 1 ha frei blieb, die als zu klein für eine Ausweisung einer Konzentrationsfläche für die Nutzung von WEA ist. Hierfür sind normalerweise mind. 3 Anlagen bei etwa 15 ha notwendig.



Darum wurde in einem weiteren Schritt überprüft, welche Restriktionen ebenfalls als „weiches“ Kriterium herangezogen werden können, um somit die Möglichkeiten für weitere Potenzialflächen zu ermöglichen, ohne jedoch bspw. Schutzgüter zu verletzen. Hier boten sich lediglich die oftmals recht großflächig ausgewiesenen Gebiete des GEP an. Im UG befindet sich im Süden ein Gebiet für Grundwasser- und Gewässerschutz, in Nordosten, im Stadtwald, ein Gebiet zum Schutz der Natur. Hier wurden nur die genauen Angaben zu den naturschutzfachlichen Restriktionen berücksichtigt. Somit ließen sich drei Teilflächen im Stadtwald ausweisen.

WEA sind in Wasser- und Heilquellenschutzgebieten (WSG / HQSG) der Schutzzone I grundsätzlich auszuschließen, innerhalb der Schutzzone II sind sie überwiegend als Baumaßnahme verboten, eine Prüfung im Einzelfall ist jedoch möglich. Unter Annahme dieser Voraussetzungen ergeben sich damit drei Teilpotenzialflächen im Süden des UG.

Detaillierte Informationen zu den Flächen sind im Anhang zu finden, dort ist neben jeweils einer Karte der einzelnen Flächen eine tabellarische Kurzbeschreibung mit den wichtigsten Merkmalen und Informationen zu den Flächen dargestellt.

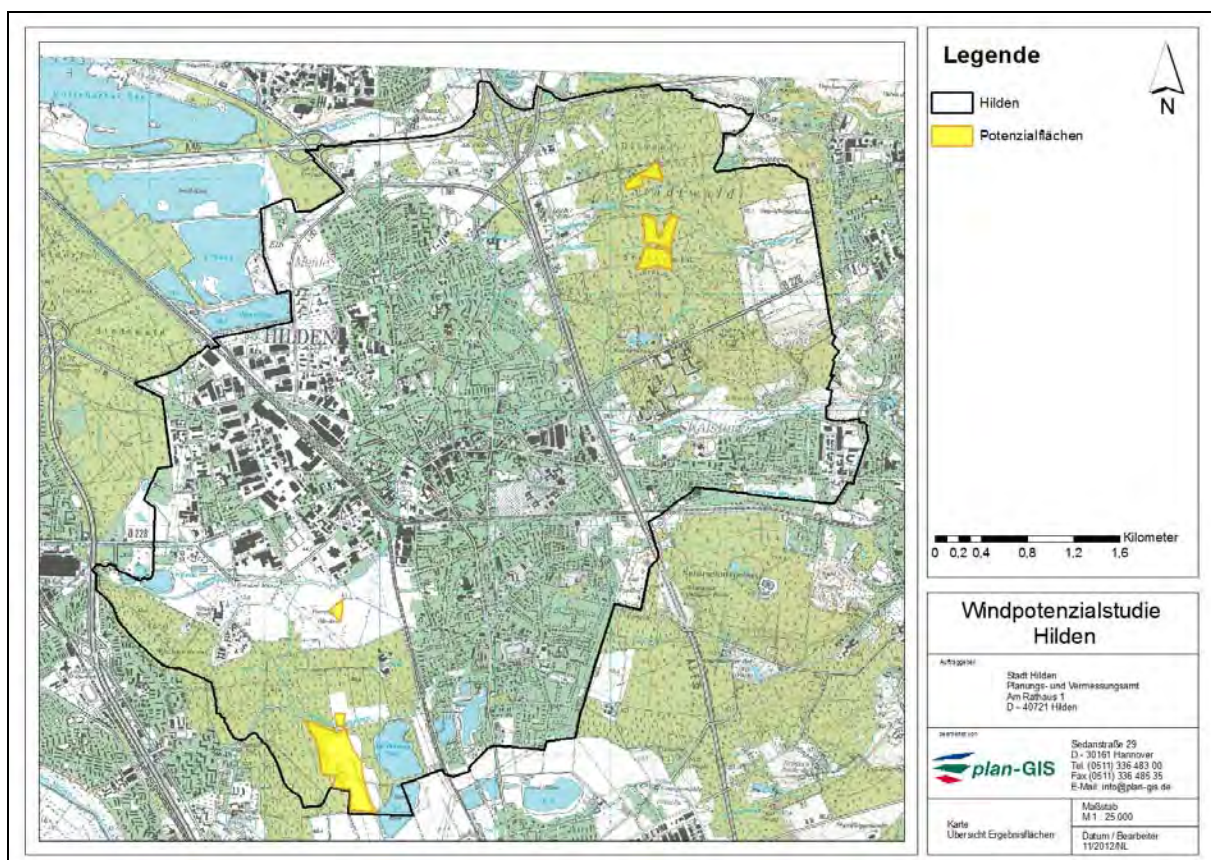


Abbildung 7: Übersicht potenzieller Eignungsflächen im Untersuchungsgebiet

## 4 Zusammenfassung

Die Bietergemeinschaft GEO-NET Umweltconsulting GmbH/*plan-GIS* GmbH wurde von der Stadt Hilden beauftragt ein Suchraumverfahren zur Ermittlung potenziell konfliktarmer Eigenschaftsflächen für Windenergie durchzuführen. Als Ergebnis konnten zwei Flächen identifiziert werden, die als geeignete Gebiete in Frage kommen können. Alle im Rahmen dieser Methodik ermittelten Flächen bedürfen aber noch einer vertieften Prüfung und Beurteilung seitens der Stadt Hilden.

## 5 Literatur

BEZIRKSREGIERUNG DÜSSELDORF (2011): Gebietsentwicklungsplan Regierungsbezirk Düsseldorf.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA) (2003): Corine-Datensatz zu Geländehöhe und Nutzungsstruktur. European Environment Agency Kongens Nytorv 6, DK – 1050 Copenhagen K, Denmark, <http://www.eea.eu.int/>.

GROSS, G. (1991): Anwendungsmöglichkeit mesoskaliger Simulationsmodelle am Beispiel von Darmstadt. Teil 1: Wind- und Temperaturfelder. Meteorol. Rdsch., 43, 97-112.

IWET - Ingenieur-Werkstatt Energietechnik 2012: Windindex Version 2011 auf Basis der Jahre 1996-2009 für die Regionen Deutschlands. Betreiber-Datenbasis-Monatsinfo. Schriftliche Mitteilung

LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN 2012: Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW – Teil 1, Windenergie. Recklinghausen.

LVERMA NRW - Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen, 2012: Topographische Karte 1 : 25.000.

MINISTERIUMS FÜR KLIMASCHUTZ, UMWELT, LANDWIRTSCHAFT, NATUR- UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN - WESTFALEN 2011: Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung (Windenergie-Erlass) vom 11.07.2011.














NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC. ADMINISTRATION (2011): NCEP/NCAR Reanalyse-Winddaten 1980-2012. Washington D.C.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY (USGS) (2004): Geländedatensatz der SRTM-Befliegung. USGS/EROS Data Center, Attn.: Research. Sioux Falls, SD.

# ANHANG

# Legende

## Windgeschwindigkeit in m/s 100 m über Grund

-  >4.50 - 4.75 m/s
-  >4.75 - 5.00 m/s
-  >5.00 - 5.25 m/s
-  >5.25 - 5.50 m/s
-  >5.50 - 5.75 m/s
-  >5.75 - 6.00 m/s
-  >6.00 - 6.25 m/s
-  >6.25 - 6.50 m/s
-  >6.50 - 6.75 m/s
-  >6.75 - 7.00 m/s
-  >7.00 - 7.25 m/s
-  >7.25 - 7.50 m/s
-  > 7.5 m/s

0 200 400 800 1.200 1.600  
Meter

## Windpotenzialstudie Hilden

Auftraggeber  
Stadt Hilden  
Planungs- und Vermessungsamt  
Am Rathaus 1  
D – 40721 Hilden

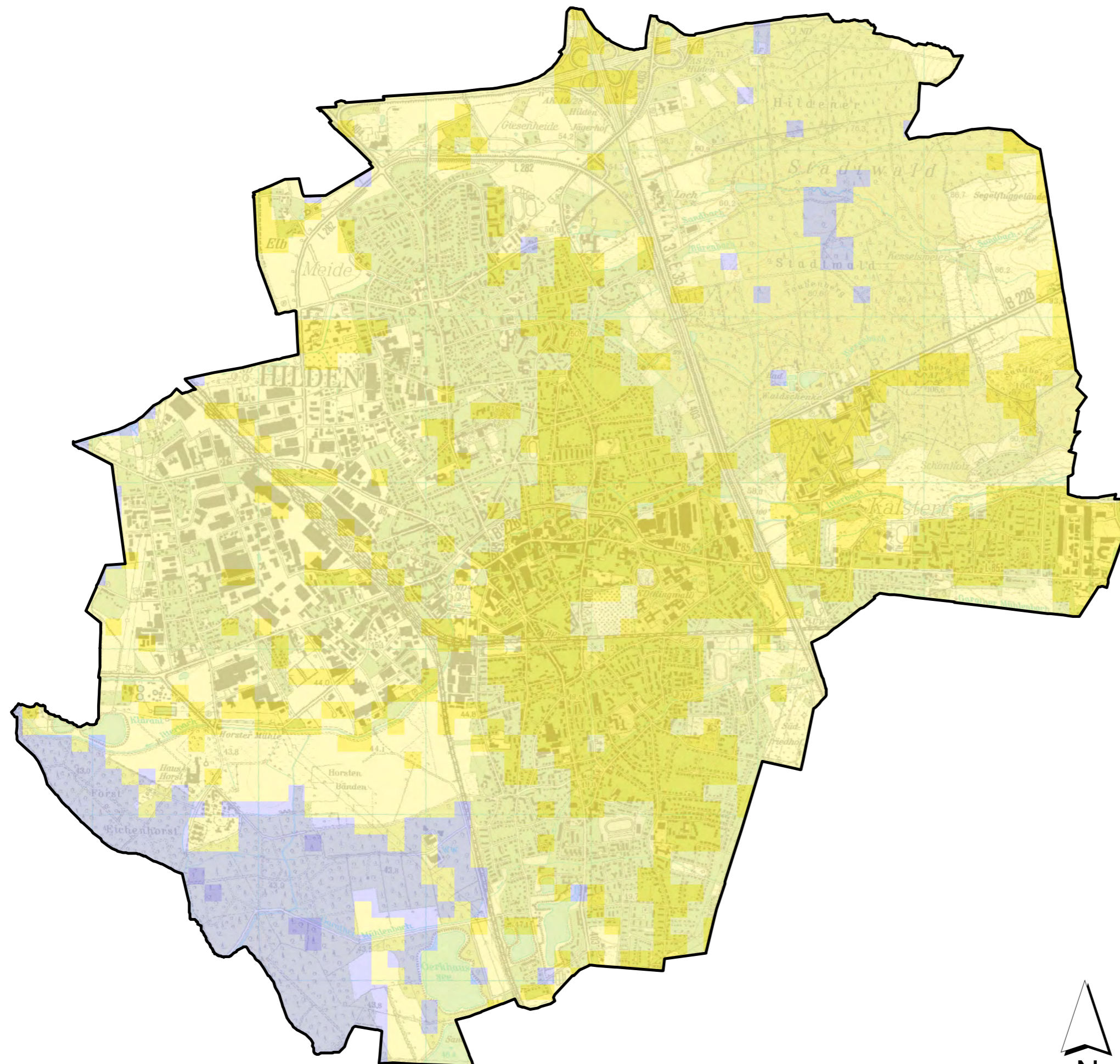
bearbeitet von  
  
**Umweltconsulting GmbH**

Große Pfahlstraße 5a  
D - 30 161 Hannover  
Tel. (0511) 388 72 00  
Fax (0511) 388 72 01  
E-Mail: info@geo-net.de

Karte  
Wind














Maßstab  
M 1 : 25.000

Datum / Bearbeiter  
12/2012/NL



# Legende

## Windgeschwindigkeit in m/s 125 m über Grund

-  >4.50 - 4.75 m/s
-  >4.75 - 5.00 m/s
-  >5.00 - 5.25 m/s
-  >5.25 - 5.50 m/s
-  >5.50 - 5.75 m/s
-  >5.75 - 6.00 m/s
-  >6.00 - 6.25 m/s
-  >6.25 - 6.50 m/s
-  >6.50 - 6.75 m/s
-  >6.75 - 7.00 m/s
-  >7.00 - 7.25 m/s
-  >7.25 - 7.50 m/s
-  > 7.5 m/s

0 200 400 800 1.200 1.600  
Meter

## Windpotenzialstudie Hilden

Auftraggeber  
Stadt Hilden  
Planungs- und Vermessungsamt  
Am Rathaus 1  
D – 40721 Hilden

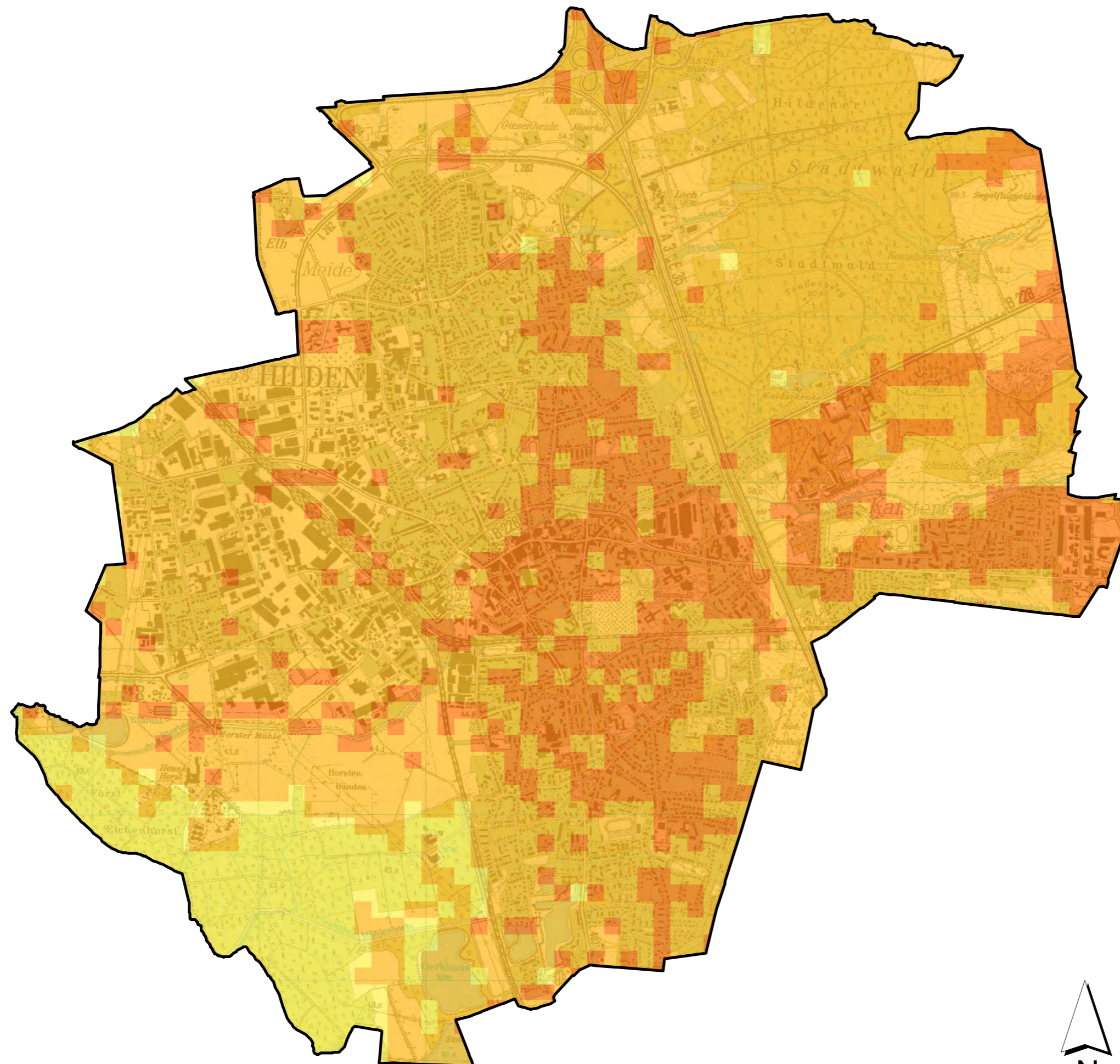
bearbeitet von  
  
**Umweltconsulting GmbH**

Große Pfahlstraße 5a  
D - 30 161 Hannover  
Tel. (0511) 388 72 00  
Fax (0511) 388 72 01  
E-Mail: info@geo-net.de

Karte  
Wind





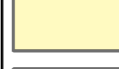








Maßstab  
M 1 : 25.000

Datum / Bearbeiter  
12/2012/NL



# Legende

## Windgeschwindigkeit in m/s 135 m über Grund

-  >4.50 - 4.75 m/s
-  >4.75 - 5.00 m/s
-  >5.00 - 5.25 m/s
-  >5.25 - 5.50 m/s
-  >5.50 - 5.75 m/s
-  >5.75 - 6.00 m/s
-  >6.00 - 6.25 m/s
-  >6.25 - 6.50 m/s
-  >6.50 - 6.75 m/s
-  >6.75 - 7.00 m/s
-  >7.00 - 7.25 m/s
-  >7.25 - 7.50 m/s
-  > 7.5 m/s

0 200 400 800 1.200 1.600  
Meter

## Windpotenzialstudie Hilden

Auftraggeber  
Stadt Hilden  
Planungs- und Vermessungsamt  
Am Rathaus 1  
D – 40721 Hilden

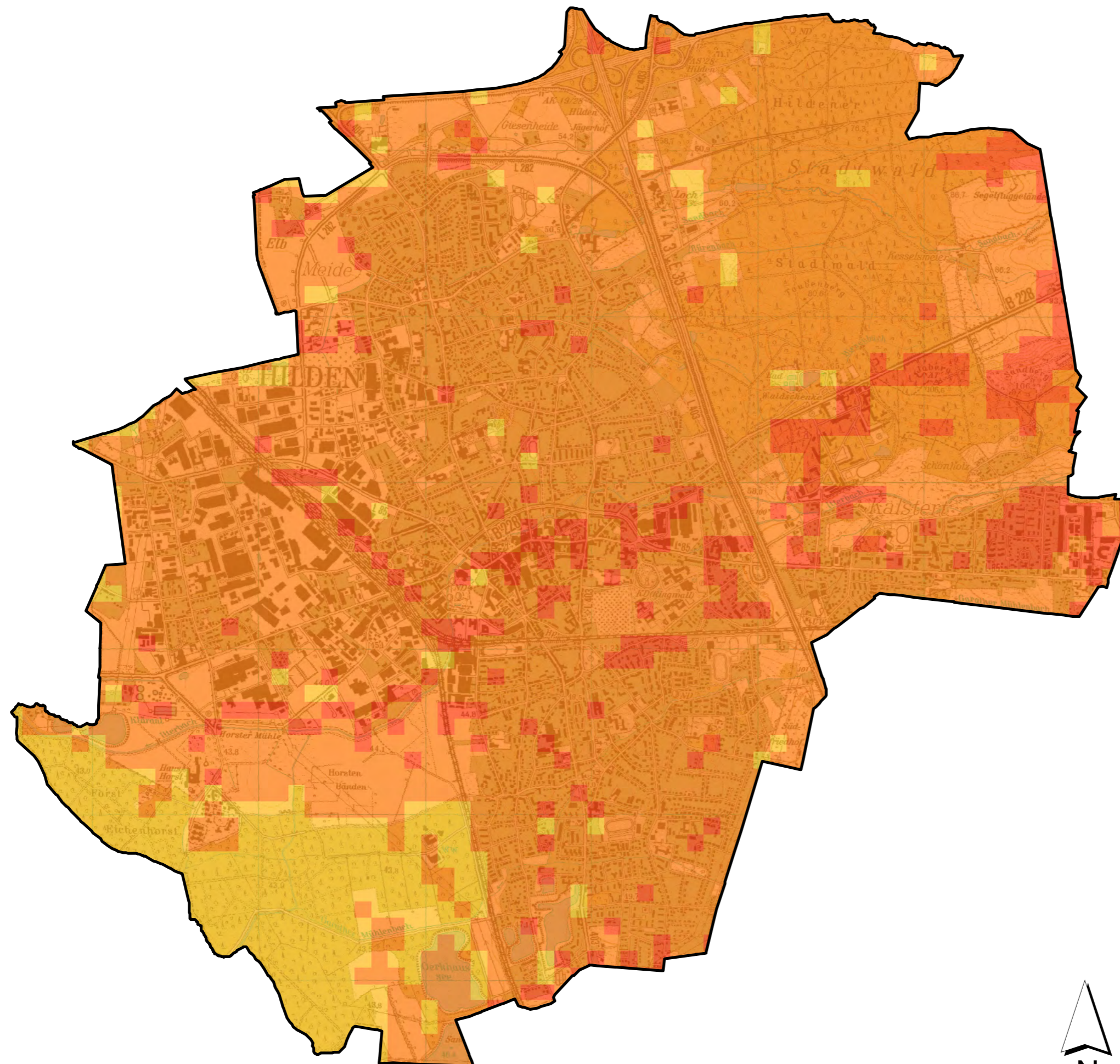
bearbeitet von  
  
**Umweltconsulting GmbH**

Große Pfahlstraße 5a  
D - 30 161 Hannover  
Tel. (0511) 388 72 00  
Fax (0511) 388 72 01  
E-Mail: info@geo-net.de

Karte  
Wind














Maßstab  
M 1 : 25.000

Datum / Bearbeiter  
12/2012/NL



# Legende

## Windgeschwindigkeit in m/s 150 m über Grund

-  >4.50 - 4.75 m/s
-  >4.75 - 5.00 m/s
-  >5.00 - 5.25 m/s
-  >5.25 - 5.50 m/s
-  >5.50 - 5.75 m/s
-  >5.75 - 6.00 m/s
-  >6.00 - 6.25 m/s
-  >6.25 - 6.50 m/s
-  >6.50 - 6.75 m/s
-  >6.75 - 7.00 m/s
-  >7.00 - 7.25 m/s
-  >7.25 - 7.50 m/s
-  > 7.5 m/s

0 200 400 800 1.200 1.600  
Meter

## Windpotenzialstudie Hilden

Auftraggeber  
Stadt Hilden  
Planungs- und Vermessungsamt  
Am Rathaus 1  
D – 40721 Hilden

bearbeitet von  
  
**Umweltconsulting GmbH**

Große Pfahlstraße 5a  
D - 30 161 Hannover  
Tel. (0511) 388 72 00  
Fax (0511) 388 72 01  
E-Mail: info@geo-net.de

Karte  
Wind

Maßstab  
M 1 : 25.000

Datum / Bearbeiter  
12/2012/NL

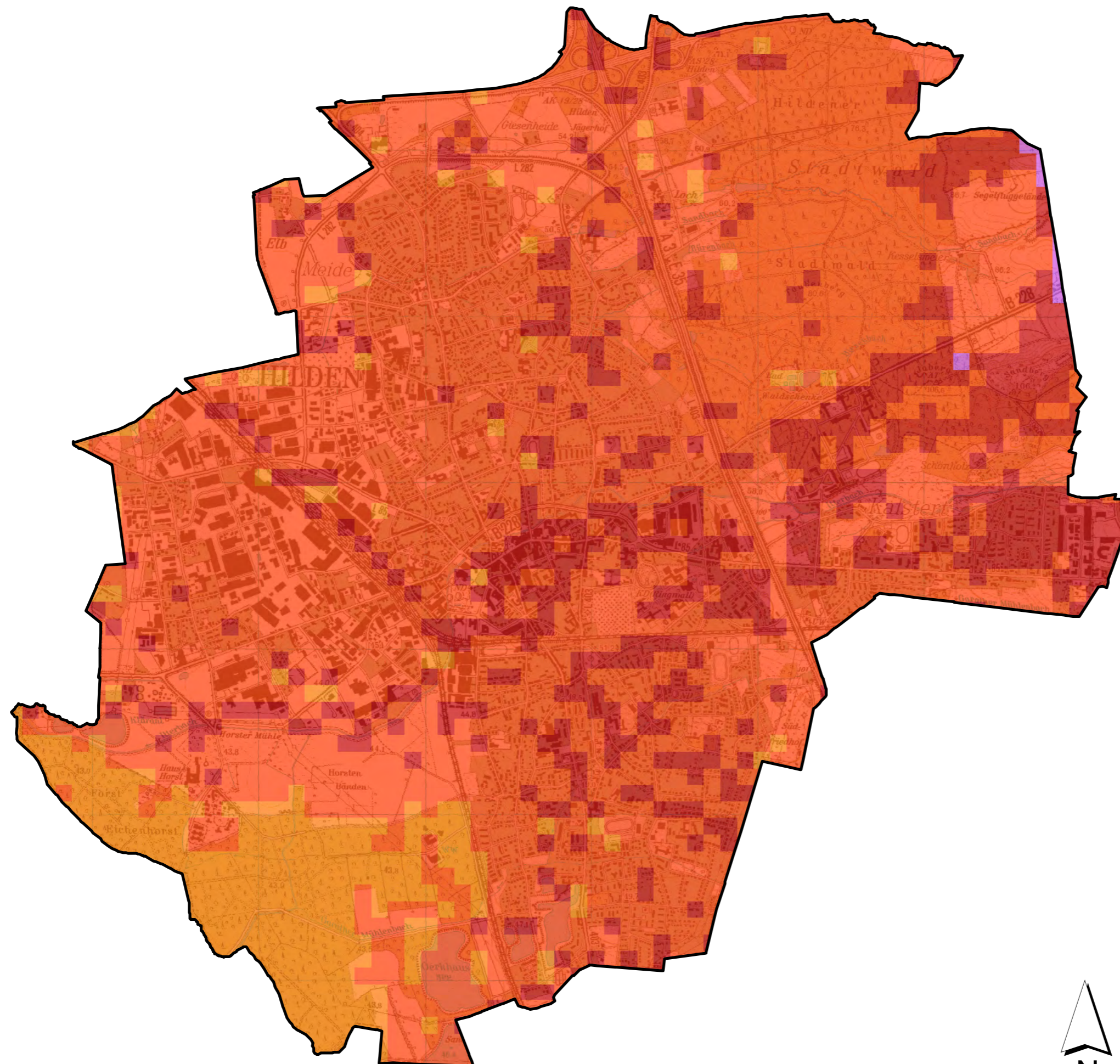
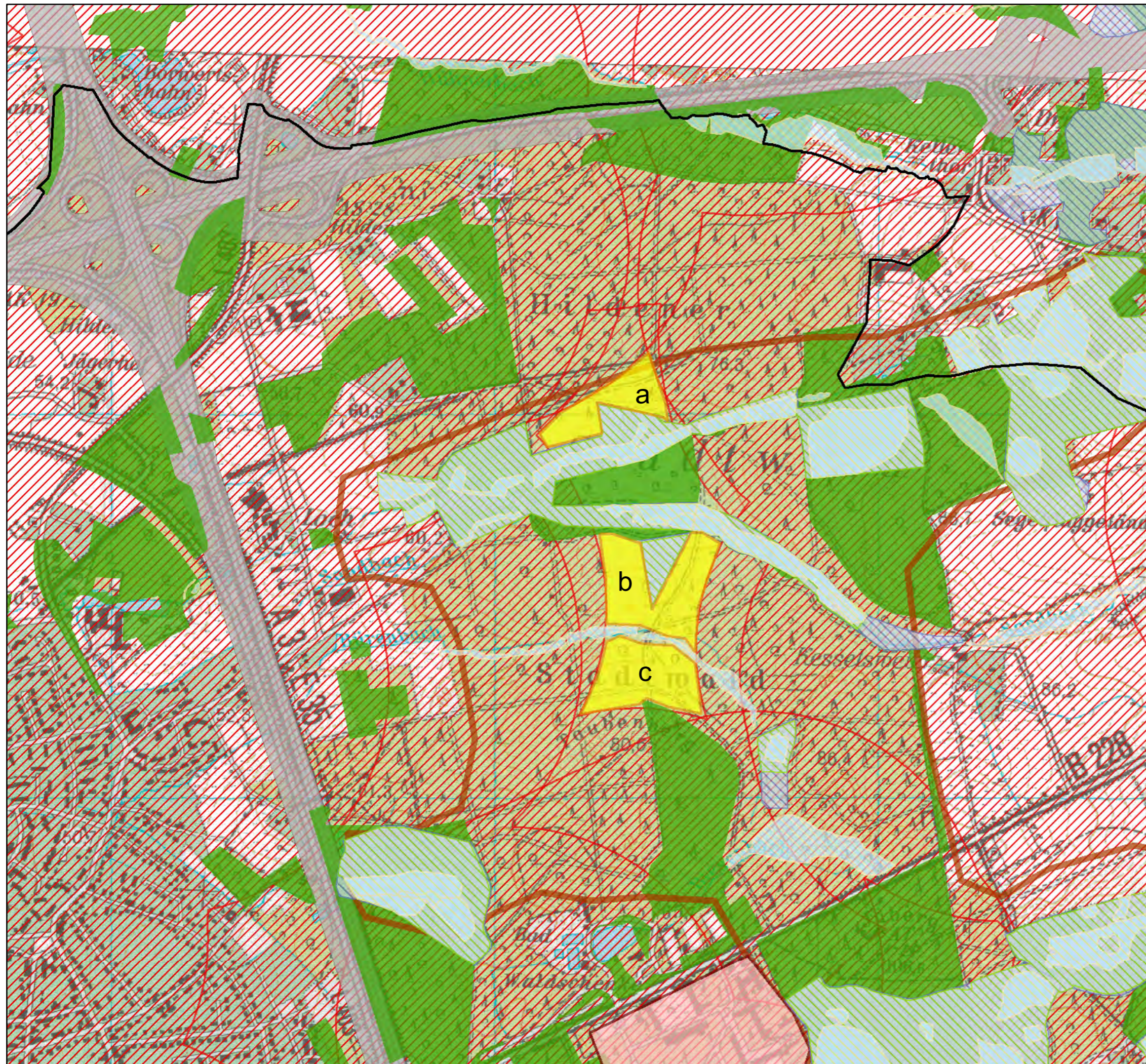




Abbildung 1: Potenzielle Eignungsflächen im Luftbild (Quelle Luftbild: Google Earth)

Bezeichnung	Fläche Stadtwald
Lage	Bundesland Nordrhein-Westfalen; Regierungsbezirk Düsseldorf; Stadt Hilden.
Entfernung Umspannwerk	3,0 km Luftlinie
Naturschutzfachliche Belange	Angrenzend an Geschützte Biotope, FFH-Gebiet und NSG.
Nähe zu nächstem Windpark	-
Geländehöhe	80 m
Windgeschwindigkeit	ca. 6,3 m/s in 135 m Höhe
Größe	Teilfläche a: 3 ha; b: 5,3 ha; c: 4,2 ha.
Bemerkung	Flächen liegen im LSG, Gebiet zum Schutz der Natur (GEP Düsseldorf) sowie im Gebiet des Stadtwalds.





# Legende

- Hilden
- Potenzialflächen
- 600 m Abstand zu Wohnbebauung
- 40 m Abstand zur BAB
- Laubwald

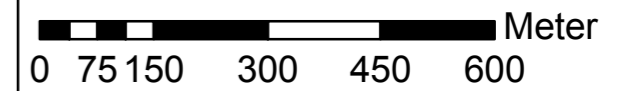


## Gebietsentwicklungsplan

- Fläche zum Schutz der Natur
- Allgemeine Siedlungsbereiche für zweckgebundene Nutzung

## Naturschutzfachliche Restriktionen

- FFH
- Geschütztes Biotop
- Naturschutzgebiet



# Windpotenzialstudie Hilden

Auftraggeber  
 Stadt Hilden  
 Planungs- und Vermessungsamt  
 Am Rathaus 1  
 D – 40721 Hilden

bearbeitet von  
 Sedanstraße 29  
 D - 30161 Hannover  
 Tel. (0511) 336 483 00  
 Fax (0511) 336 485 35  
 E-Mail: info@plan-gis.de

Karte  
 Fläche Stadtwald

Maßstab  
 M 1 : 10.000

Datum / Bearbeiter  
 11/2012/NL

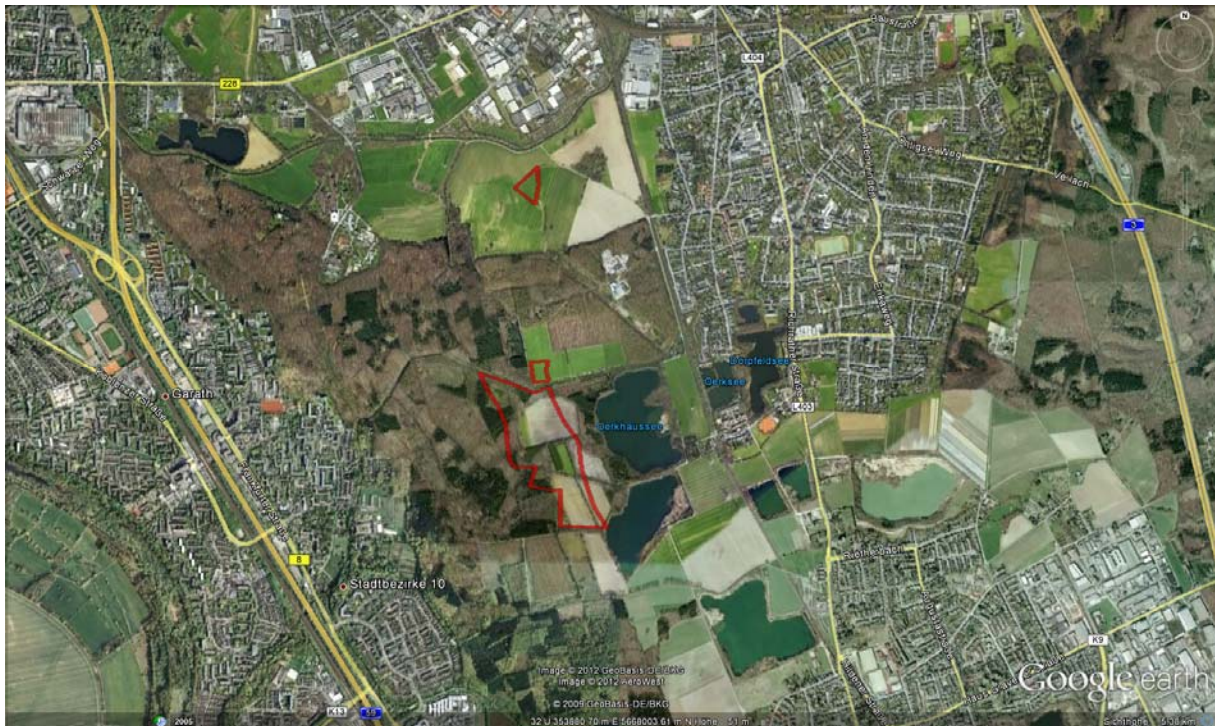
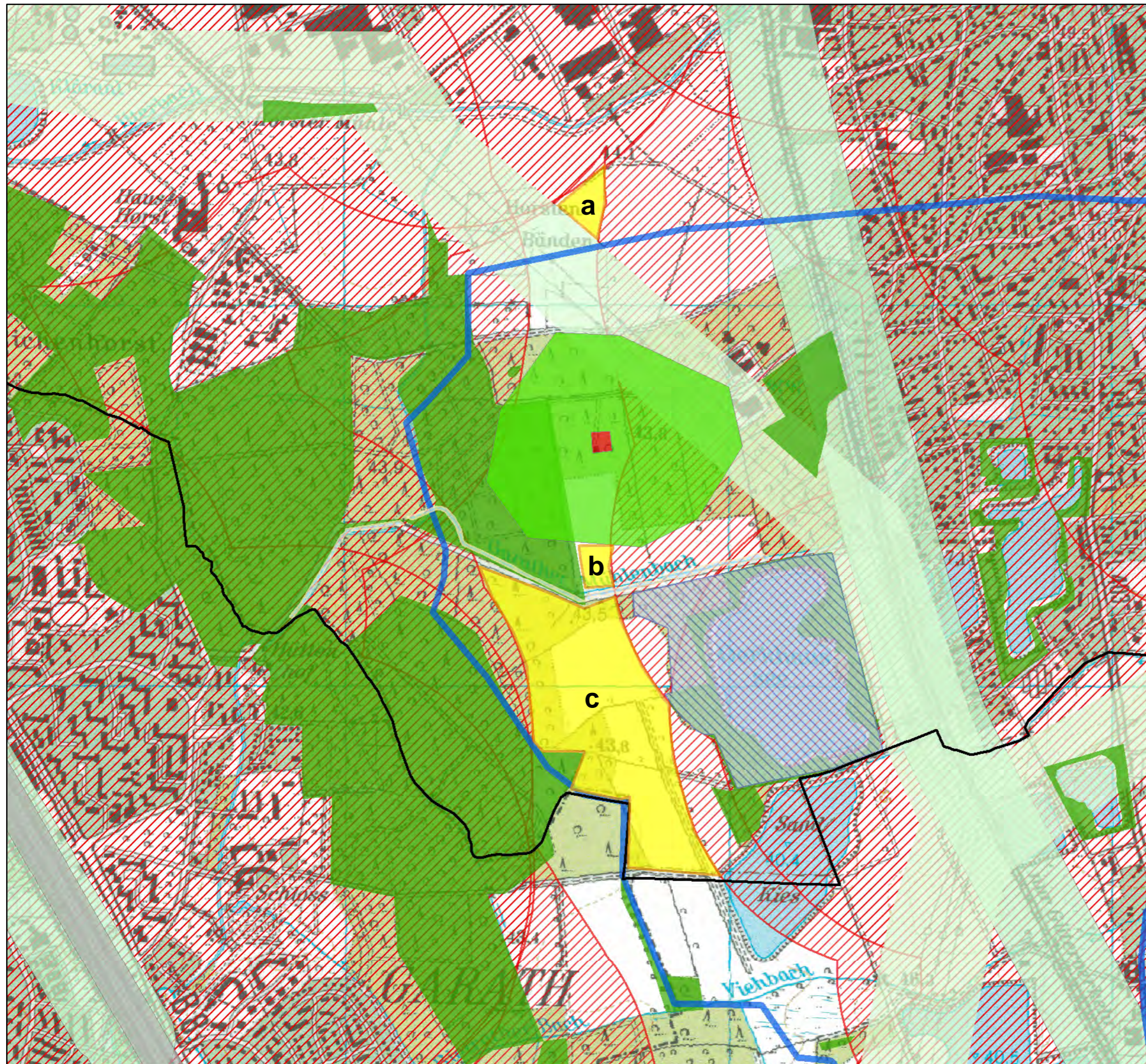






Abbildung 1: Potenzielle Eignungsflächen im Luftbild (Quelle Luftbild: Google Earth)

Bezeichnung	Fläche Süd
Lage	Bundesland Nordrhein-Westfalen; Regierungsbezirk Düsseldorf; Stadt Hilden.
Entfernung Umspannwerk	6,0 km Luftlinie
Naturschutzfachliche Belange	Teilfläche c angrenzend an NSG, Teilfläche b angrenzend an WSG Zone II.
Nähe zu nächstem Windpark	-
Geländehöhe	50 m ü. NN
Windgeschwindigkeit	ca. 6,25 m/s in 135 m Höhe
Größe	Teilfläche a: 1 ha; b: 0,8 ha ; c: 20 ha.
Bemerkung	Flächen liegen im LSG, Gebiet für Grundwasser- und Gewässerschutz (GEP) und teilweise im Wald. Teilfläche a liegt ca. 800 m von einer Pflegeeinrichtung entfernt. Eine erste beispielhaft durchgeführte Schallimmissionsprognose ergab, dass bei Beplanung der Teilfläche a mit einer WEA nach Stand der Technik eine Einhaltung der Immissionsrichtwerte nicht gewährleistet werden kann. Teilflächen b und c werden in der nachfolgenden Schallimmissionsprognose betrachtet.




# Legende


-  Hilden
-  Potenzialflächen
-  600 m Abstand zu Wohnbebauung
-  40 m Abstand zur BAB
-  100 m Abstand zu Bahnstrecken
-  100 m Abstand zu Freileitungen
-  Laubwald






## Gebietsentwicklungsplan

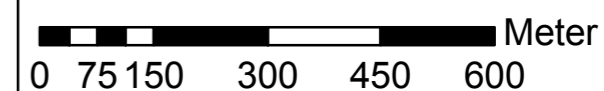
-  Grundwasser- und Gewässerschutz

## Wasserschutzgebiet

-  Zone I
-  Zone II

## Naturschutzfachliche Restriktionen

-  FFH
-  Geschütztes Biotop
-  Naturschutzgebiet



# Windpotenzialstudie Hilden

Auftraggeber  
 Stadt Hilden  
 Planungs- und Vermessungsamt  
 Am Rathaus 1  
 D – 40721 Hilden

bearbeitet von  
 Sedanstraße 29  
 D - 30161 Hannover  
 Tel. (0511) 336 483 00  
 Fax (0511) 336 483 35  
 E-Mail: info@plan-gis.de

Karte  
 Fläche Süd

Maßstab  
 M 1 : 10.000  
 Datum / Bearbeiter  
 11/2012/NL