

Gutachten

Windpark Weenermoor

Bewertung der Gefährdung von drei Gashochdruckleitungen infolge des Betriebs des Windparks

Auftraggeber: ENERTRAG AG

Projekt: 45821

Rev.	Anmerkungen	Datum	Erstellt	Freigegeben
00		11.05.2022	Raven	Daschevski

Vereidigter Sachverständiger
Dipl.-Ing. Jörg Himmerich

Amtsgericht Hannover
HRB 57 606
USt-IdNr.: DE 198 708 104

Geschäftsführer
Jörg Himmerich

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	5
2. Unterlagen	6
3. Angaben zu den Daten	7
3.1 Daten zu WEA und Schutzobjekten	7
3.2 Ergänzende Angaben zu den zulässigen Grenzwerten	8
3.3 Ergänzende Angaben zum Abwurf von Rotorblättern oder Teilen davon	8
3.4 Ergänzende Angaben zur Nachweisführung	8
4. Ermittlung der Gefährdung durch Rotorblattabwurf und Teilen davon	9
4.1 Allgemeines	9
4.2 Auswertung des Abwurfes eines Rotorblattes oder von Teilen davon	10
5. Abwurf des Maschinenhauses	13
5.1 Gefährdung durch ein abgeworfenes Maschinenhaus	13
5.2 Gefährdung durch abstehende Rotorblätter am abgeworfenen Maschinenhaus	13
6. Beeinträchtigung durch einen umstürzenden Turm	15
7. Gesamtbewertung	16
7.1 Schutzobjekt 29.00.00	16
7.2 Schutzobjekte ETL 0048.000.101 und ETL 0014.011.200	18

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Daten der WEA-Typen	7
Tabelle 2:	Daten der Schutzobjekte	7
Tabelle 3:	Abstände der geplanten WEA zu den Schutzobjekten	7
Tabelle 4:	Rotorblattabwurfweiten	10
Tabelle 5:	Eintrittswahrscheinlichkeiten der WM H2 für die Gefährdung des Schutzobjektes 29.00.00 (RB = Rotorblatt)	10
Tabelle 6:	Eintrittswahrscheinlichkeiten der WM H4 für die Gefährdung des Schutzobjektes ETL 0048.000.101 (RB = Rotorblatt)	11
Tabelle 7:	Gefährdung des Schutzobjektes 29.00.00 durch Rotorblattabwurf und Teile davon	11
Tabelle 8:	Gefährdung des Schutzobjektes ETL 0048.000.101 durch Rotorblattabwurf und Teile davon	12
Tabelle 9:	Gondelabwurfweiten	13
Tabelle 10:	Relevante Gondelaufprallradien	13
Tabelle 11:	Trefferradien abstehender Rotorblätter infolge Gondelabwurfs	14
Tabelle 12:	Gefährdung des Schutzobjektes 29.00.00 durch Gondelabwurf	14
Tabelle 13:	Gesamtgefährdung des Schutzobjektes 29.00.00	16
Tabelle 14:	Gesamtgefährdung des Schutzobjektes ETL 0048.000.101	18

Anlagenverzeichnis

A 1	Lageplan
A 2	Windverteilung
A 3	Gefährdung des Schutzobjektes 29.00.00 durch Abwurf eines 100-%-Rotorblattes der WEA WM H2 Typ Vestas V162-6.2
A 4	Gefährdung des Schutzobjektes 29.00.00 durch Abwurf eines 30-%-Rotorblattes der WEA WM H2 Typ Vestas V162-6.2
A 5	Gefährdung des Schutzobjektes ETL 0048.000.101 durch Abwurf eines 100-%-Rotorblattes der WEA WM H4 Typ Nordex N163/5.7
A 6	Gefährdung des Schutzobjektes ETL 0048.000.101 durch Abwurf eines 30-%-Rotorblattes der WEA WM H4 Typ Nordex N163/5.7

1. Zusammenfassung

Die ENERTRAG AG (ENERTRAG) plant die Errichtung und den Betrieb des Windparks Weenermoor. Im betrachteten Bereich sind fünf Windenergieanlagen (WEA) WM H1 bis WM H5 geplant. Als Anlagentyp soll entweder der Typ Vestas V162-6.2 oder der Typ Nordex N163/5.7 für die fünf WEA eingesetzt werden. Ferner queren den Windpark die Gashochdruckleitung 29.00.00 der EWE Netz GmbH (EWE) sowie die Gashochdruckleitungen ETL 0014.011.200 und ETL 0048.000.101 der Gasunie Deutschland Transport Services GmbH (Gasunie). Die Gashochdruckleitungen werden nachfolgend als Schutzobjekte bezeichnet. Die Örtlichkeit ist in der Anlage A 1 dargestellt.

Im vorliegenden Gutachten wurden die wesentlichen Gefährdungspotenziale nach Unterlage U 1 untersucht und bewertet:

- Abwurf eines Rotorblattes oder Teilen davon,
- Abwurf des Maschinenhauses,
- Kippen der gesamten Windenergieanlage.

Da der Vorhabenträger den Anlagentyp noch nicht endgültig festgelegt hat, wurden die Untersuchungen für die beiden eingangs genannten Varianten getrennt durchgeführt.

Es wurde der Grenzwert - die zulässige Eintrittswahrscheinlichkeit (zul Pf) - nach Unterlage U 1 zugrunde gelegt für:

- Ferngasleitung bis DN 900:
zul Pf = $6,00 \cdot 10^{-6}$ Ereignisse/Jahr · km

Die Gegenüberstellung der ermittelten Eintrittswahrscheinlichkeiten für die Gefährdung der Schutzobjekte infolge der vorgenannten Gefährdungspotenziale mit dem angegebenen Grenzwert zeigt, dass der Grenzwert für die betrachteten WEA beider Typen eingehalten wird. Es sind keine Sicherungsmaßnahmen für die Schutzobjekte erforderlich.

2. Unterlagen

- U 1 Gutachten Nr. 77919: „Windenergieanlagen in Nähe von Schutzobjekten / Bestimmung von Mindestabständen“, Ausgabe 12/2020 vom 15.12.2020, aufgestellt von der Dr.-Ing. Veenker Ingenieurgesellschaft mbH, im Internet verfügbar unter www.veenkermbh.de
- U 2 Übersichtslageplan „Plangebiet Weenermoor II“, übergeben am 08.12.2021 von ENERTRAG AG
- U 3 Planauskunft der Gashochdruckleitung 29.00.00, übergeben am 12.01.2022 von EWE Netz GmbH
- U 4 Vorgangsnummer 2022-1082 der Gasunie Deutschland Transport Services GmbH: „Repowering des Windparks Weenermoor bei Bunde, A31“, übergeben am 29.03.2022 von ENERTRAG AG
- U 5 Daten der Windenergieanlagen, übergeben am 28.04.2022 von ENERTRAG AG
- U 6 Bericht Nr. WG-160322-1129-CA der AL-PRO GmbH & Co. KG, „Prüfbericht zur Bestimmung des Windpotenzials und der Energieerträge für den Standort Weenermoor (Landkreis Leer, Niedersachsen)“, übergeben am 28.04.2022 von ENERTRAG AG
- U 7 Mitteilung des DIBt, Technische Regel „Richtlinie für Windenergieanlagen / Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung / Stand: Oktober 2012 – Korrigierte Fassung März 2015“

3. Angaben zu den Daten

3.1 Daten zu WEA und Schutzobjekten

Aus den Unterlagen U 2 bis U 7 werden die für die Untersuchungen relevanten Daten der geplanten WEA-Typen und der Schutzobjekte entnommen und in den nachfolgenden Tabellen zusammengestellt.

Parameter	WEA	
	Vestas V162-6.2	Nordex N163/5.7
Nabenhöhe [m]	119	118
Rotordurchmesser [m]	162	163
Rotorblattlänge [m]	79,35	79,70

Tabelle 1: Daten der WEA-Typen

Parameter	Schutzobjekt		
	29.00.00	ETL 0014.011.200	ETL 0048.000.101
Medium	Gas	Gas	Gas
DN	200	600	750
PN	70	k. A.	k. A.
Betreiber	EWE	Gasunie	Gasunie

Tabelle 2: Daten der Schutzobjekte

WEA	Abstand zu den Schutzobjekten [m]		
	29.00.00	ETL 0014.011.200	ETL 0048.000.101
WM H1	294	1.433	1.423
WM H2	51	1.063	1.054
WM H3	386	478	467
WM H4	553	79	70
WM H5	736	362	372

Tabelle 3: Abstände der geplanten WEA zu den Schutzobjekten

3.2 Ergänzende Angaben zu den zulässigen Grenzwerten

Es wird der Grenzwert - die zulässige Eintrittswahrscheinlichkeit (zul Pf) - nach Unterlage U 1 zugrunde gelegt für:

- Ferngasleitung bis DN 900:
zul Pf = $6,00 \cdot 10^{-6}$ Ereignisse/Jahr · km

3.3 Ergänzende Angaben zum Abwurf von Rotorblättern oder Teilen davon

In den folgenden Untersuchungen wird vorausgesetzt, dass der Abwurf eines Rotorblattes oder von Teilen davon während des Auftretens hoher Windgeschwindigkeiten und im Betrieb erfolgt.

Für die Untersuchungen wird außerdem eine statistische Verteilung für die Windrichtung berücksichtigt. Die Angaben hierzu werden aus der Unterlage U 6 übernommen. Die statistische Verteilung der Windrichtungen ist in der Anlage A 2 dargestellt.

Da es sich bei den Schutzobjekten um eingearbeitete Rohrleitungen handelt, besteht für die hier zu untersuchenden Schutzobjekte gemäß Ausführungen der Unterlage U 1 keine Gefährdung infolge eines möglichen Abwurfs von Rotorblattspitzen (Tip).

3.4 Ergänzende Angaben zur Nachweisführung

Bei den geplanten Windenergieanlagen wird die Bewertung der Gefährdung jeweils durch die nächststehende WEA eines WEA-Typs explizit, exemplarisch und repräsentativ ermittelt und das Ergebnis auf die Anzahl der relevanten WEA desselben Typs im Windpark übertragen.

Aufgrund der Parallellage der Gashochdruckleitungen ETL 0014.011.200 und ETL 048.000.101 haben diese eine identische Gefährdung infolge des Betriebs des Windparks. Daher erfolgt die Ermittlung der Gefährdung für die ETL 0048.000.101 explizit und die so ermittelte Gefährdung wird auf die ETL 0014.011.200 übertragen.

4. Ermittlung der Gefährdung durch Rotorblattabwurf und Teilen davon

4.1 Allgemeines

Gemäß Unterlage U 1 ergeben sich die im Folgenden aufgeführten Eintrittswahrscheinlichkeiten:

- Pf1 = Eintrittswahrscheinlichkeit des Abwurfes eines Gegenstandes,
- Pf2 = Eintrittswahrscheinlichkeit für eine ungünstige Windrichtung,
- Pf3 = Eintrittswahrscheinlichkeit für die Übereinstimmung der Aufprallstelle,
- Pf4 = Eintrittswahrscheinlichkeit für das Eindringen eines Rotorblattes in das Erdreich.

Für die nachfolgenden Berechnungen wird gemäß Angaben der Unterlage U 7 eine zweijährliche Überwachung der WEA berücksichtigt.

Für die Gefährdung des Schutzobjektes 29.00.00 durch WM H2 sind beispielhaft in der Anlage A 3 die grafischen Auswertungen zur Ermittlung der möglichen Aufprallstellen beim Abwurf eines ganzen Rotorblattes (100-%-Rotorblatt) und in Anlage A 4 beim Abwurf von Teilen davon (30-%-Rotorblatt) für den Typ Vestas V162-6.2 dargestellt.

Für die Gefährdung des Schutzobjektes ETL 0048.000.101 durch WM H4 sind beispielhaft in der Anlage A 5 die grafischen Auswertungen zur Ermittlung des Abwurfes eines ganzen Rotorblattes (100-%-Rotorblatt) und in Anlage A 6 zum Abwurf von Teilen davon (30-%-Rotorblatt) für den Typ Nordex N163/5.7 dargestellt.

4.2 Auswertung des Abwurfes eines Rotorblattes oder von Teilen davon

Die Wurfweite des Rotorblattes oder der Teile davon ist je WEA-Typ in der Tabelle 4 dargestellt:

WEA	Wurfweite [m]	
	100-%-Rotorblatt	30-%-Rotorblatt
Vestas V162-6.2	270	1118
Nordex N163/5	265	1090

Tabelle 4: Rotorblattabwurfweiten

Sofern der Abstand zwischen dem jeweiligen Schutzobjekt und der jeweiligen WEA gemäß Tabelle 3 größer ist als die jeweilige Wurfweite gemäß Tabelle 4, besteht infolge des Abwurfs des Rotorblattes oder eines Teils davon keine Gefährdung.

Für die Ermittlung der Gefährdung des Schutzobjektes 29.00.00 wird die WEA WM H2 als Referenz festgelegt. Die Gefährdung infolge des Betriebs dieser WEA ist nachfolgend tabelliert:

Eintrittswahrscheinlichkeit	Gefährdung [Ereignisse/Jahr · Kilometer]			
	Vestas V162-6.2		Nordex N163/5.7	
	100-%-RB	30-%-RB	100-%-RB	30-%-RB
Pf1	$2,80 \cdot 10^{-4}$	$1,40 \cdot 10^{-4}$	$2,80 \cdot 10^{-4}$	$1,40 \cdot 10^{-4}$
Pf2	$9,71 \cdot 10^{-1}$	$1,00 \cdot 10^0$	$9,71 \cdot 10^{-1}$	$1,00 \cdot 10^0$
Pf3	$7,01 \cdot 10^{-3}$	$1,54 \cdot 10^{-3}$	$7,12 \cdot 10^{-3}$	$1,60 \cdot 10^{-3}$
Pf4	$6,67 \cdot 10^{-2}$	$6,67 \cdot 10^{-2}$	$6,67 \cdot 10^{-2}$	$6,67 \cdot 10^{-2}$
π Pf	$1,27 \cdot 10^{-7}$	$1,44 \cdot 10^{-8}$	$1,29 \cdot 10^{-7}$	$1,49 \cdot 10^{-8}$

Tabelle 5: Eintrittswahrscheinlichkeiten der WM H2 für die Gefährdung des Schutzobjektes 29.00.00 (RB = Rotorblatt)

Für die Ermittlung der Gefährdung des Schutzobjektes ETL 0048.000.101 wird die WEA WM H4 als Referenz festgelegt. Die Gefährdung infolge des Betriebs dieser WEA ist nachfolgend tabelliert:

Eintrittswahrscheinlichkeit	Gefährdung [Ereignisse/Jahr · Kilometer]			
	Vestas V162-6.2		Nordex N163/5.7	
	100-%-RB	30-%-RB	100-%-RB	30-%-RB
Pf1	$2,80 \cdot 10^{-4}$	$1,40 \cdot 10^{-4}$	$2,80 \cdot 10^{-4}$	$1,40 \cdot 10^{-4}$
Pf2	$8,50 \cdot 10^{-1}$	$1,00 \cdot 10^0$	$9,25 \cdot 10^{-1}$	$1,00 \cdot 10^0$
Pf3	$7,01 \cdot 10^{-3}$	$1,62 \cdot 10^{-3}$	$7,11 \cdot 10^{-3}$	$1,67 \cdot 10^{-3}$
Pf4	$6,67 \cdot 10^{-2}$	$6,67 \cdot 10^{-2}$	$6,67 \cdot 10^{-2}$	$6,67 \cdot 10^{-2}$
nPf	$1,11 \cdot 10^{-7}$	$1,51 \cdot 10^{-8}$	$1,23 \cdot 10^{-7}$	$1,56 \cdot 10^{-8}$

Tabelle 6: Eintrittswahrscheinlichkeiten der WM H4 für die Gefährdung des Schutzobjektes ETL 0048.000.101 (RB = Rotorblatt)

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Gefährdung der jeweiligen Schutzobjekte infolge des Abwurfs eines ganzen Rotorblattes oder Teilen davon für den Windpark mit dem jeweiligen WEA-Typ zusammengestellt.

WEA		Gefährdung [Ereignisse/Jahr · Kilometer]	
		100-%-Rotorblatt	30-%-Rotorblatt
WM H1	Vestas V162-6.2	-	$1,44 \cdot 10^{-8}$
WM H2		$1,27 \cdot 10^{-7}$	$1,44 \cdot 10^{-8}$
WM H3		-	$1,44 \cdot 10^{-8}$
WM H4		-	$1,44 \cdot 10^{-8}$
WM H5		-	$1,44 \cdot 10^{-8}$
WM H1	Nordex 163/5.7	-	$1,49 \cdot 10^{-8}$
WM H2		$1,29 \cdot 10^{-7}$	$1,49 \cdot 10^{-8}$
WM H3		-	$1,49 \cdot 10^{-8}$
WM H4		-	$1,49 \cdot 10^{-8}$
WM H5		-	$1,44 \cdot 10^{-9}$

Tabelle 7: Gefährdung des Schutzobjektes 29.00.00 durch Rotorblattabwurf und Teile davon

WEA		Gefährdung [Ereignisse/Jahr · Kilometer]	
		100-%-Rotorblatt	30-%-Rotorblatt
WM H1	Vestas V162-6.2	-	-
WM H2		-	$1,51 \cdot 10^{-8}$
WM H3		-	$1,51 \cdot 10^{-8}$
WM H4		$1,11 \cdot 10^{-7}$	$1,51 \cdot 10^{-8}$
WM H5		-	$1,51 \cdot 10^{-8}$
WM H1	Nordex N163/5.7	-	-
WM H2		-	$1,56 \cdot 10^{-8}$
WM H3		-	$1,56 \cdot 10^{-8}$
WM H4		$1,23 \cdot 10^{-7}$	$1,56 \cdot 10^{-8}$
WM H5		-	$1,56 \cdot 10^{-8}$

Tabelle 8: Gefährdung des Schutzobjektes ETL 0048.000.101 durch Rotorblattabwurf und Teile davon

Gemäß Kapitel 3.4 entspricht die Gefährdung des Schutzobjektes ETL 0048.000.101 der des Schutzobjektes ETL 0014.011.200.

Die Gesamtbewertung erfolgt in Kapitel 7.

5. Abwurf des Maschinenhauses

5.1 Gefährdung durch ein abgeworfenes Maschinenhaus

Die allgemeine Theorie zur Ermittlung der Wurfparabel bei Abwurf des Maschinenhauses (Gondel) ist in der Unterlage U 1 aufgezeigt. Es ergeben sich für den jeweiligen WEA-Typ folgende Abwurfweiten:

WEA	Wurfweite [m]
Vestas V162-6.2	10,4
Nordex N163/5	10,4

Tabelle 9: Gondelabwurfweiten

Dem Abstand werden die halbe Länge des jeweiligen Maschinenhauses und ein Sicherheitszuschlag von 2,0 m hinzugerechnet. Somit ergeben sich Aufprallradien der Maschinenhäuser, die für ein eingeeordnetes Schutzobjekt relevant sind, von:

WEA	Aufprallradius [m]
Vestas V162-6.2	23,7
Nordex N163/5	19,0

Tabelle 10: Relevante Gondelaufprallradien

Gemäß den Ausführungen in der Unterlage U 1 sind die Trefferwahrscheinlichkeiten durch ein abgeworfenes Maschinenhaus bei einem eingeeordneten Schutzobjekt außerhalb dieses Abstandes als probabilistisch nicht relevant zu bewerten. Da die Abstände der jeweiligen WEA zu den Schutzobjekten gemäß Tabelle 3 größer als die jeweiligen Aufprallradien sind, ist die Gefährdung des Schutzobjektes durch dieses Szenario ausgeschlossen.

5.2 Gefährdung durch abstehende Rotorblätter am abgeworfenen Maschinenhaus

Gemäß den Ausführungen in der Unterlage U 1 kann ein am abgeworfenen Maschinenhaus abstehendes Rotorblatt ein eingeeordnetes Schutzobjekt treffen. Ausgehend von den in Kapitel 5.1 ermittelten Wurfweiten für die Maschinenhäuser, den Abmessungen der Maschinenhäuser und der Rotorblätter ergeben sich

mögliche Trefferradien eines abstehenden Rotorblattes an einem abgeworfenen Maschinenhaus von:

WEA	Trefferradius [m]
Vestas V162-6.2	62,2
Nordex N163/5	57,7

Tabelle 11: Trefferradien abstehender Rotorblätter infolge Gondelabwurfs

Aus dem Abgleich der jeweiligen Abstände der WEA zum jeweiligen Schutzobjekt ergibt sich eine grundsätzliche Gefährdung durch die WEA WH 2 für das Schutzobjekt 29.00.00. Für die Schutzobjekte ETL 0048.000.101 sowie ETL 0014.011.200 besteht infolge von abstehenden Rotorblättern am abgeworfenen Maschinenhaus keine Gefährdung.

Gemäß Unterlage U 1 ergeben sich die im Folgenden aufgeführten Eintrittswahrscheinlichkeiten:

- Pf1 = Eintrittswahrscheinlichkeit des Abwurfes des Maschinenhauses,
- Pf2 = 1 (windrichtungsunabhängige Betrachtung),
- Pf3 = Eintrittswahrscheinlichkeit für die Übereinstimmung der Aufprallstelle mit dem Schutzobjekt,
- Pf4 = Eintrittswahrscheinlichkeit für das Eindringen eines Rotorblattes in das Erdreich.

In der Berechnung wird darüber hinaus eine Überwachung gemäß den Angaben in Kapitel 4.1 angesetzt.

Aus dem Produkt der Einzelwahrscheinlichkeiten resultiert eine Gefährdung von:

WEA WM H2	Gefährdung [Ereignisse/Jahr · Kilometer]
Vestas V162-6.2	$3,19 \cdot 10^{-7}$
Nordex 163/5.7	$2,82 \cdot 10^{-7}$

Tabelle 12: Gefährdung des Schutzobjektes 29.00.00 durch Gondelabwurf

Die Gesamtbewertung erfolgt in Kapitel 7.

6. Beeinträchtigung durch einen umstürzenden Turm

Beim Turm einer WEA handelt es sich um ein Bauwerk. Bei Einhaltung der Vorschriften im bautechnischen Bereich beträgt die Eintrittswahrscheinlichkeit für Bauwerksversagen $Pf1 = 1,00 \cdot 10^{-6}$ Ereignisse/Jahr (Unterlage U 1).

Für die Bewertung der Gefährdung der Schutzobjekte ist die Eintrittswahrscheinlichkeit für Bauwerksversagen mit der Eintrittswahrscheinlichkeit für eine ungünstige Windrichtung, mit der Eintrittswahrscheinlichkeit für die Übereinstimmung der Aufprallstellen mit dem Schutzobjekt und mit der Eintrittswahrscheinlichkeit für sonstige Ereignisse zu multiplizieren. Das Produkt dieser Einzelwahrscheinlichkeiten ist mehrere Größenordnungen kleiner als der hier einzuhaltende Grenzwert, weswegen für die weiteren Untersuchungen die Gefährdung durch einen umstürzenden Turm vernachlässigt wird.

Die Gesamtbewertung erfolgt im Kapitel 7.

7. Gesamtbewertung

In den nachfolgenden Kapiteln sind die Ergebnisse der Gesamtgefährdung der jeweiligen Schutzobjekte infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes oder Teilen davon und des Abwurfs der Gondel je WEA-Typ tabellarisch zusammengestellt und anschließend bewertet.

7.1 Schutzobjekt 29.00.00

WEA		Gefährdung [Ereignisse/Jahr · Kilometer]		
		100-%-Rotorblatt	30-%-Rotorblatt	Gondel
WM H1	Vestas V162-6.2	-	$1,44 \cdot 10^{-8}$	-
WM H2		$1,27 \cdot 10^{-7}$	$1,44 \cdot 10^{-8}$	$3,19 \cdot 10^{-7}$
WM H3		-	$1,44 \cdot 10^{-8}$	-
WM H4		-	$1,44 \cdot 10^{-8}$	-
WM H5		-	$1,44 \cdot 10^{-8}$	-
Gesamtgefährdung		$5,32 \cdot 10^{-7}$		
WM H1	Nordex N163/5.7	-	$1,49 \cdot 10^{-8}$	-
WM H2		$1,29 \cdot 10^{-7}$	$1,49 \cdot 10^{-8}$	$2,82 \cdot 10^{-7}$
WM H3		-	$1,49 \cdot 10^{-8}$	-
WM H4		-	$1,49 \cdot 10^{-8}$	-
WM H5		-	$1,44 \cdot 10^{-9}$	-
Gesamtgefährdung		$5,01 \cdot 10^{-7}$		

Tabelle 13: Gesamtgefährdung des Schutzobjektes 29.00.00

Gemäß den Ausführungen in der Unterlage U 1 ist die tatsächlich gefährdete Länge des Schutzobjektes zu berücksichtigen und in Relation zur normierten Länge des Grenzwertes zu stellen. Ausgehend von den maximalen Rotorblattabwurfweiten der WEA und der örtlichen Gegebenheiten ergibt sich eine gefährdete Länge des Schutzobjektes 29.00.00 von bis zu 3.333 m für den WEA-Typ Vestas V162-6.2 bzw. 3.267 m für den Typ Nordex N163/5.7. Hierdurch ergeben sich die jeweiligen Beeinflussungsfaktoren von $f = 3,333$ bzw. $3,267$, mit denen die Gefährdungen entsprechend zu multiplizieren sind.

Es resultiert beim Typ Vestas V162-6.2 somit eine Gesamtgefährdung von $1,77 \cdot 10^{-6}$ Ereignisse/Jahr · Kilometer. Der Nachweis hat für die vorgenannten WEA die Form:

$$\sum Pf < \text{zul Pf}$$

$$\sum Pf = 1,77 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{km}$$

$$\text{zul Pf} = 6,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{km}$$

$$1,77 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{km} < 6,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{km}$$

Es resultiert beim Typ Nordex N163/5.7 somit eine Gesamtgefährdung von $1,64 \cdot 10^{-6}$ Ereignisse/Jahr · Kilometer. Der Nachweis hat für die vorgenannten WEA die Form:

$$\sum Pf < \text{zul Pf}$$

$$\sum Pf = 1,64 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{km}$$

$$\text{zul Pf} = 6,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{km}$$

$$1,64 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{km} < 6,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{km}$$

Die Gegenüberstellung der ermittelten Eintrittswahrscheinlichkeiten mit den in der Unterlage U 1 angegebenen Grenzwerten zeigt, dass die Grenzwerte eingehalten werden.

Es sind keine Sicherungsmaßnahmen für das Schutzobjekt erforderlich.

7.2 Schutzobjekte ETL 0048.000.101 und ETL 0014.011.200

WEA		Gefährdung [Ereignisse/Jahr · Kilometer]		
		100-%-Rotorblatt	30-%-Rotorblatt	Gondel
WM H1	Vestas V162-6.2	-	-	-
WM H2		-	$1,51 \cdot 10^{-8}$	-
WM H3		-	$1,51 \cdot 10^{-8}$	-
WM H4		$1,11 \cdot 10^{-7}$	$1,51 \cdot 10^{-8}$	-
WM H5		-	$1,51 \cdot 10^{-8}$	-
Gesamtgefährdung		$1,87 \cdot 10^{-7}$		
WM H1	Nordex N163/5.7	-	-	-
WM H2		-	$1,56 \cdot 10^{-8}$	-
WM H3		-	$1,56 \cdot 10^{-8}$	-
WM H4		$1,23 \cdot 10^{-7}$	$1,56 \cdot 10^{-8}$	-
WM H5		-	$1,56 \cdot 10^{-8}$	-
Gesamtgefährdung		$2,01 \cdot 10^{-7}$		

Tabelle 14: Gesamtgefährdung des Schutzobjektes ETL 0048.000.101

Gemäß den Ausführungen in der Unterlage U 1 ist die tatsächlich gefährdete Länge des Schutzobjektes zu berücksichtigen und in Relation zur normierten Länge des Grenzwertes zu stellen. Ausgehend von den maximalen Rotorblattabwurfweiten der WEA und der örtlichen Gegebenheiten ergibt sich eine gefährdete Länge des Schutzobjektes ETL 0048.000.101 von bis zu 2.340 m für den WEA-Typ Vestas V162-6.2 bzw. 2.282 m für den Typ Nordex N163/5.7. Hierdurch ergeben sich die jeweiligen Beeinflussungsfaktoren von $f = 2,340$ bzw. $2,282$, mit denen die Gefährdungen entsprechend zu multiplizieren sind.

Es resultiert beim Typ Vestas V162-6.2 somit eine Gesamtgefährdung von $4,38 \cdot 10^{-7}$ Ereignisse/Jahr · Kilometer. Der Nachweis hat für die vorgenannten WEA die Form:

$$\sum Pf < \text{zul } Pf$$

$$\sum Pf = 4,38 \cdot 10^{-7} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{km}$$

$$\text{zul } Pf = 6,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{km}$$

$$4,38 \cdot 10^{-7} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{km} < 6,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{km}$$

Es resultiert beim Typ Nordex N163/5.7 somit eine Gesamtgefährdung von $4,59 \cdot 10^{-7}$ Ereignisse/Jahr · Kilometer. Der Nachweis hat für die vorgenannten WEA die Form:

$$\sum P_f < \text{zul } P_f$$

$$\sum P_f = 4,59 \cdot 10^{-7} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{km}$$

$$\text{zul } P_f = 6,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{km}$$

$$4,59 \cdot 10^{-7} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{km} < 6,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{km}$$

Gemäß Kapitel 3.4 entspricht die Gefährdung des Schutzobjektes ETL 0048.000.101 der des Schutzobjektes ETL 0014.011.200.

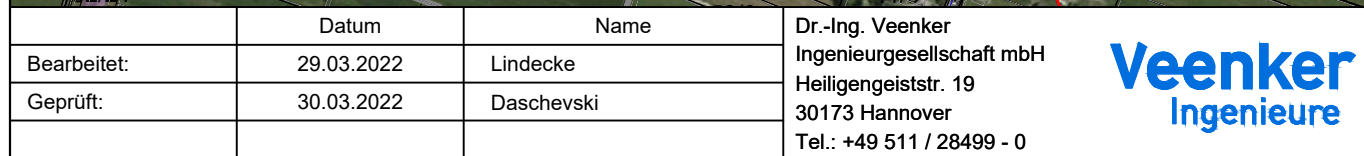
Die Gegenüberstellung der ermittelten Eintrittswahrscheinlichkeiten mit den in der Unterlage U 1 angegebenen Grenzwerten zeigt, dass die Grenzwerte eingehalten werden.

Es sind keine Sicherungsmaßnahmen für die Schutzobjekte erforderlich.

Anlage

A 1

Lageplan



Gefährdung von 3 Gasleitungen durch Windenergieanlagen

1 : 10.000

45821

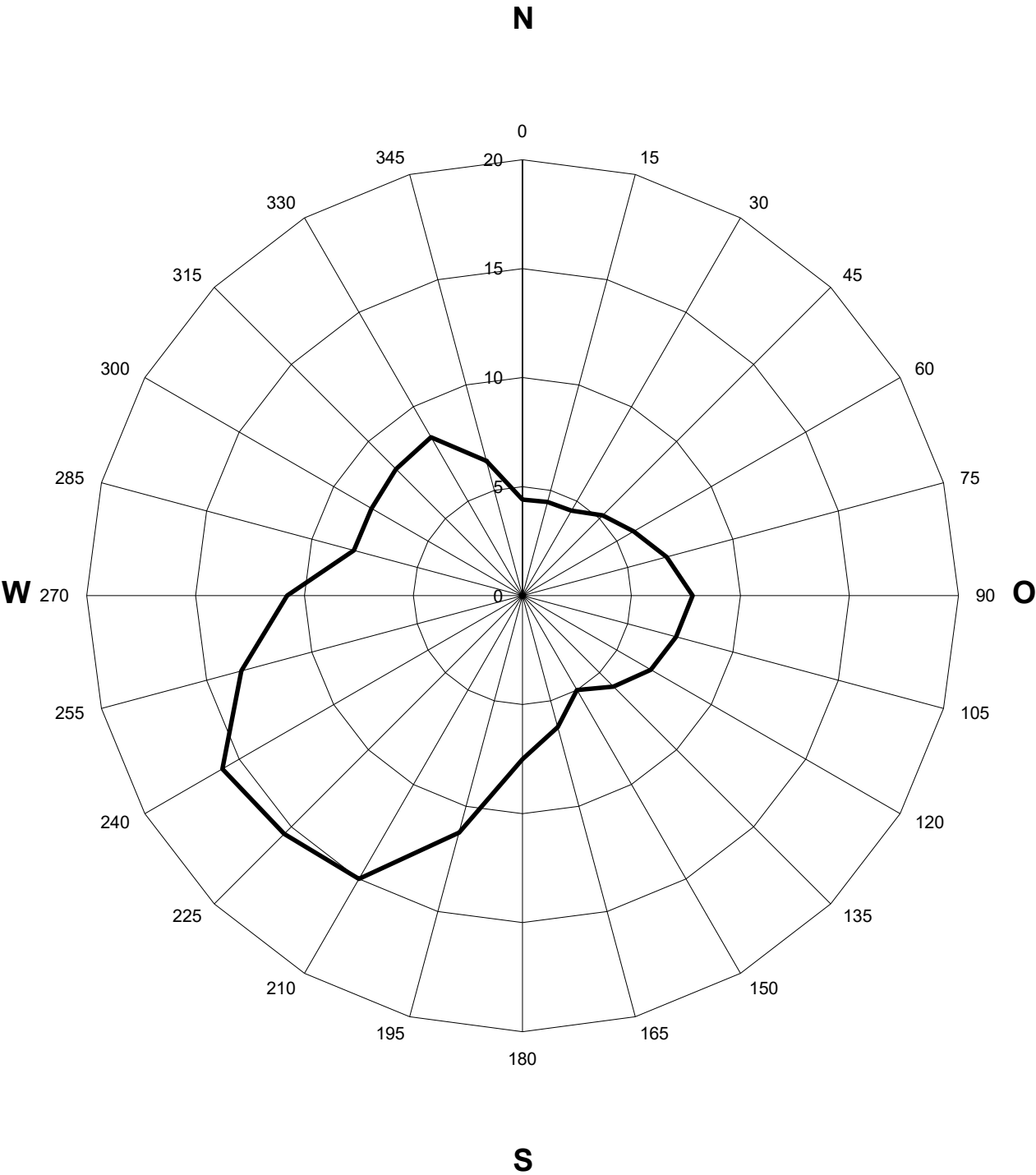
1

Anlage

A 2

Windverteilung

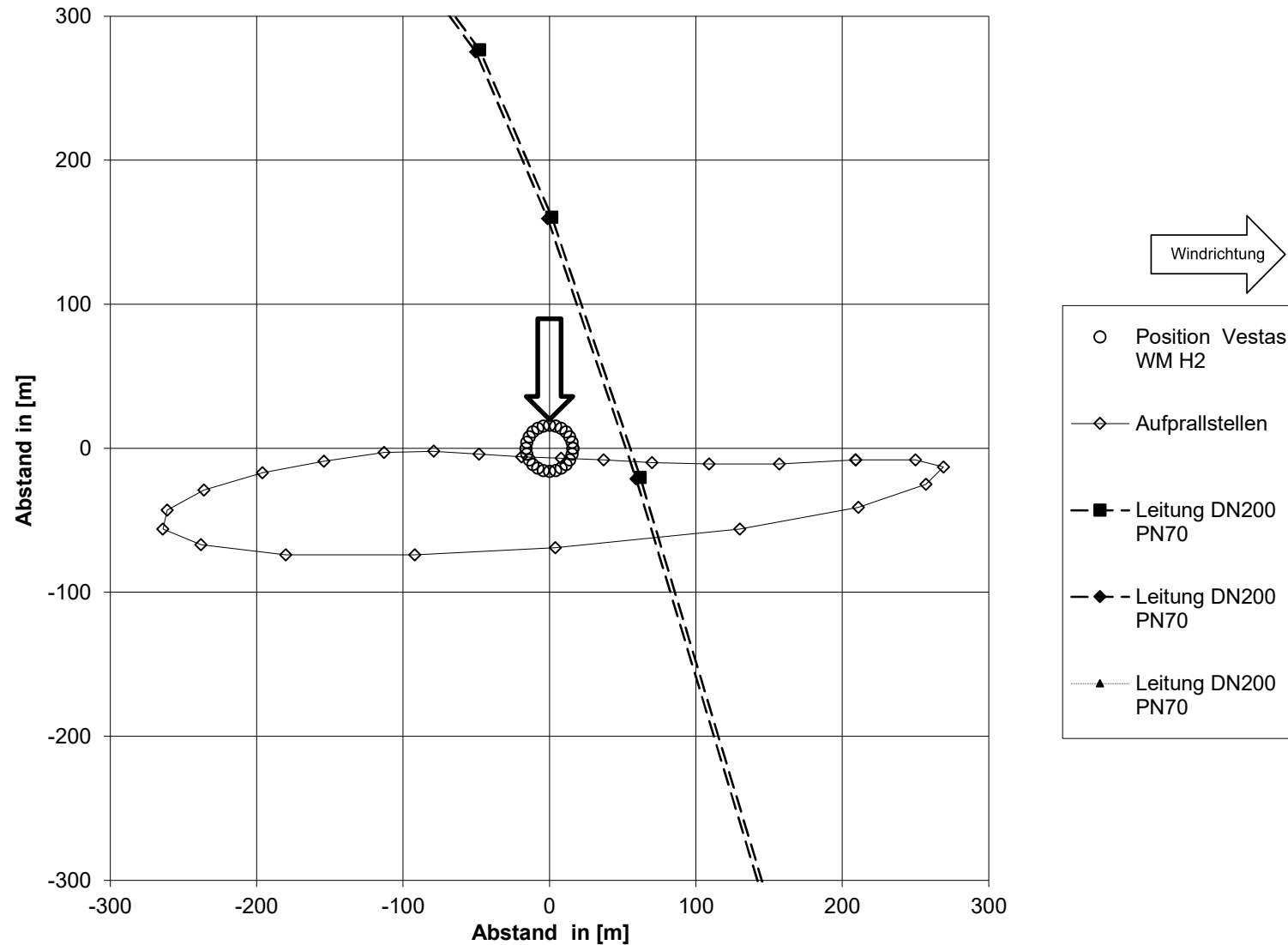
Verteilung der Windrichtung in Prozent



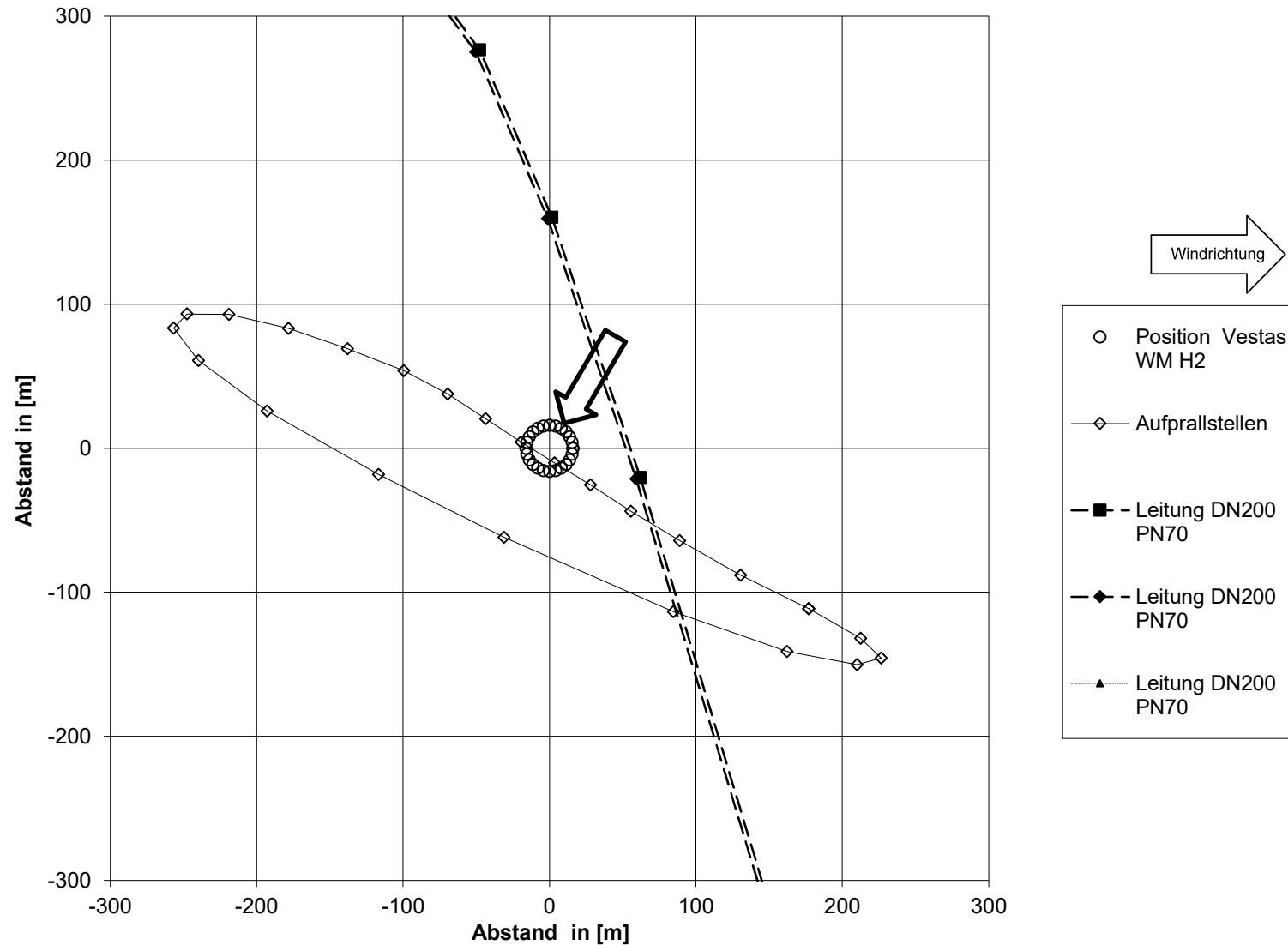
Anlage

- A 3 Gefährdung des Schutzobjektes 29.00.00 durch Abwurf eines 100-%-Rotor-
blattes der WEA WM H2 Typ Vestas V162-6.2

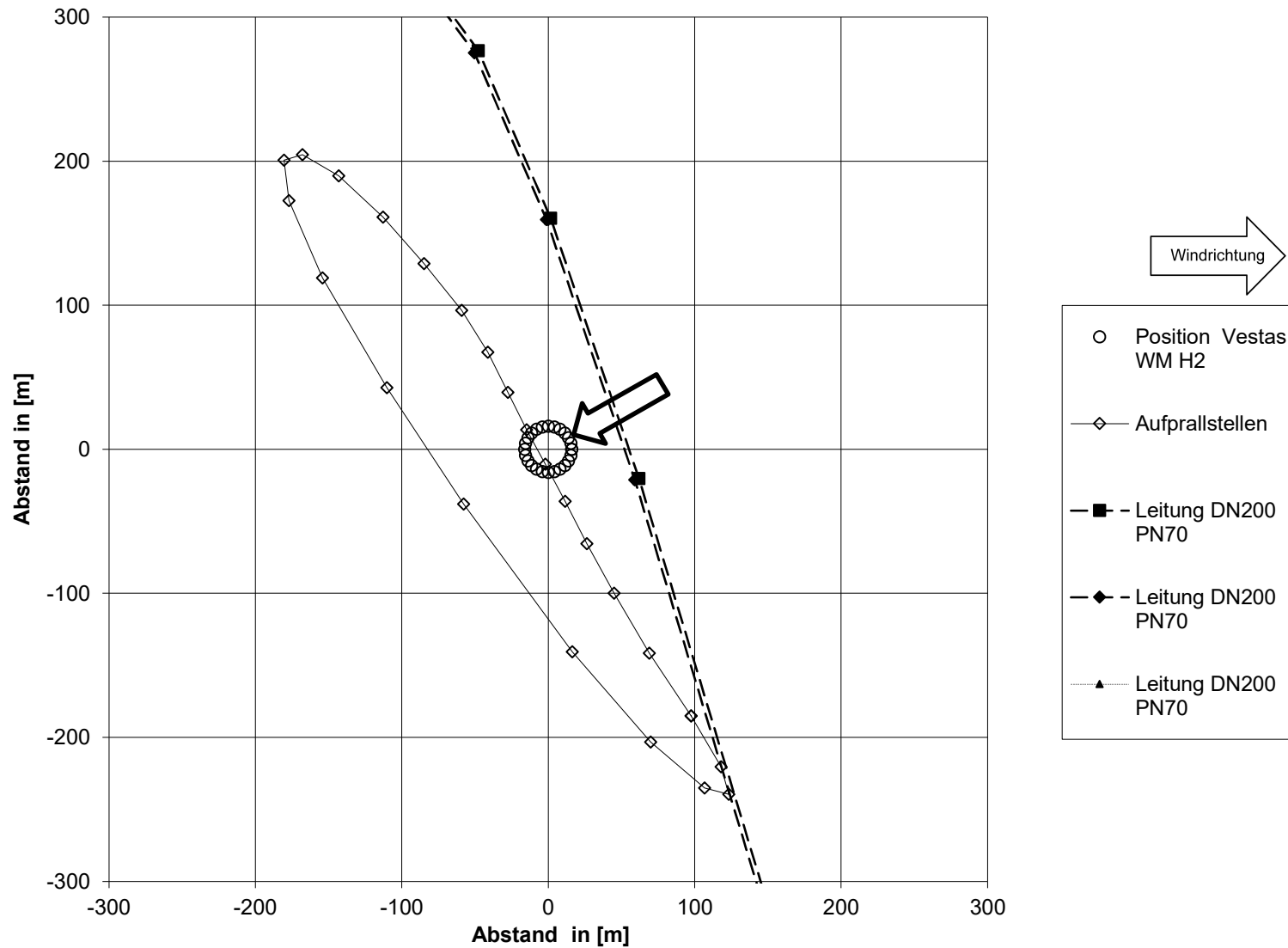
**Mögliche Aufprallstellen für Vestas WM H2 bei Windgeschwindigkeit 24 m/s,
Windrichtung 0°, 12,10 U/min und Leitung DN200 PN70**



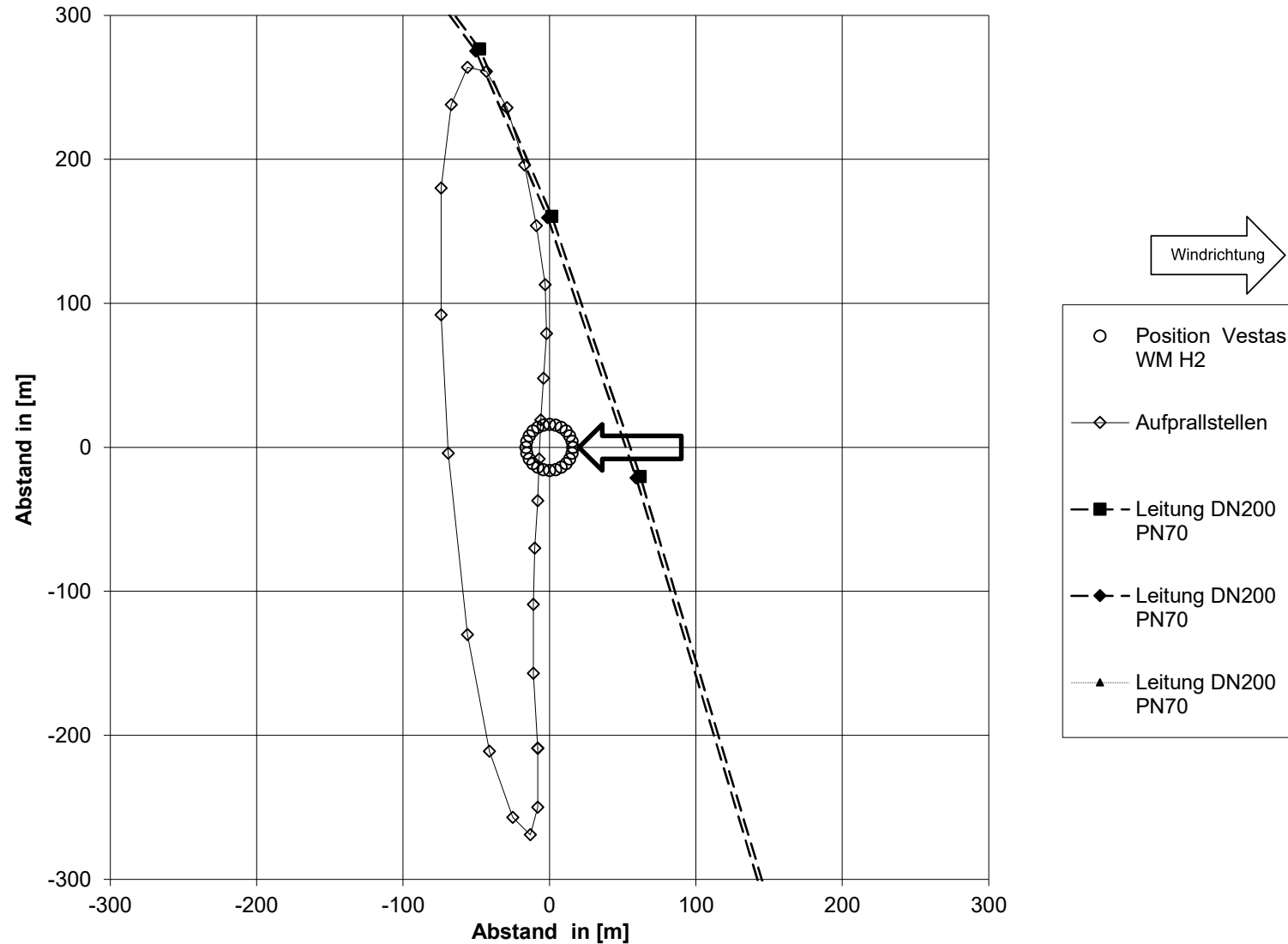
**Mögliche Aufprallstellen für Vestas WM H2 bei Windgeschwindigkeit 24 m/s,
Windrichtung 30°, 12,10 U/min und Leitung DN200 PN70**



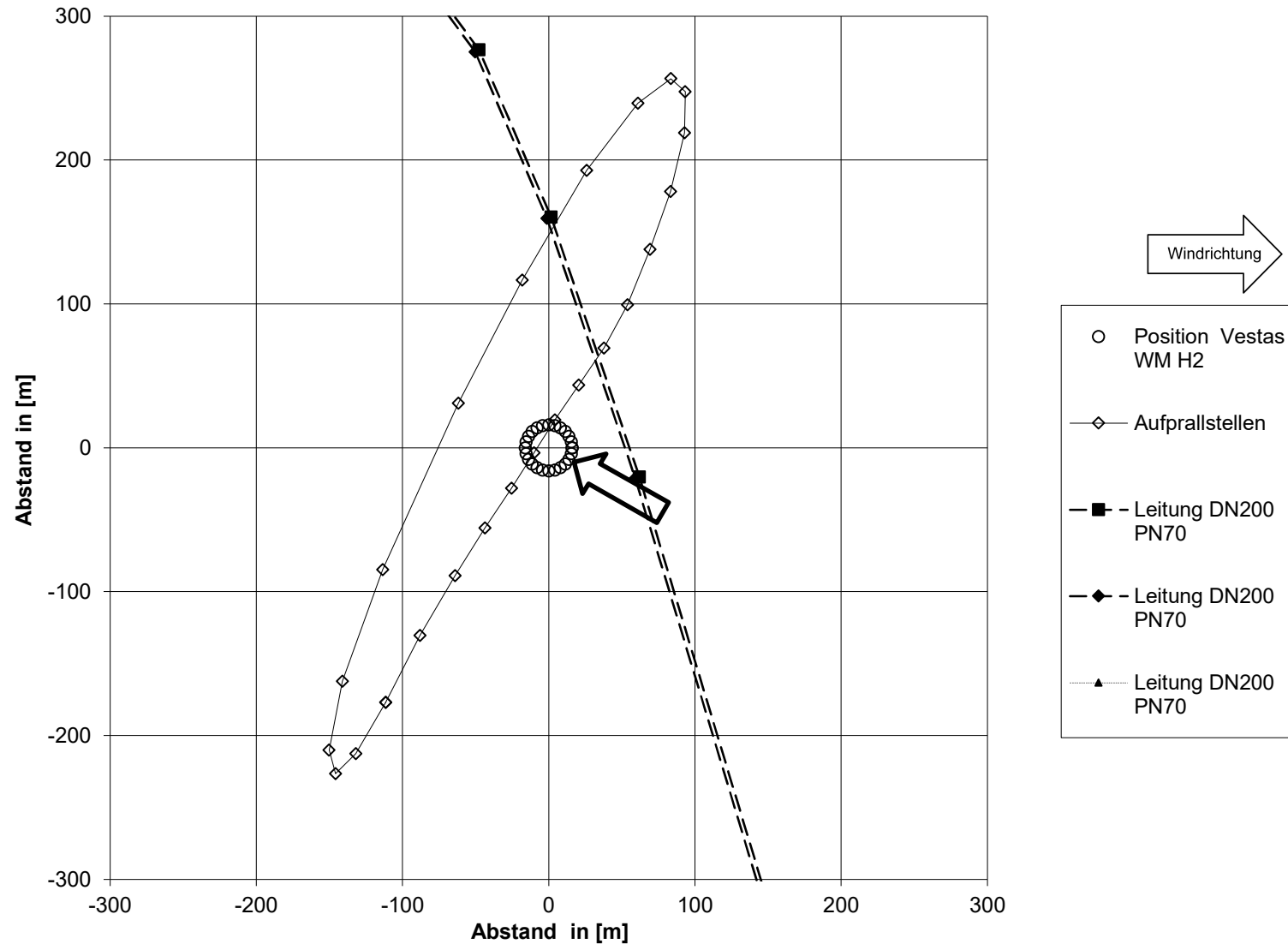
**Mögliche Aufprallstellen für Vestas WM H2 bei Windgeschwindigkeit 24 m/s,
Windrichtung 60°, 12,10 U/min und Leitung DN200 PN70**



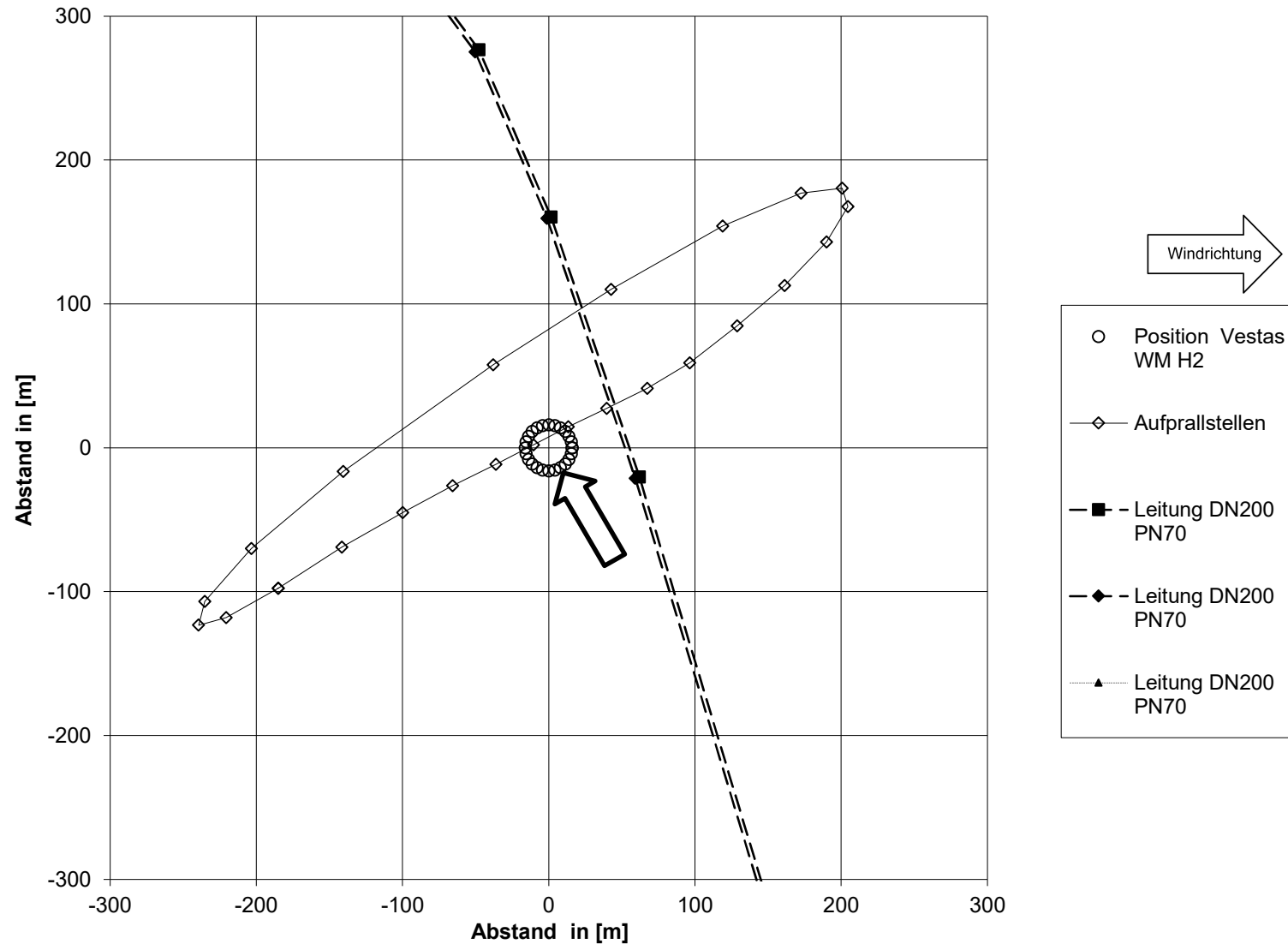
**Mögliche Aufprallstellen für Vestas WM H2 bei Windgeschwindigkeit 24 m/s,
Windrichtung 90°, 12,10 U/min und Leitung DN200 PN70**



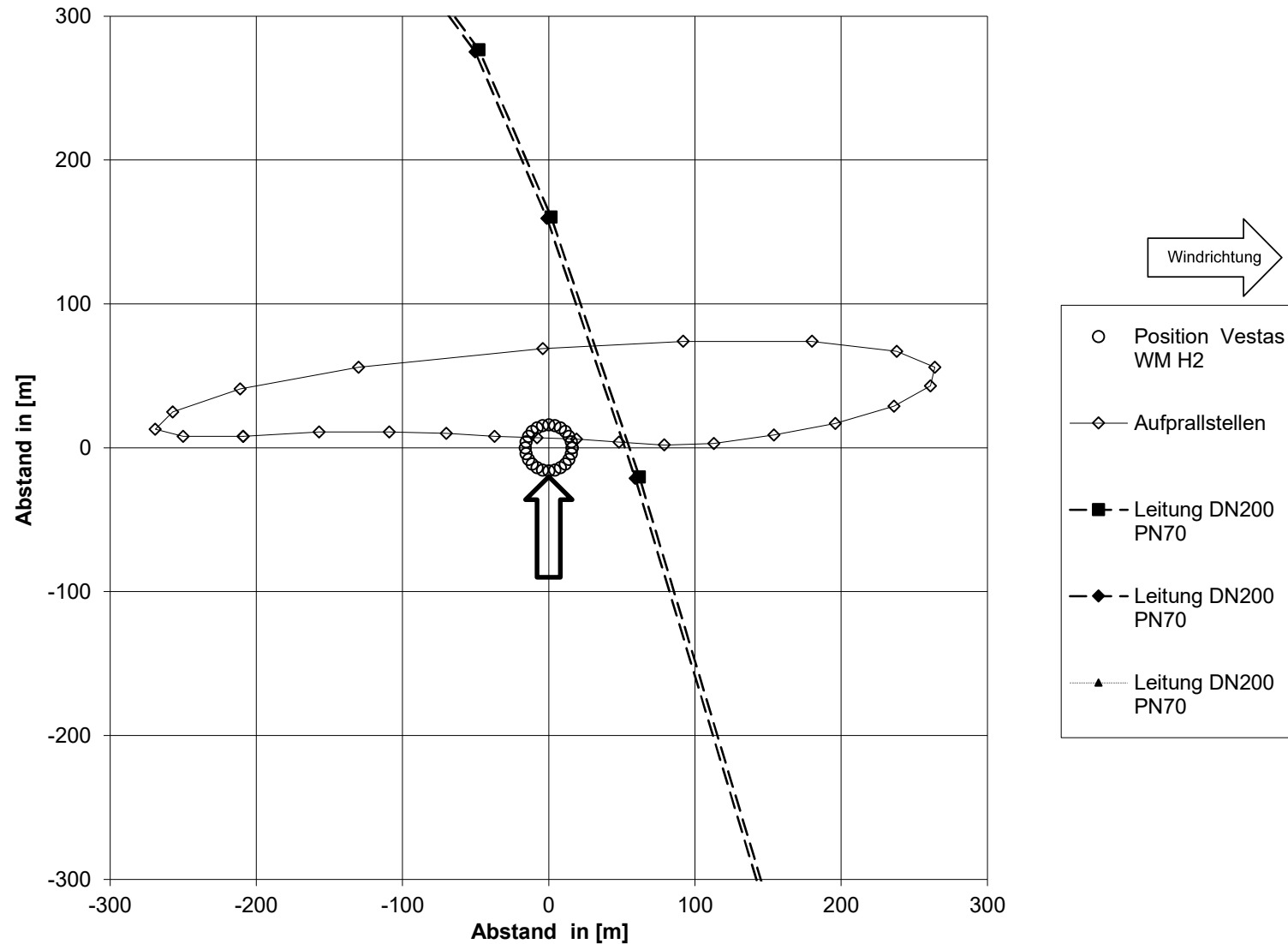
**Mögliche Aufprallstellen für Vestas WM H2 bei Windgeschwindigkeit 24 m/s,
Windrichtung 120°, 12,10 U/min und Leitung DN200 PN70**



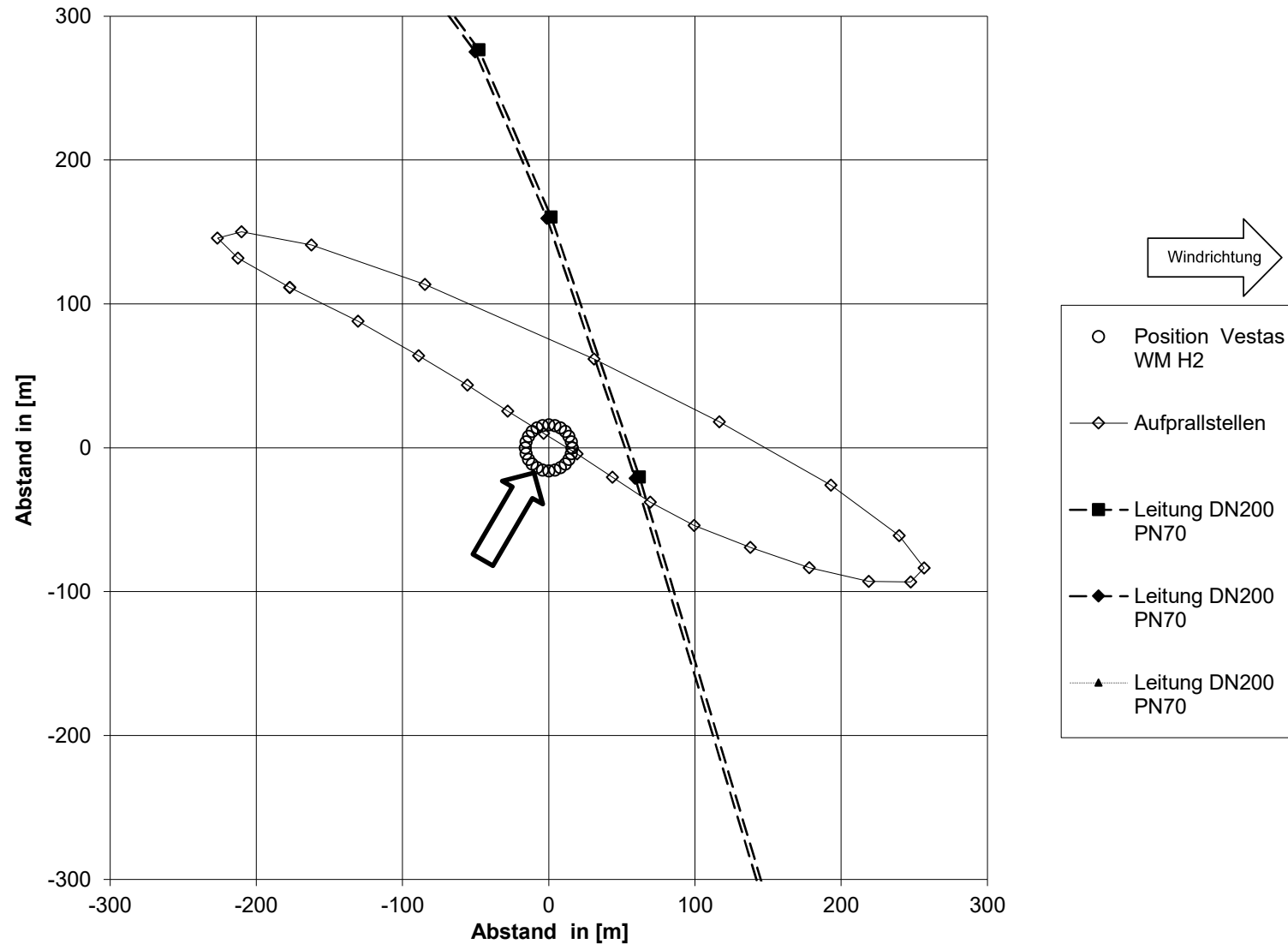
**Mögliche Aufprallstellen für Vestas WM H2 bei Windgeschwindigkeit 24 m/s,
Windrichtung 150°, 12,10 U/min und Leitung DN200 PN70**



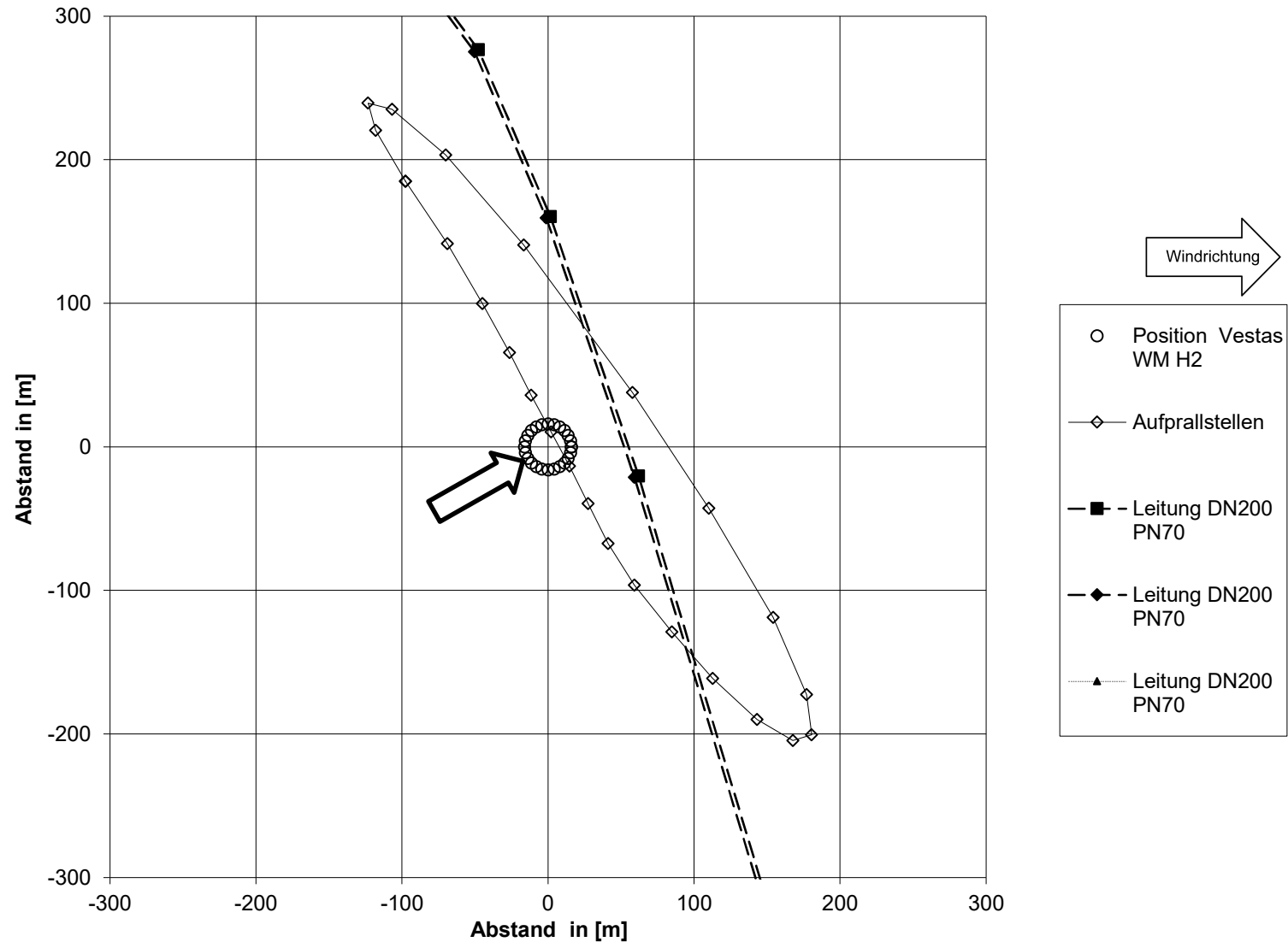
**Mögliche Aufprallstellen für Vestas WM H2 bei Windgeschwindigkeit 24 m/s,
Windrichtung 180°, 12,10 U/min und Leitung DN200 PN70**



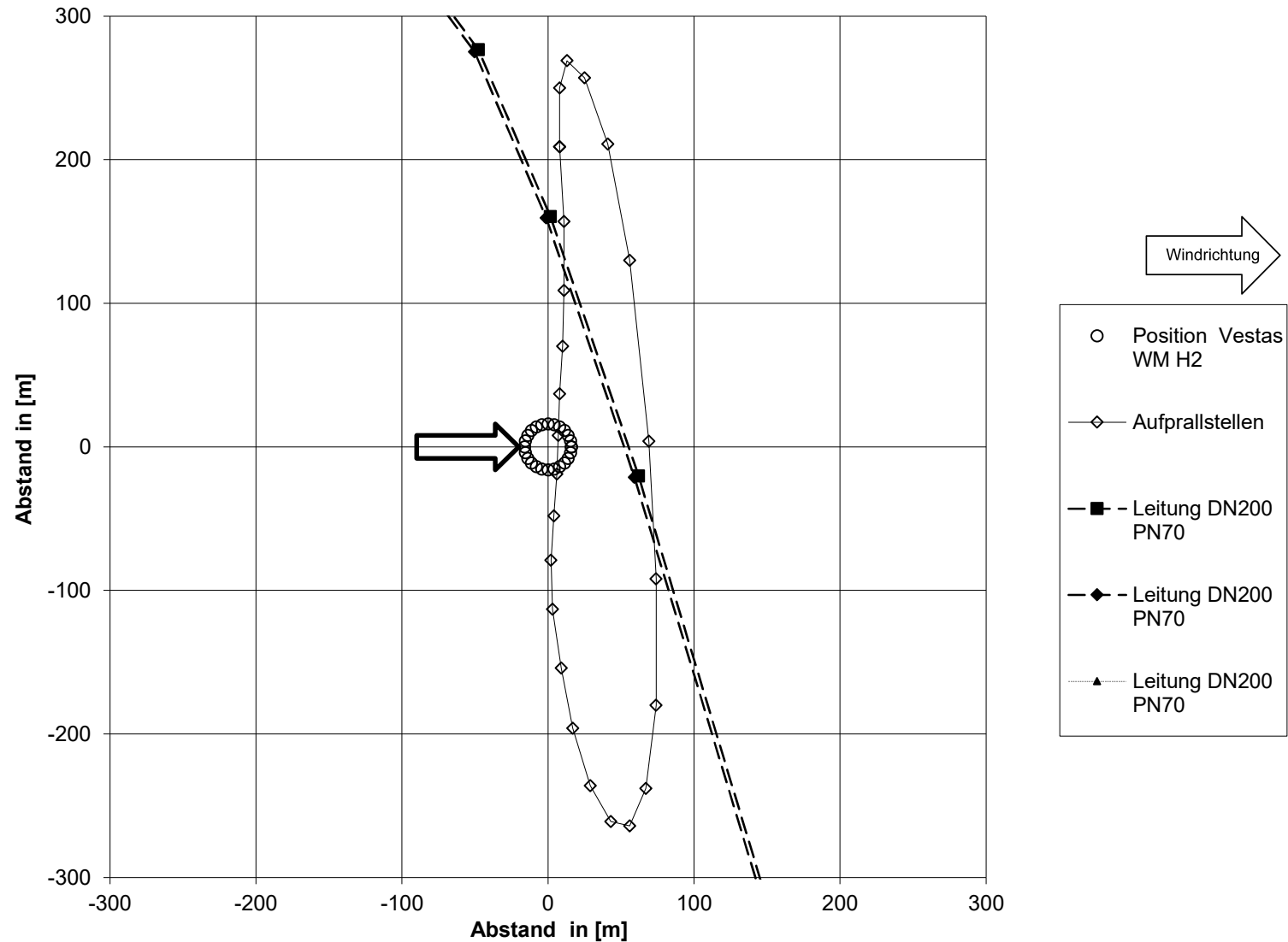
**Mögliche Aufprallstellen für Vestas WM H2 bei Windgeschwindigkeit 24 m/s,
Windrichtung 210°, 12,10 U/min und Leitung DN200 PN70**



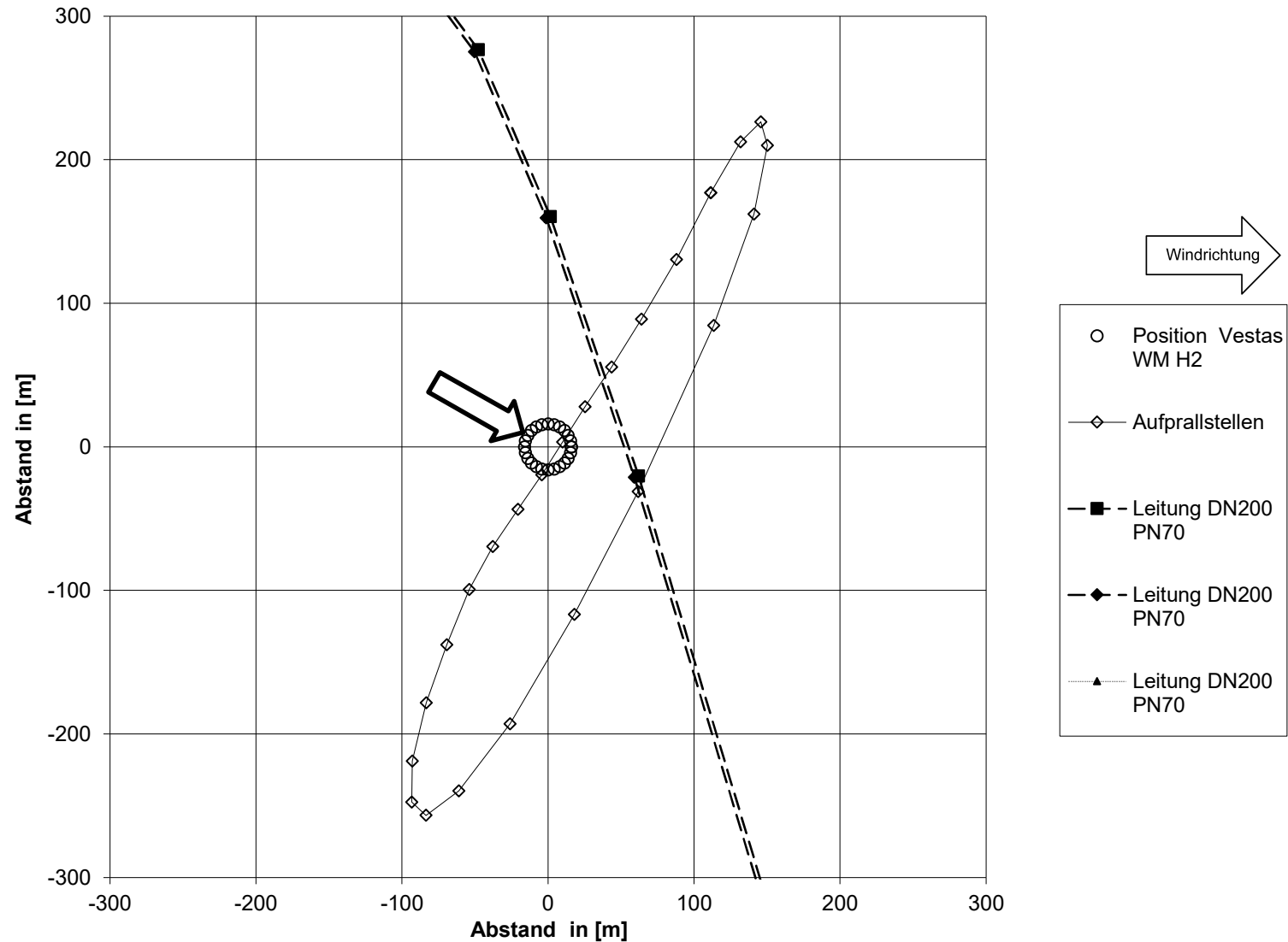
**Mögliche Aufprallstellen für Vestas WM H2 bei Windgeschwindigkeit 24 m/s,
Windrichtung 240°, 12,10 U/min und Leitung DN200 PN70**



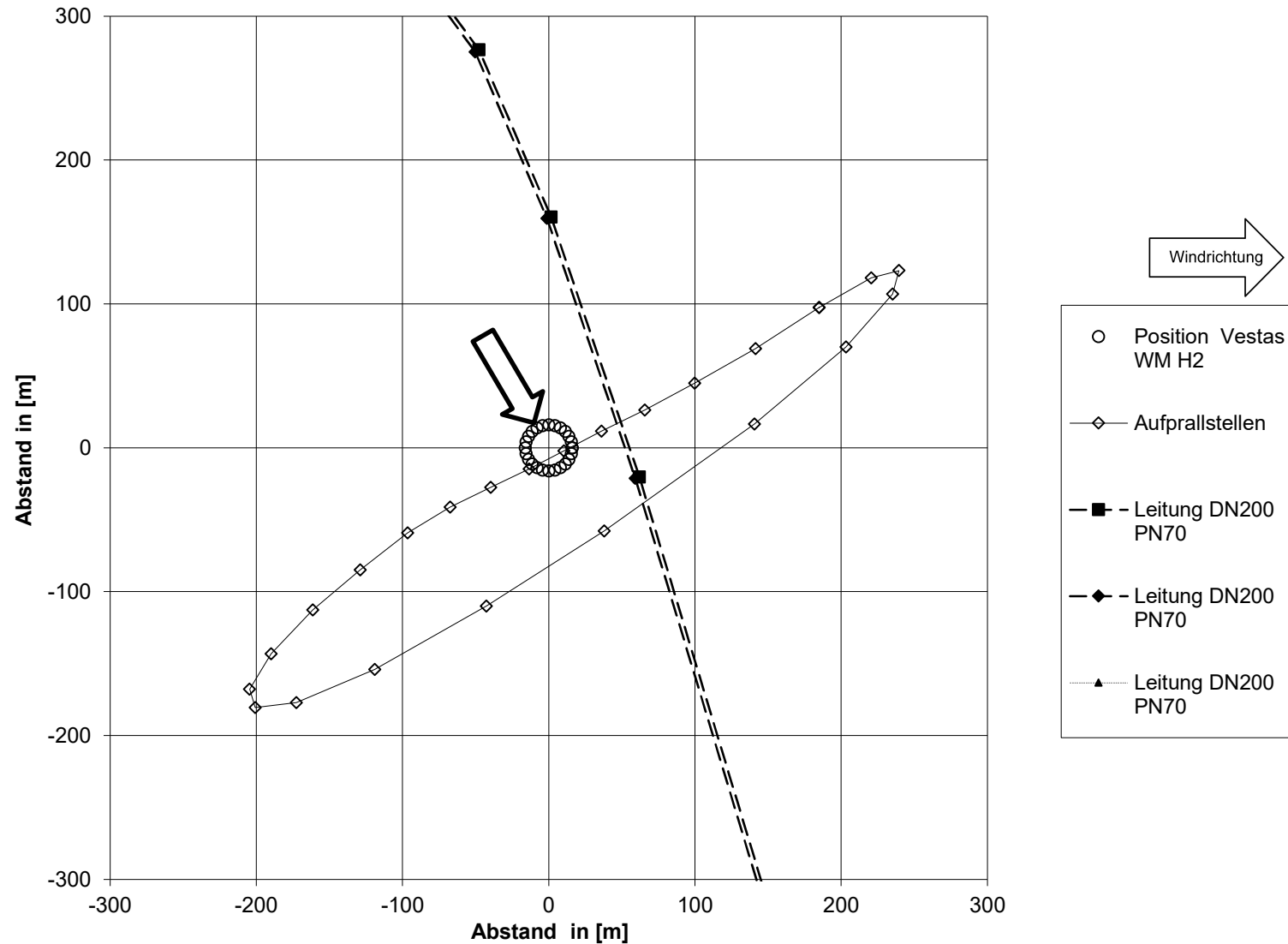
**Mögliche Aufprallstellen für Vestas WM H2 bei Windgeschwindigkeit 24 m/s,
Windrichtung 270°, 12,10 U/min und Leitung DN200 PN70**



**Mögliche Aufprallstellen für Vestas WM H2 bei Windgeschwindigkeit 24 m/s,
Windrichtung 300°, 12,10 U/min und Leitung DN200 PN70**



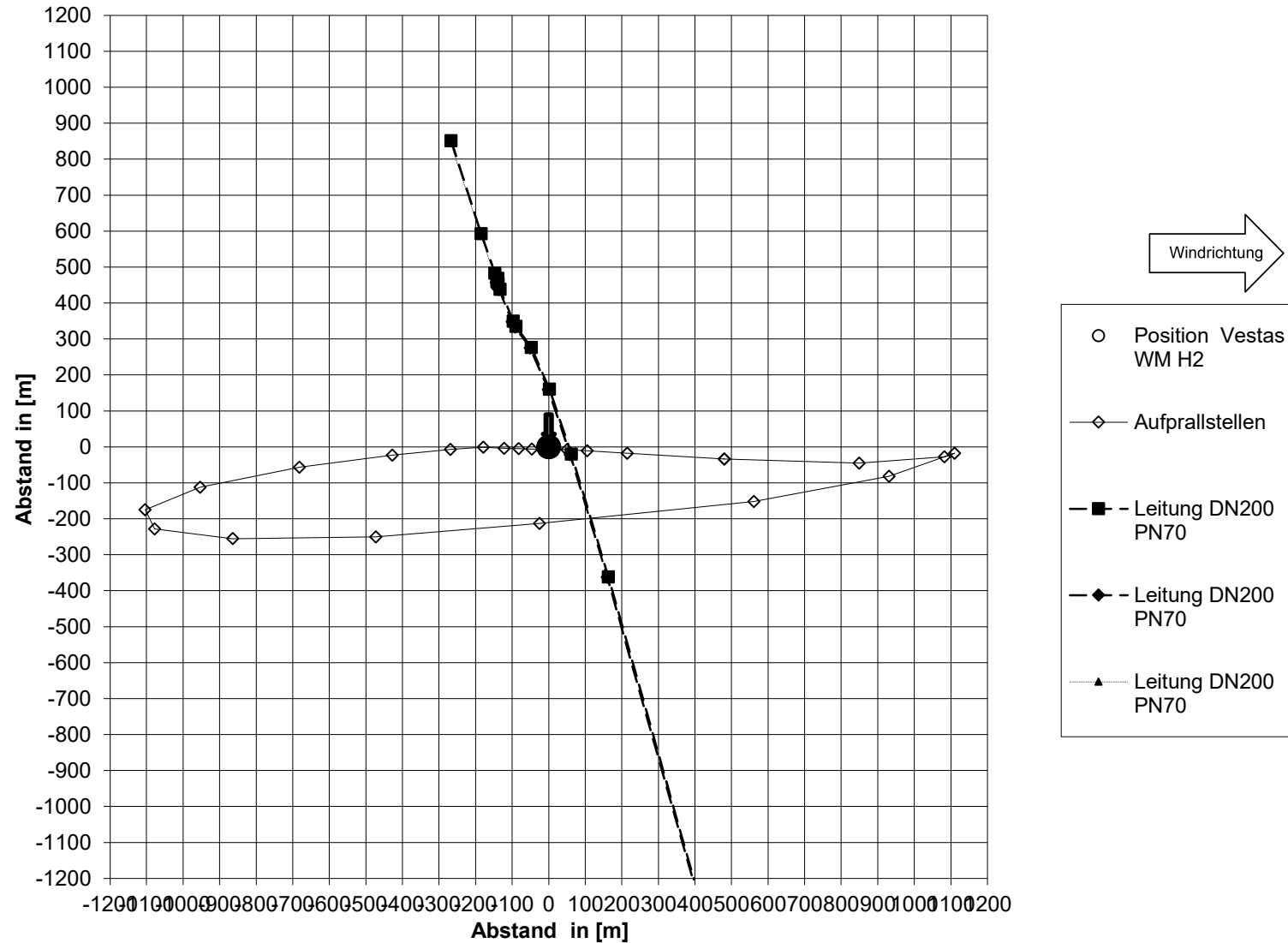
**Mögliche Aufprallstellen für Vestas WM H2 bei Windgeschwindigkeit 24 m/s,
Windrichtung 330°, 12,10 U/min und Leitung DN200 PN70**



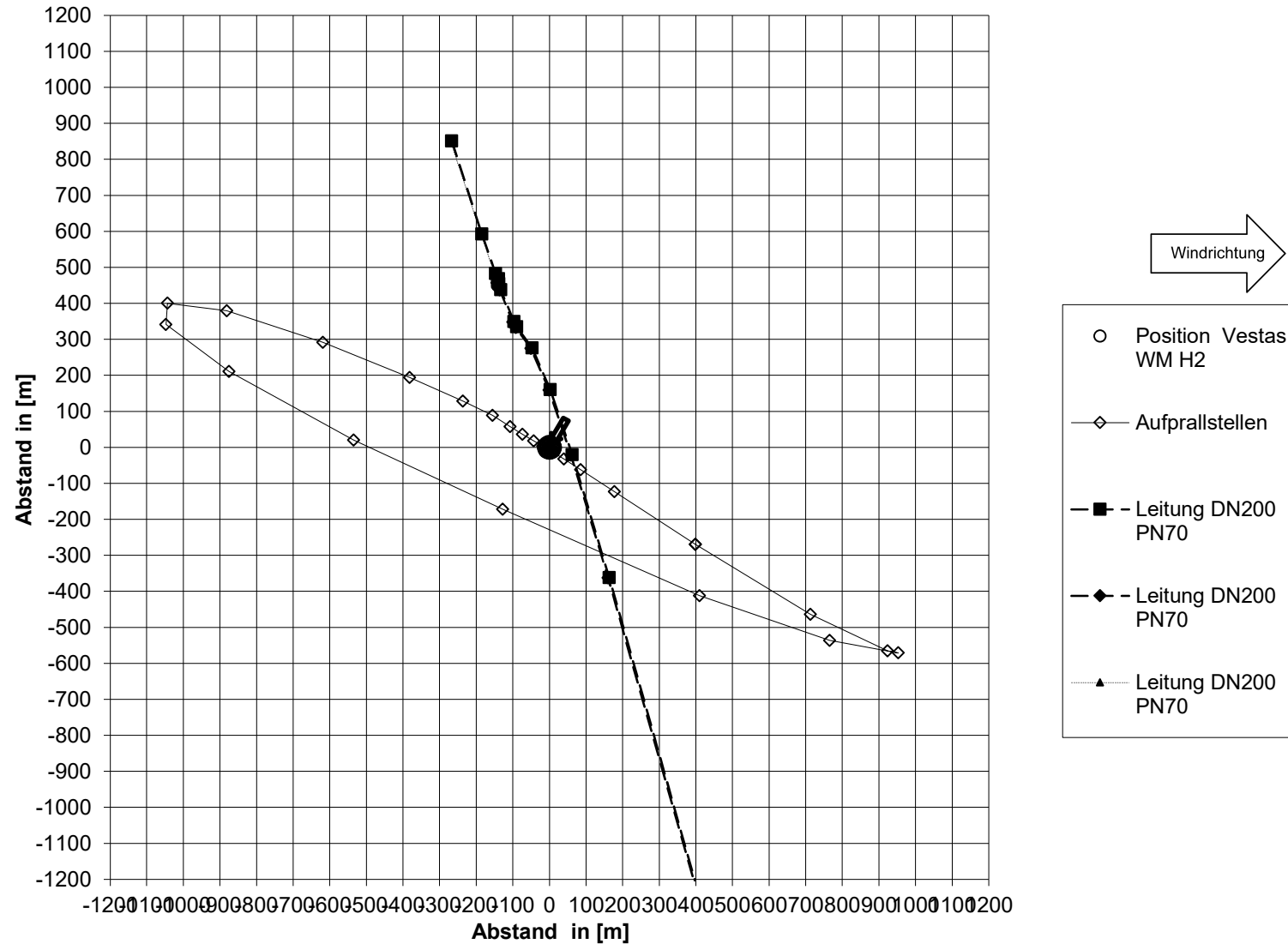
Anlage

- A 4 Gefährdung des Schutzobjektes 29.00.00 durch Abwurf eines 30-%-Rotor-
blattes der WEA WM H2 Typ Vestas V162-6.2

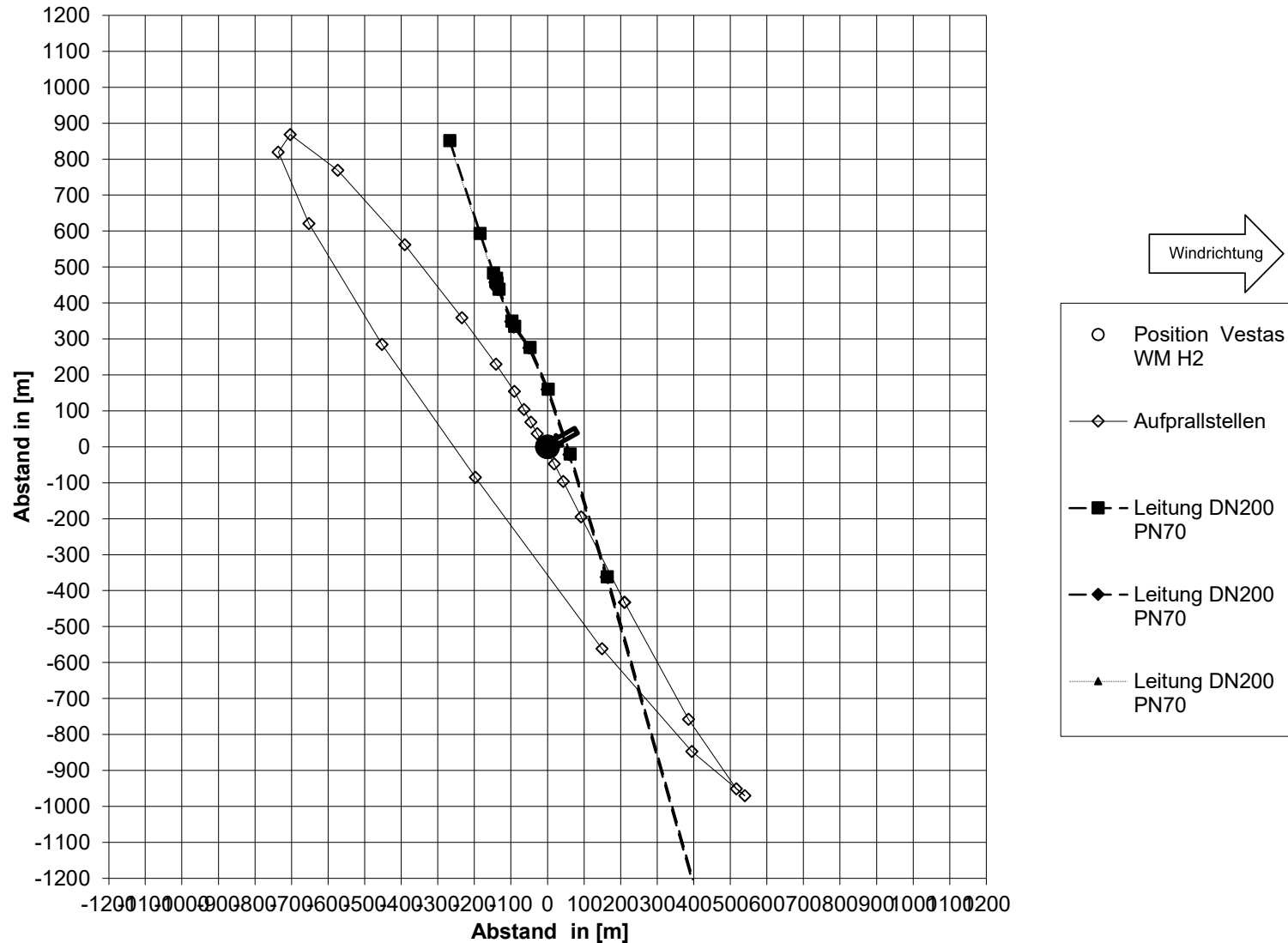
**Mögliche Aufprallstellen für Vestas WM H2 bei Windgeschwindigkeit 24 m/s,
Windrichtung 0°, 12,10 U/min und Leitung DN200 PN70**



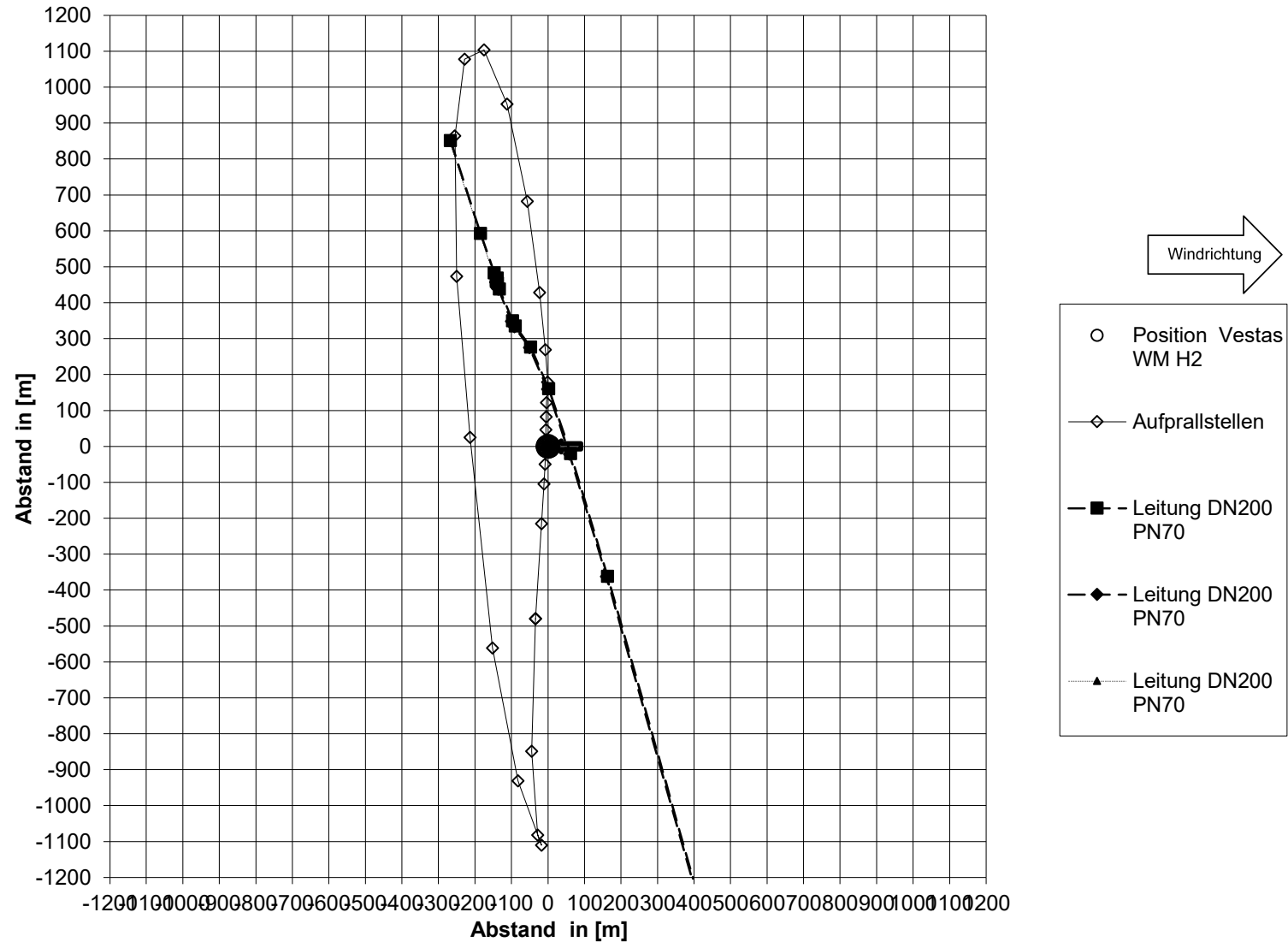
**Mögliche Aufprallstellen für Vestas WM H2 bei Windgeschwindigkeit 24 m/s,
Windrichtung 30°, 12,10 U/min und Leitung DN200 PN70**



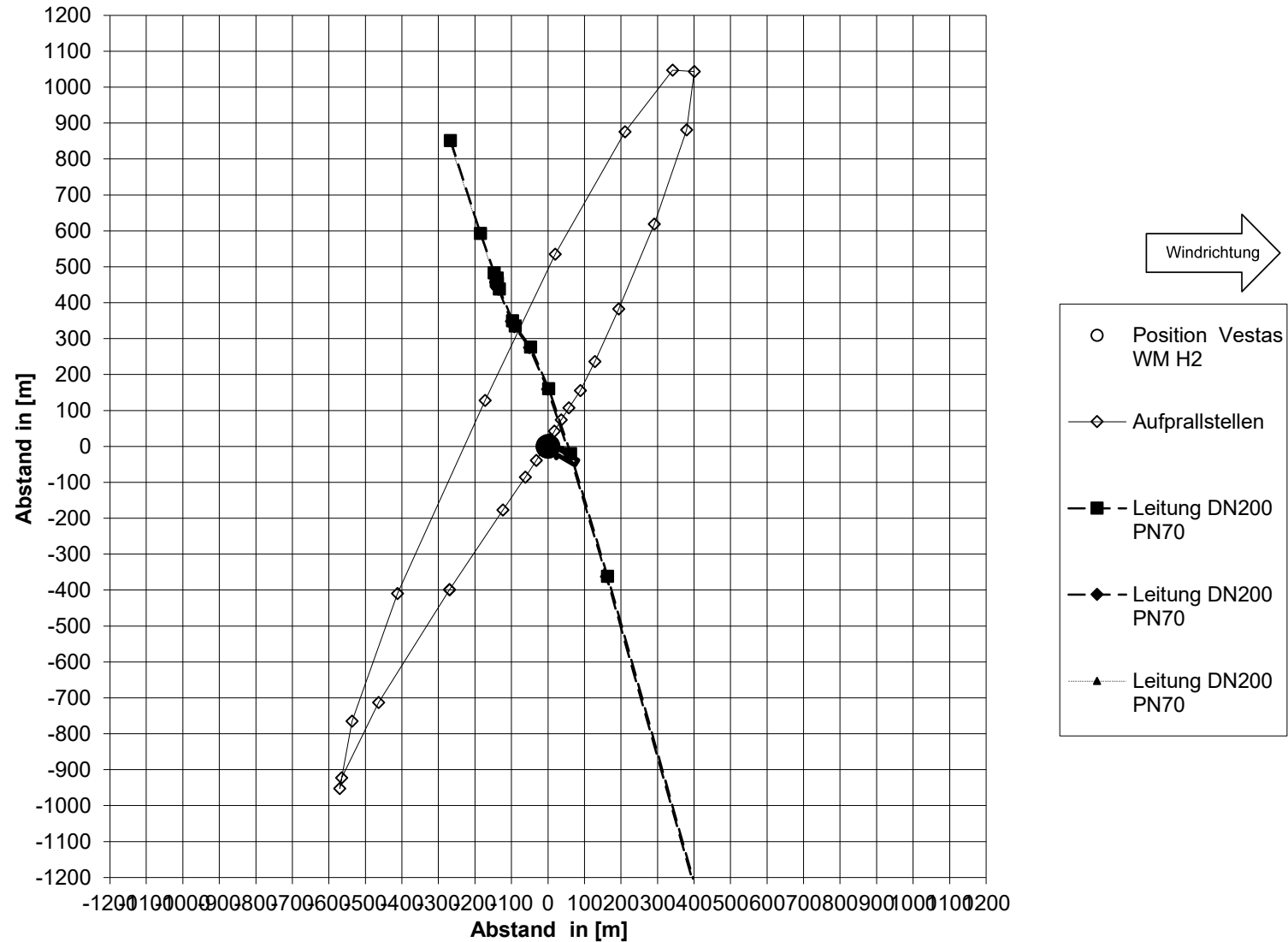
**Mögliche Aufprallstellen für Vestas WM H2 bei Windgeschwindigkeit 24 m/s,
Windrichtung 60°, 12,10 U/min und Leitung DN200 PN70**



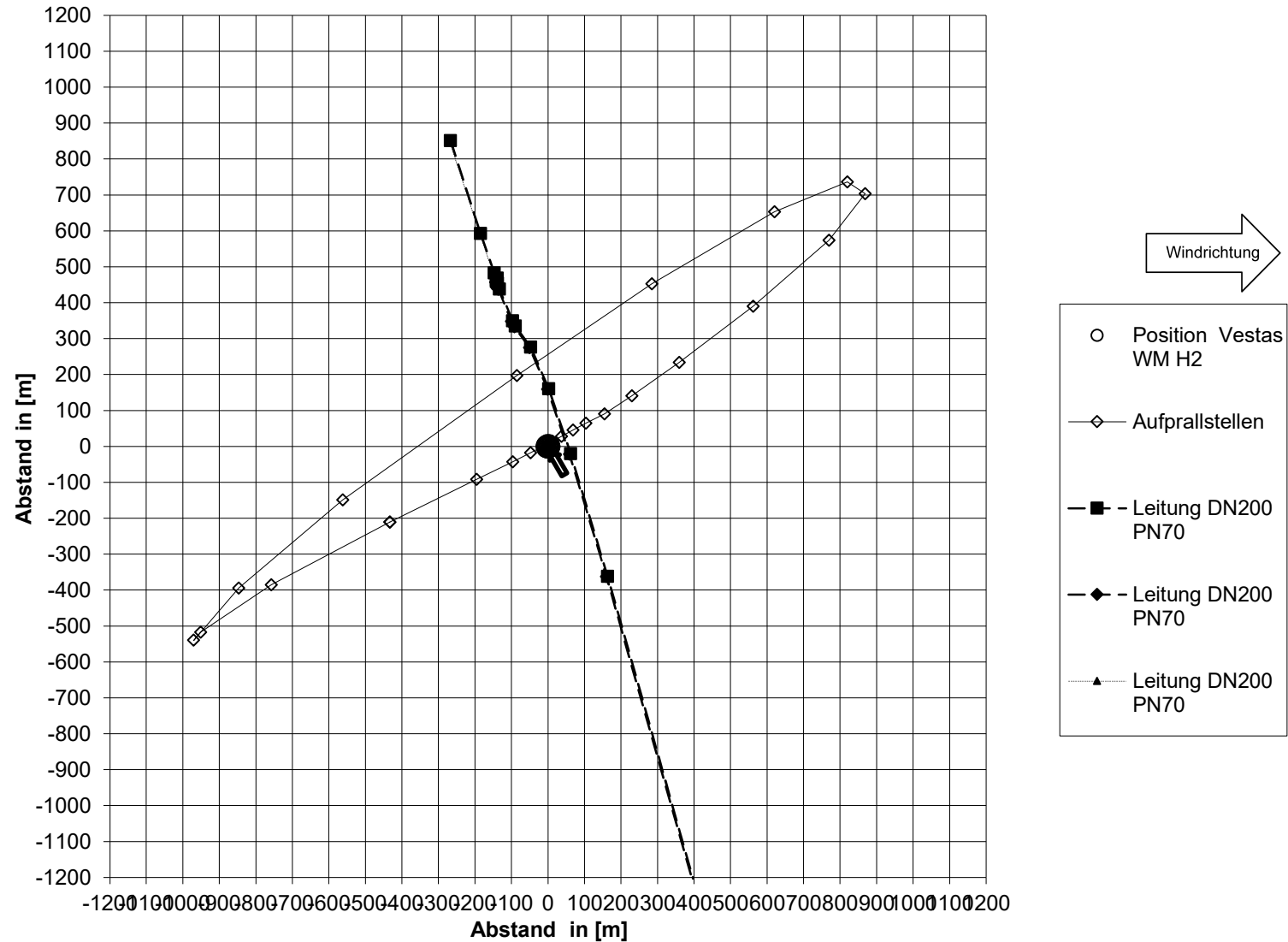
**Mögliche Aufprallstellen für Vestas WM H2 bei Windgeschwindigkeit 24 m/s,
Windrichtung 90°, 12,10 U/min und Leitung DN200 PN70**



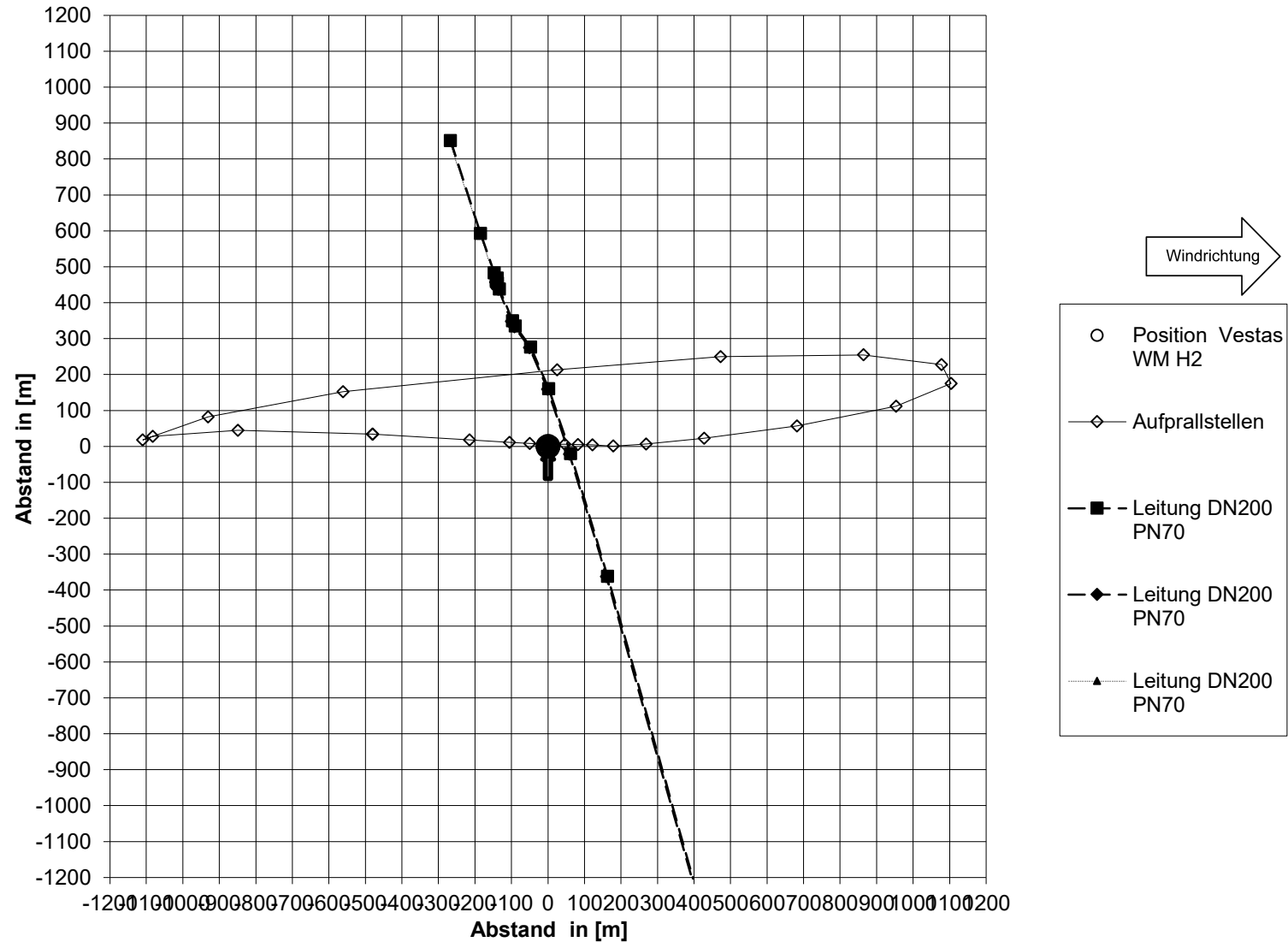
**Mögliche Aufprallstellen für Vestas WM H2 bei Windgeschwindigkeit 24 m/s,
Windrichtung 120°, 12,10 U/min und Leitung DN200 PN70**



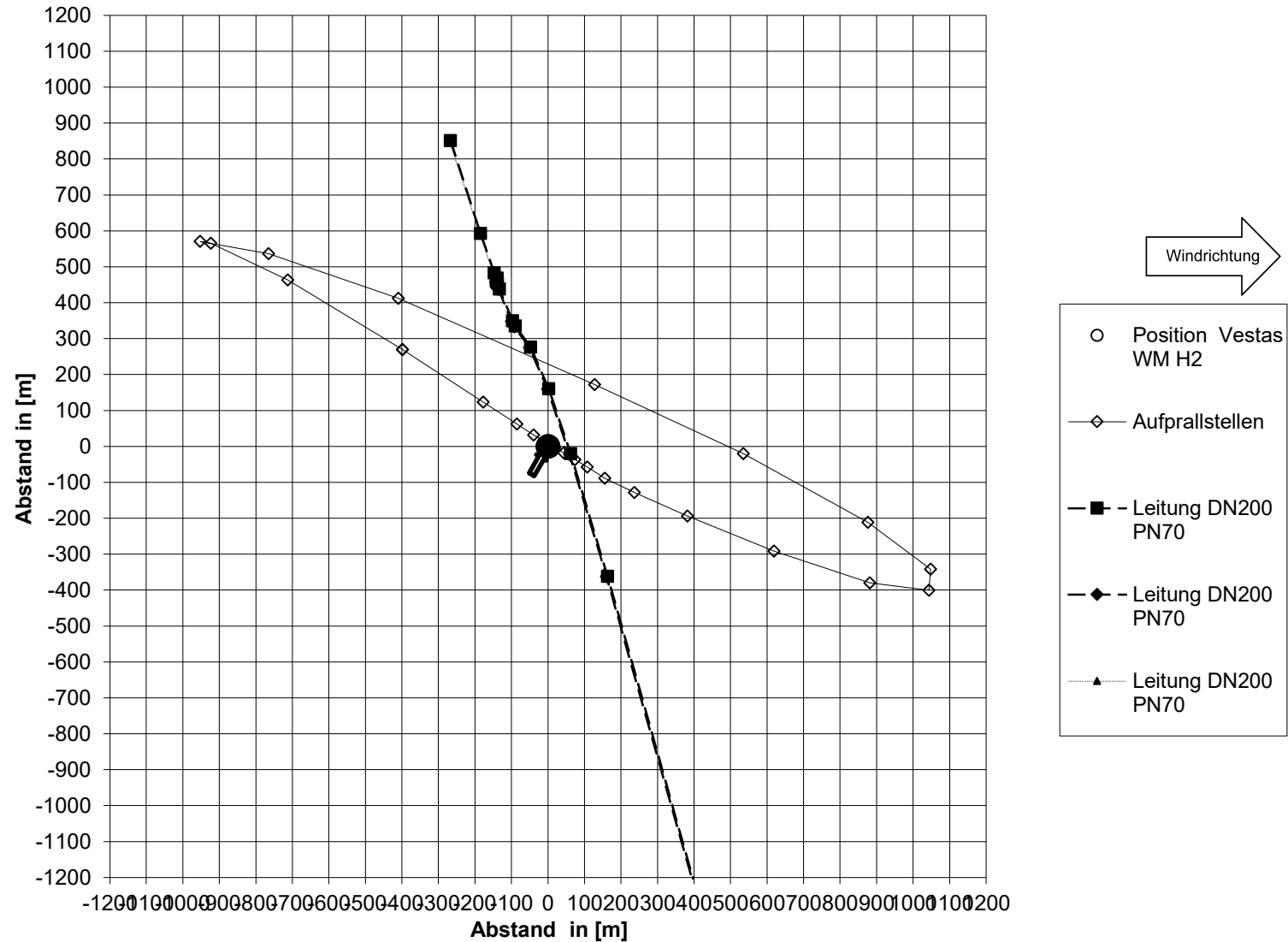
**Mögliche Aufprallstellen für Vestas WM H2 bei Windgeschwindigkeit 24 m/s,
Windrichtung 150°, 12,10 U/min und Leitung DN200 PN70**



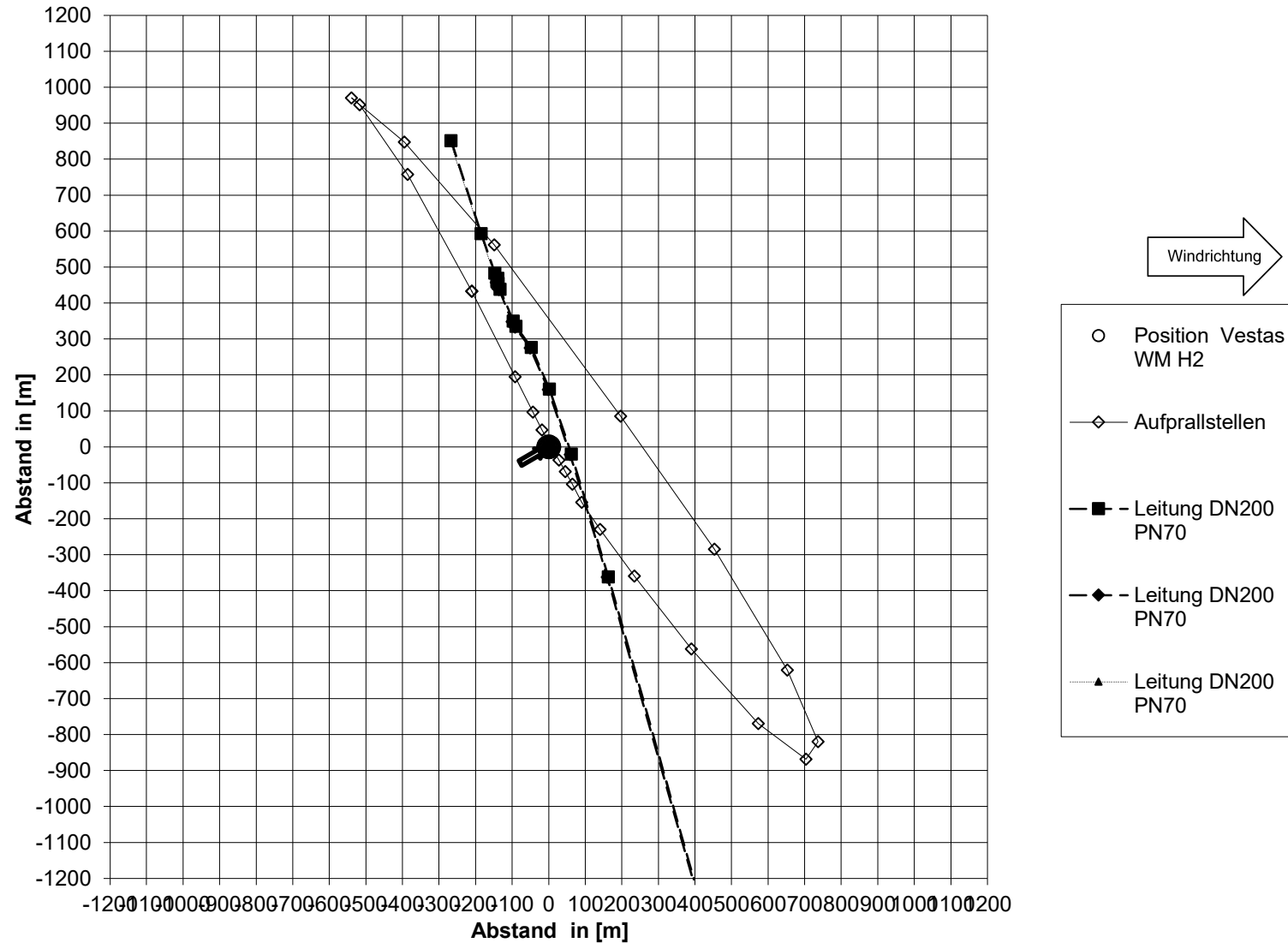
**Mögliche Aufprallstellen für Vestas WM H2 bei Windgeschwindigkeit 24 m/s,
Windrichtung 180°, 12,10 U/min und Leitung DN200 PN70**



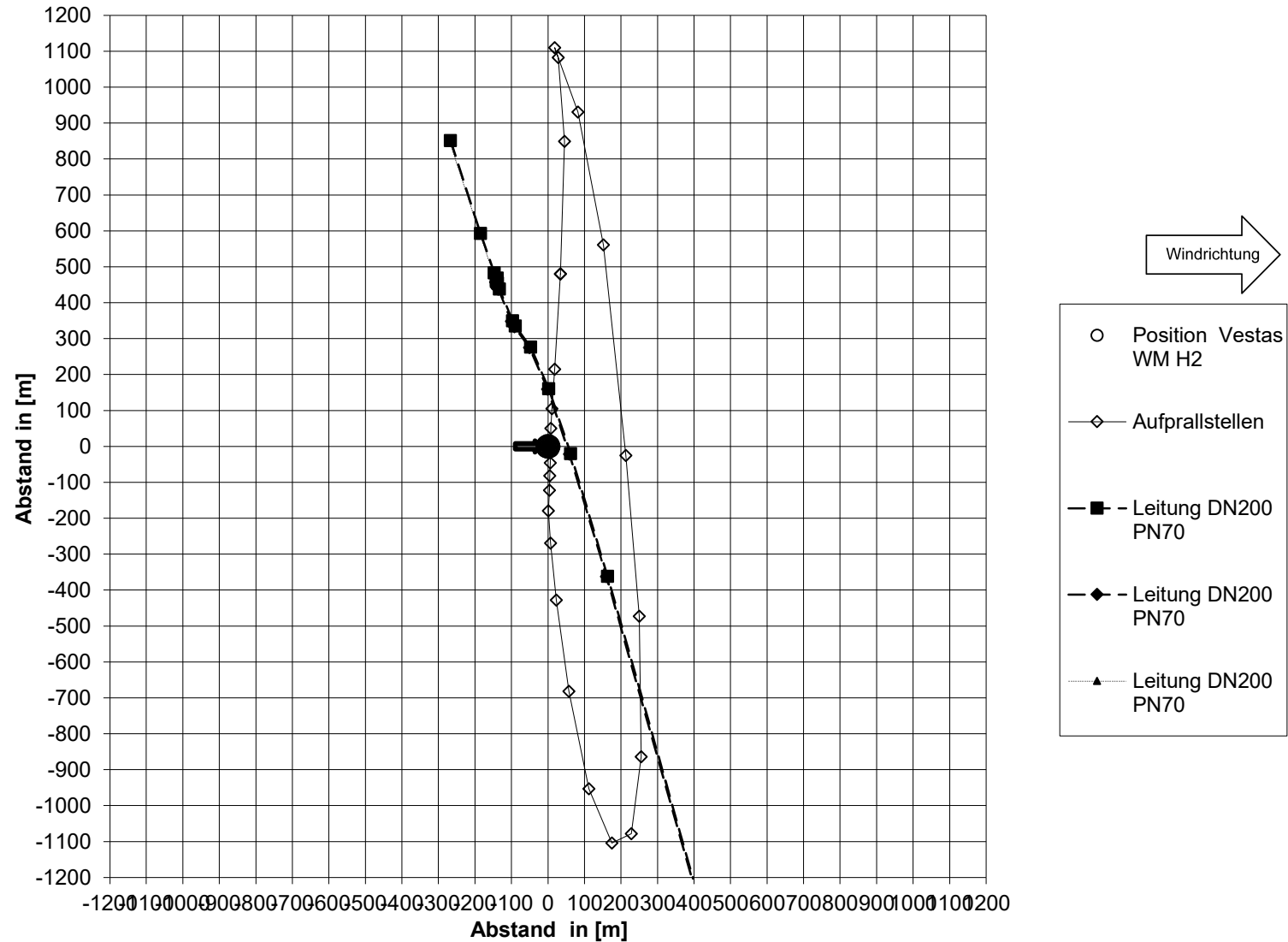
**Mögliche Aufprallstellen für Vestas WM H2 bei Windgeschwindigkeit 24 m/s,
Windrichtung 210°, 12,10 U/min und Leitung DN200 PN70**



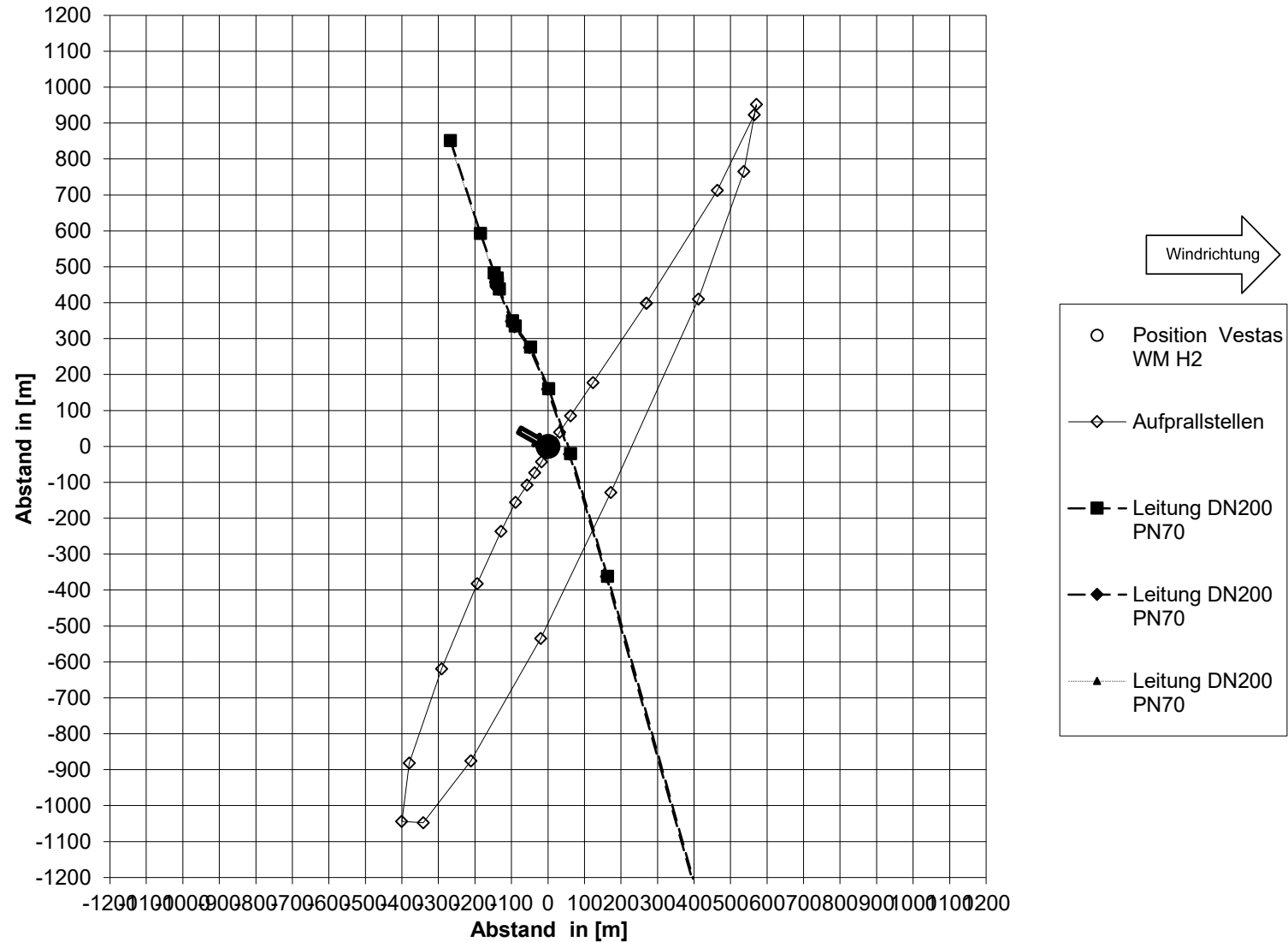
**Mögliche Aufprallstellen für Vestas WM H2 bei Windgeschwindigkeit 24 m/s,
Windrichtung 240°, 12,10 U/min und Leitung DN200 PN70**



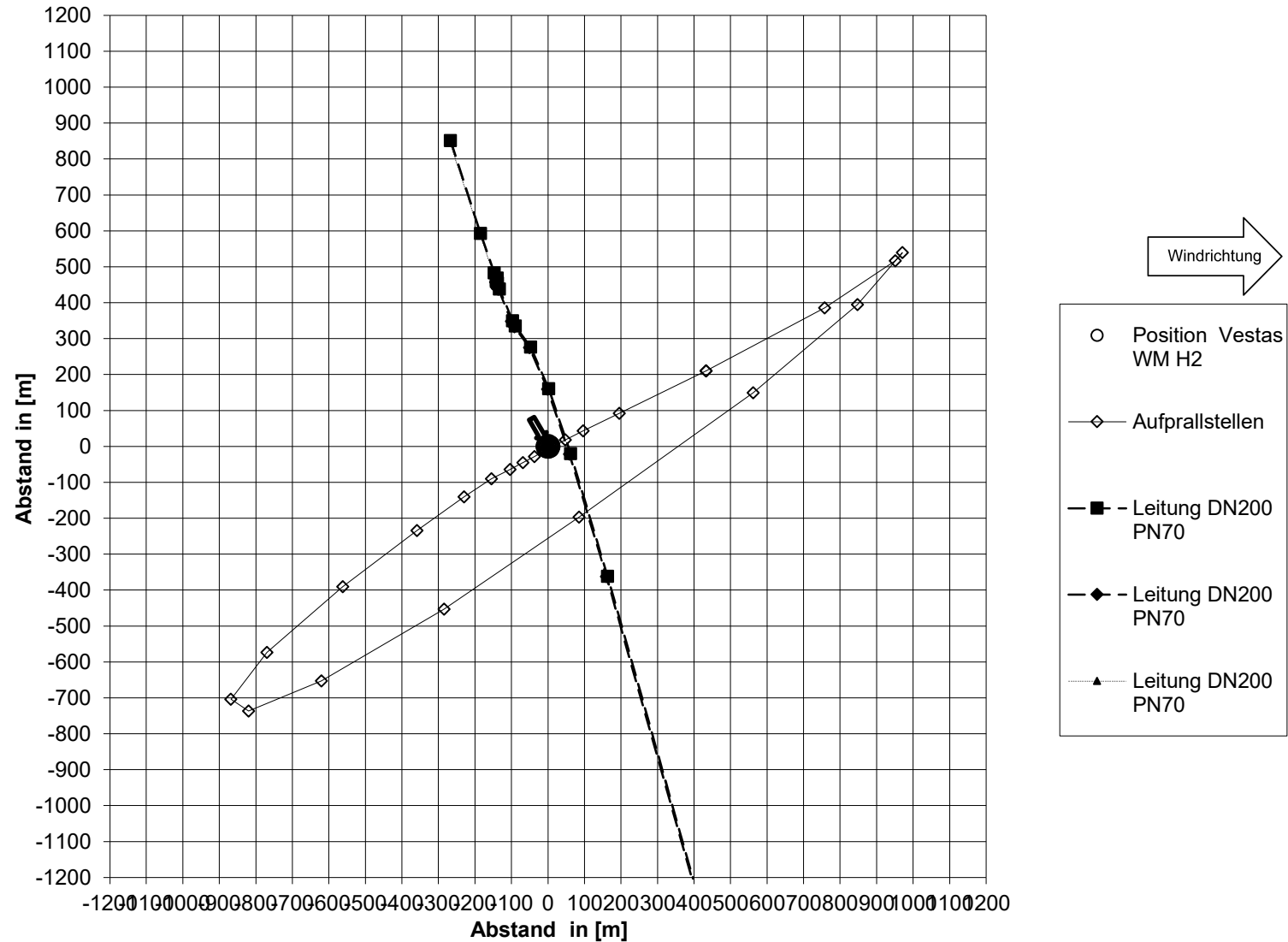
**Mögliche Aufprallstellen für Vestas WM H2 bei Windgeschwindigkeit 24 m/s,
Windrichtung 270°, 12,10 U/min und Leitung DN200 PN70**



**Mögliche Aufprallstellen für Vestas WM H2 bei Windgeschwindigkeit 24 m/s,
Windrichtung 300°, 12,10 U/min und Leitung DN200 PN70**



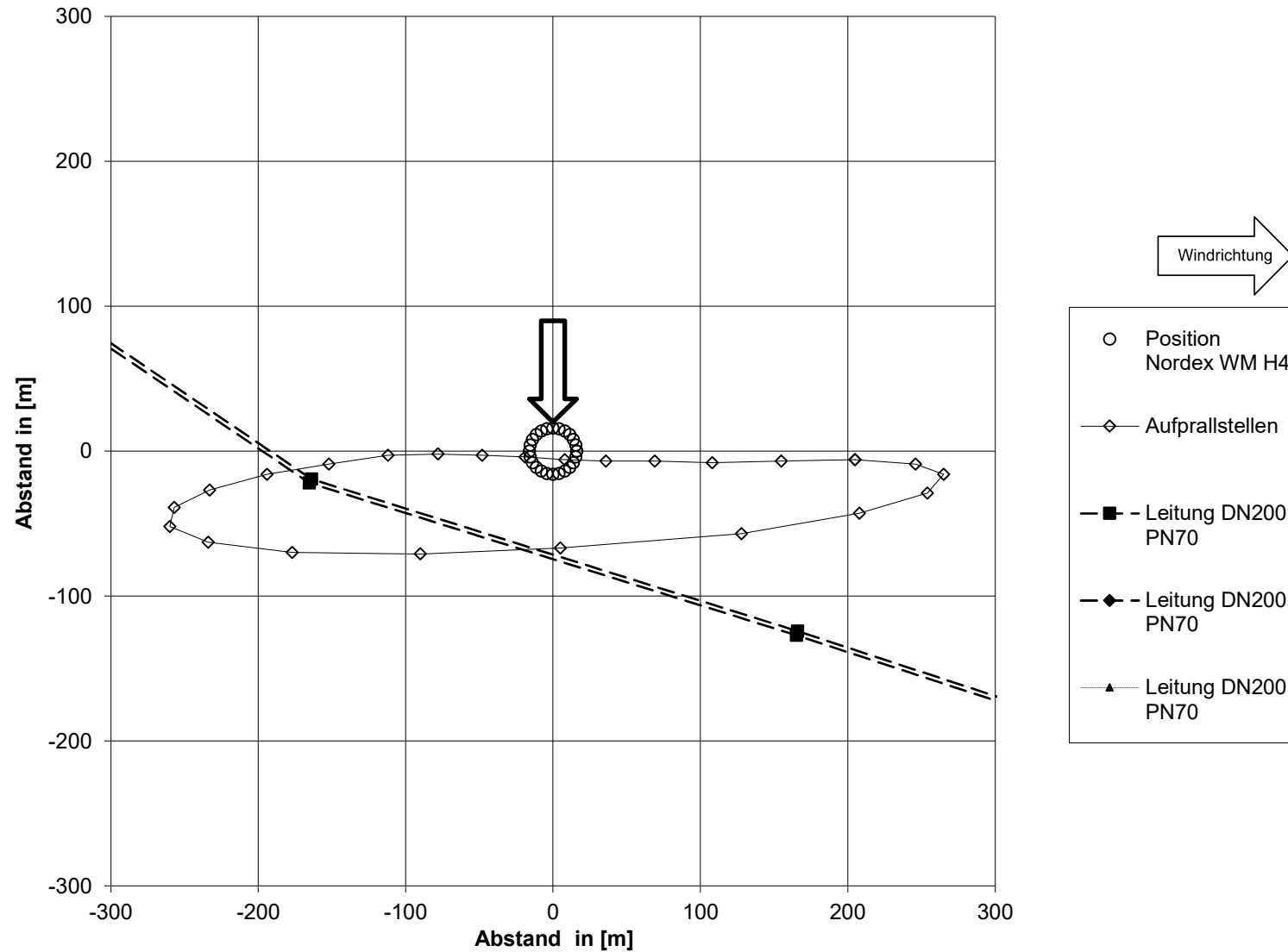
**Mögliche Aufprallstellen für Vestas WM H2 bei Windgeschwindigkeit 24 m/s,
Windrichtung 330°, 12,10 U/min und Leitung DN200 PN70**



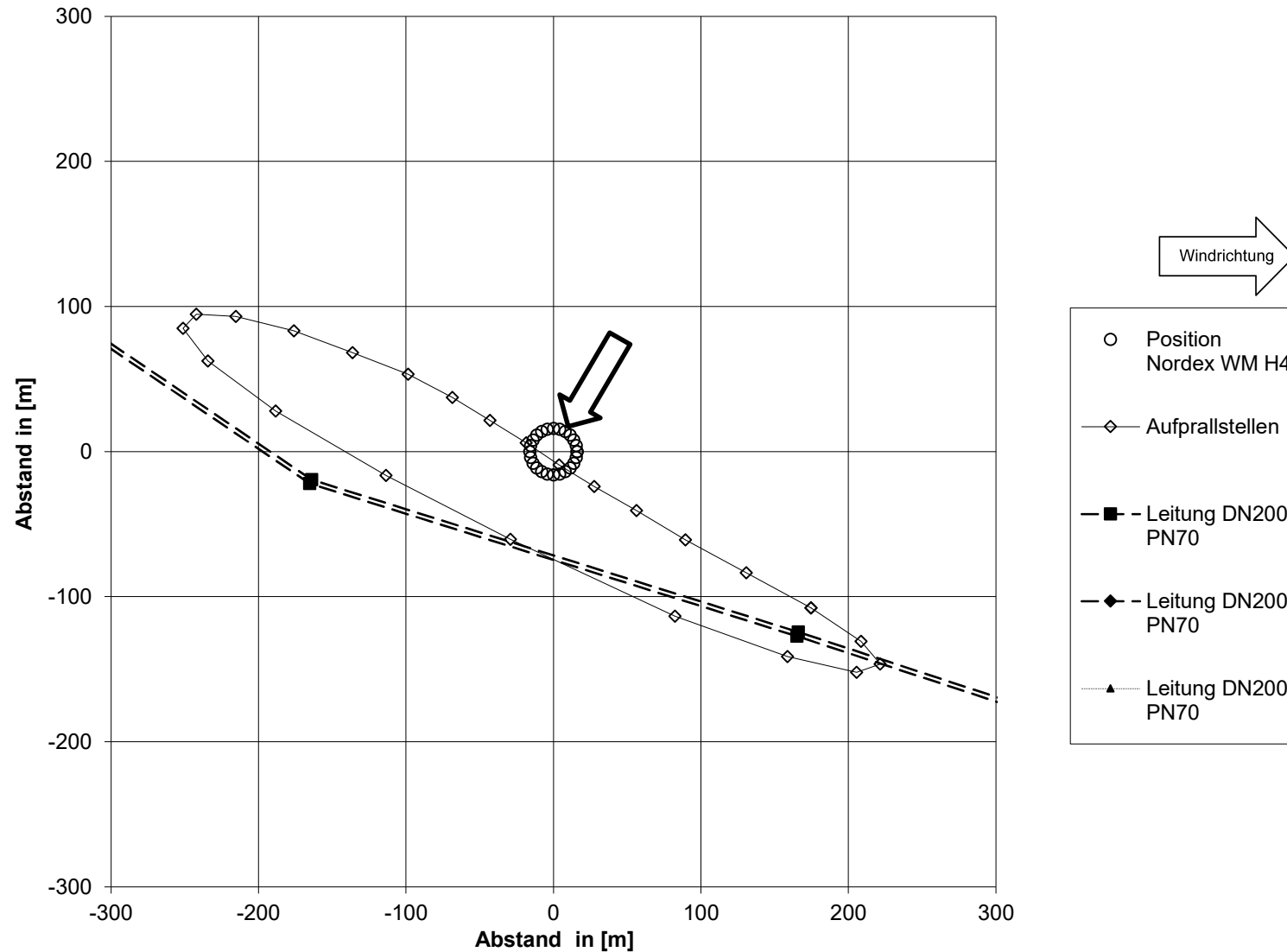
Anlage

- A 5 Gefährdung des Schutzobjektes ETL 0048.000.101 durch Abwurf eines
100-%-Rotorblattes der WEA WM H4 Typ Nordex N163/5.7

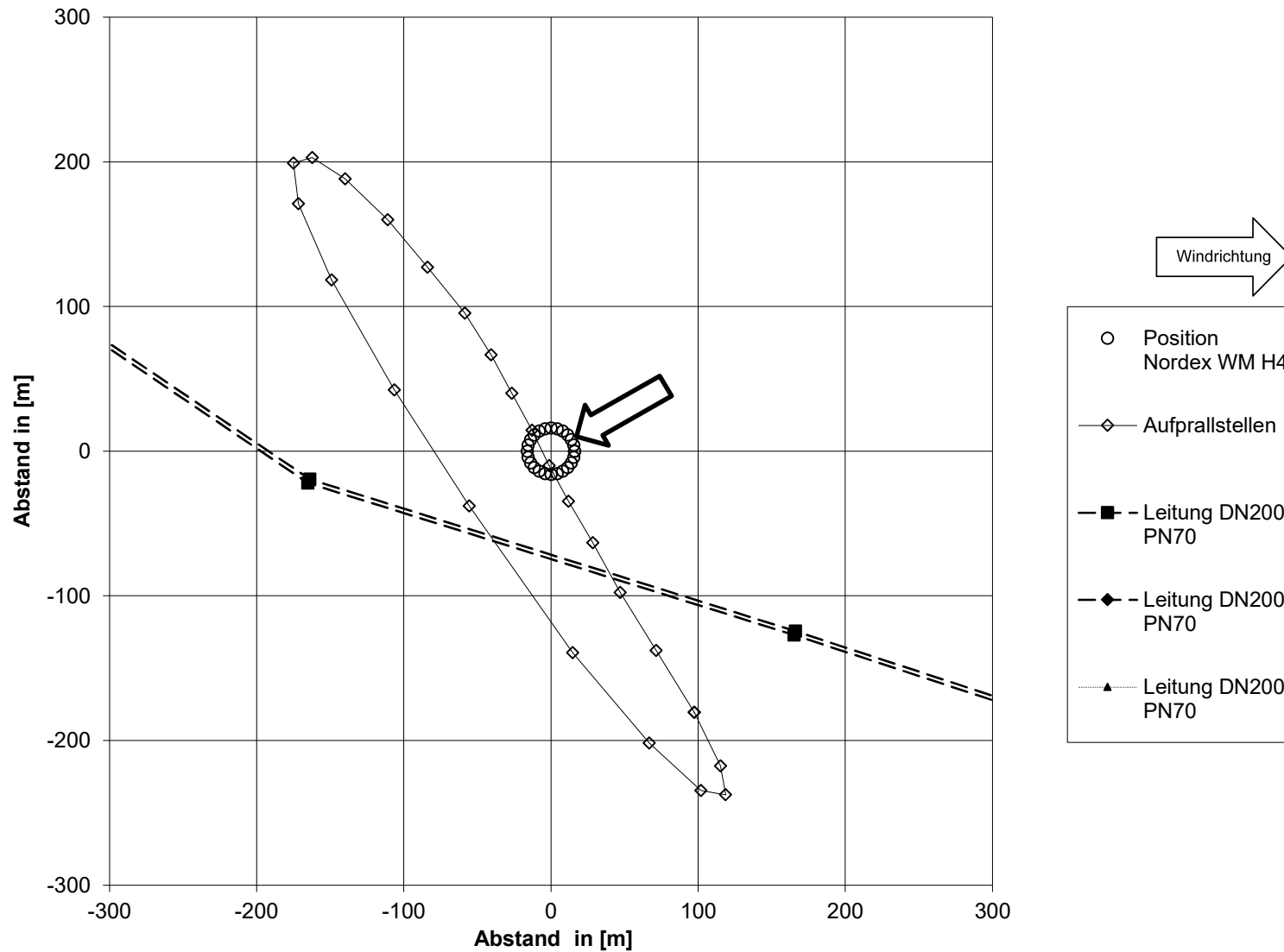
**Mögliche Aufprallstellen für Nordex WM H4 bei Windgeschwindigkeit 26 m/s,
Windrichtung 0°, 11,80 U/min und Leitung ETL 48.000.101**



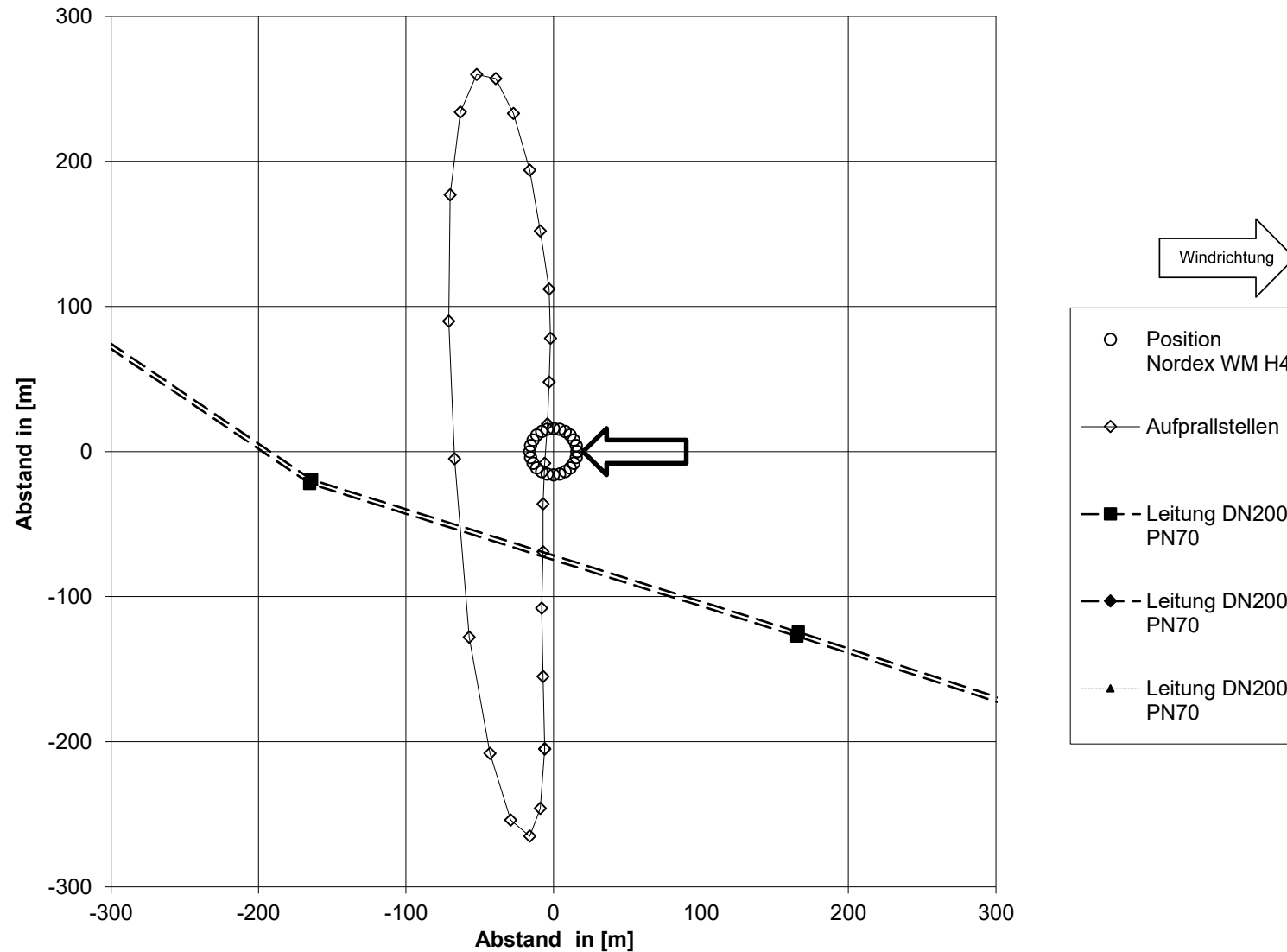
**Mögliche Aufprallstellen für Nordex WM H4 bei Windgeschwindigkeit 26 m/s,
Windrichtung 30°, 11,80 U/min und Leitung ETL 48.000.101**



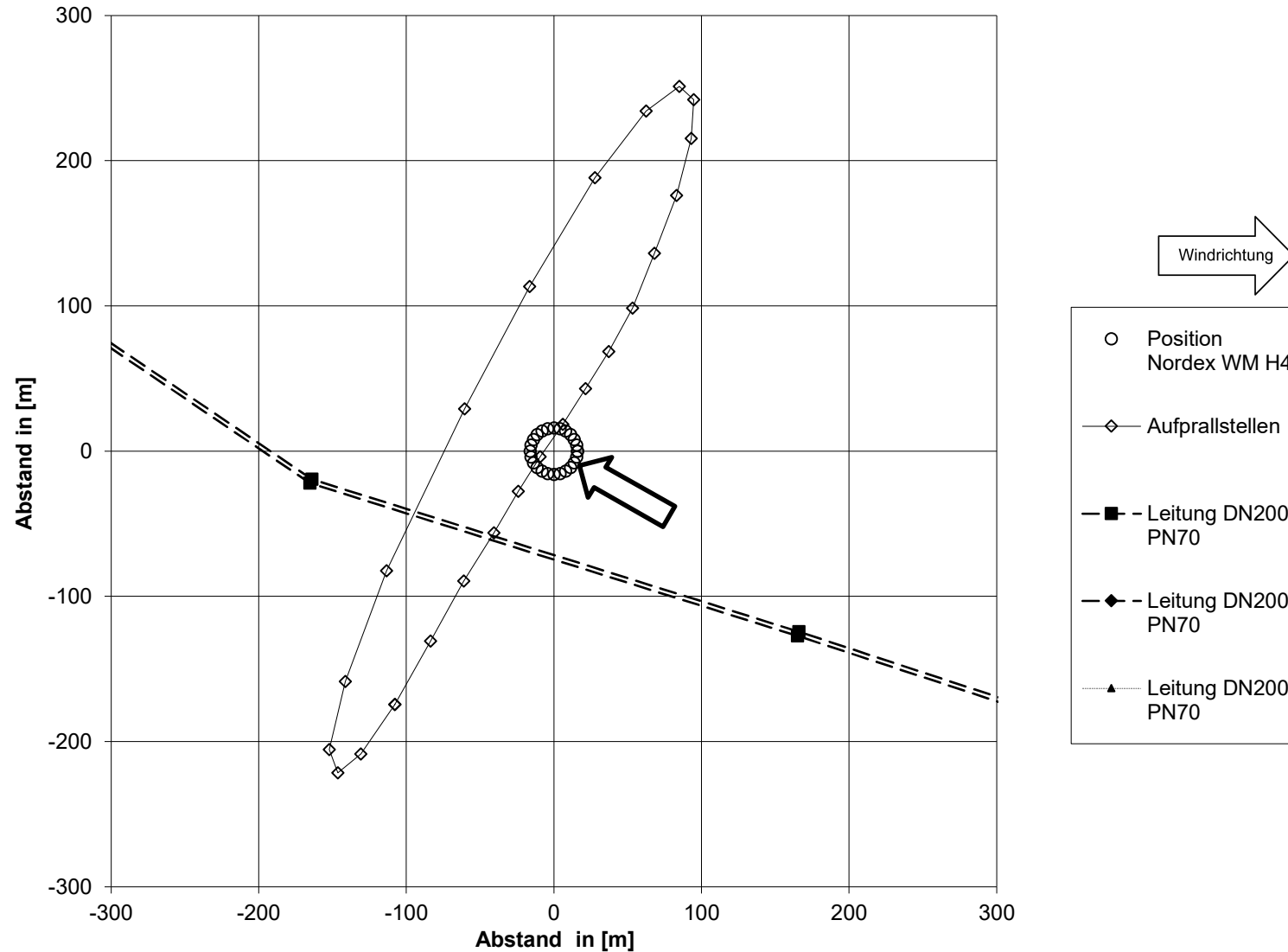
**Mögliche Aufprallstellen für Nordex WM H4 bei Windgeschwindigkeit 26 m/s,
Windrichtung 60°, 11,80 U/min und Leitung ETL 48.000.101**



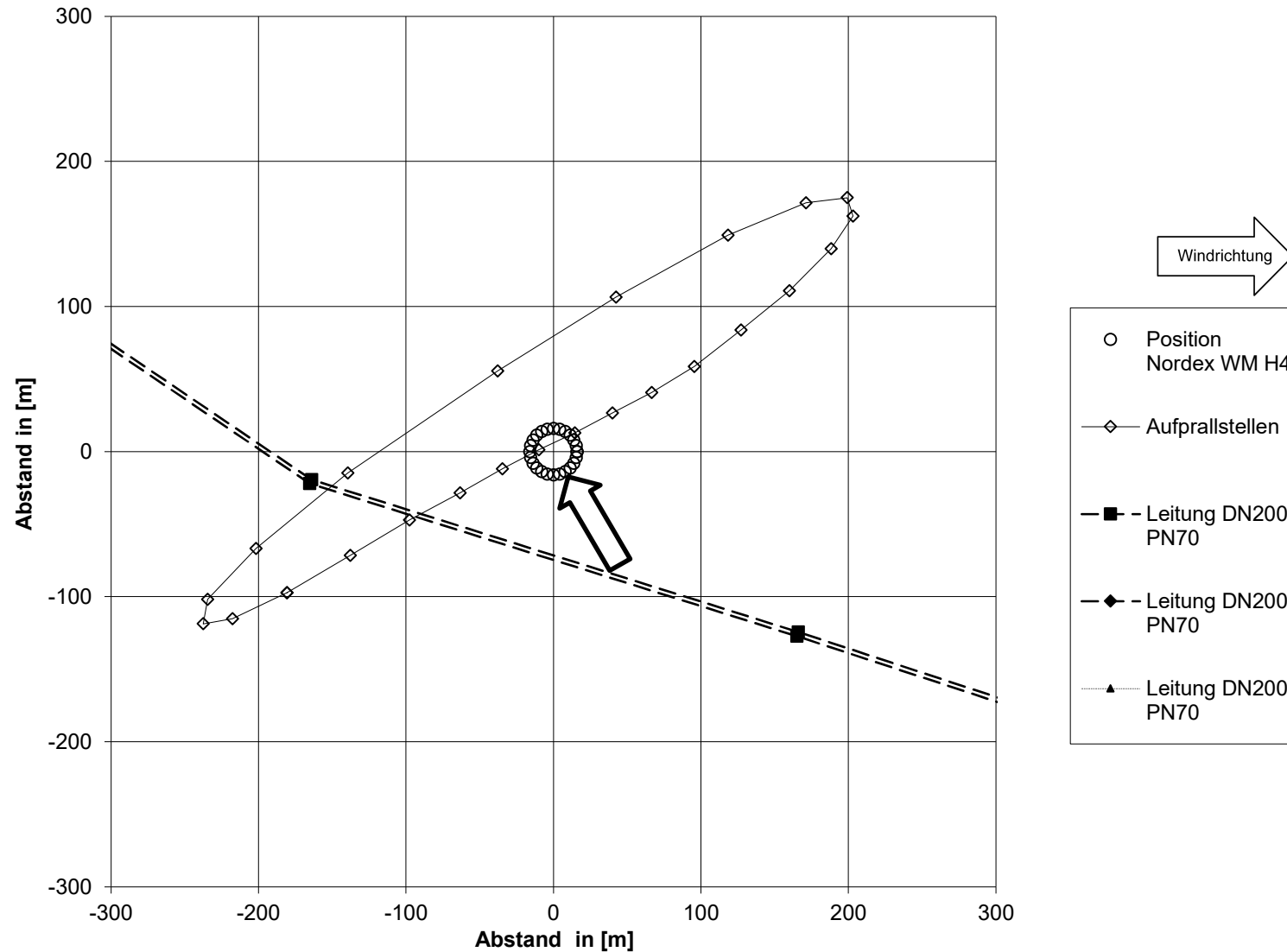
**Mögliche Aufprallstellen für Nordex WM H4 bei Windgeschwindigkeit 26 m/s,
Windrichtung 90°, 11,80 U/min und Leitung ETL 48.000.101**



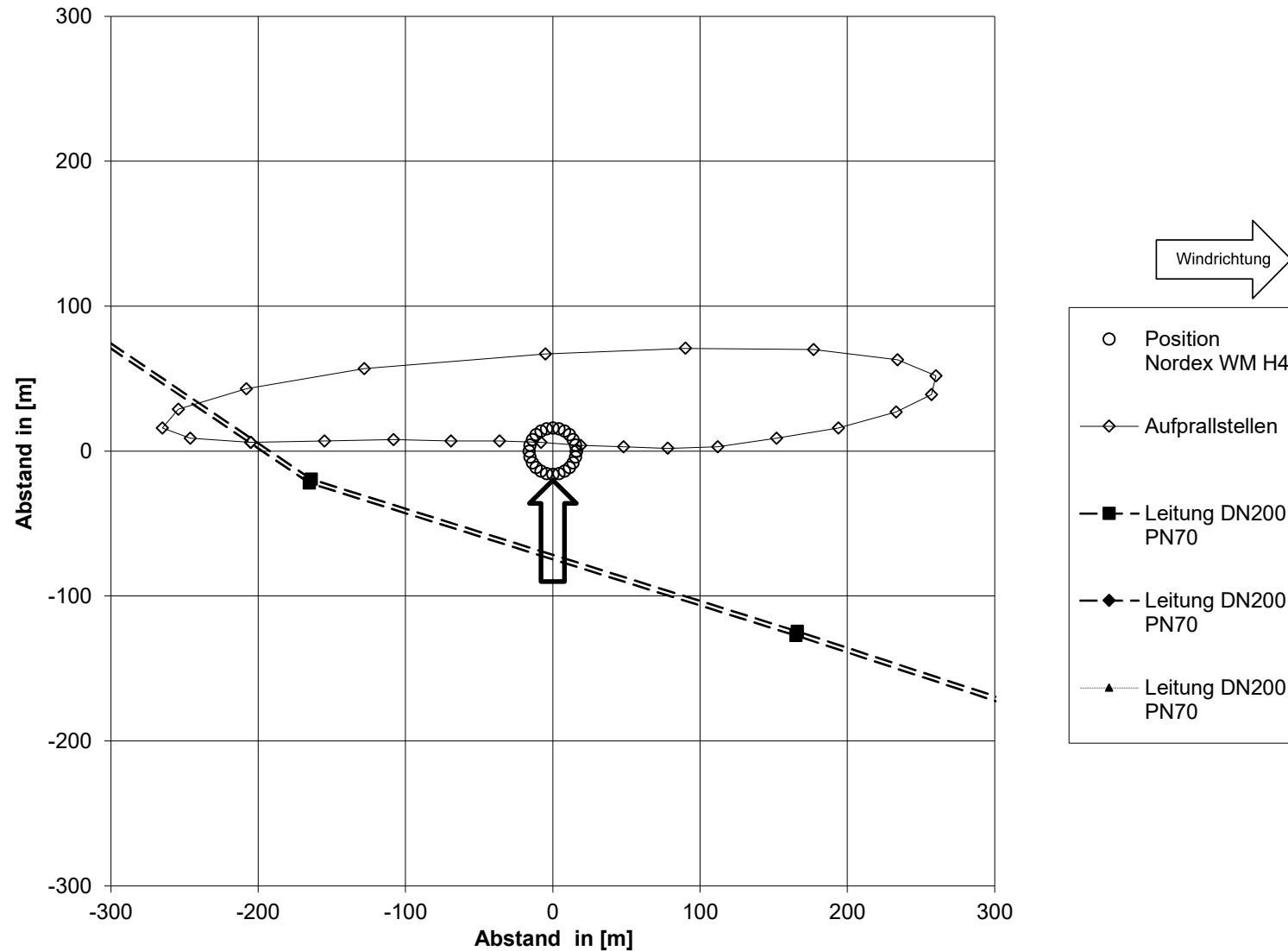
**Mögliche Aufprallstellen für Nordex WM H4 bei Windgeschwindigkeit 26 m/s,
Windrichtung 120°, 11,80 U/min und Leitung ETL 48.000.101**



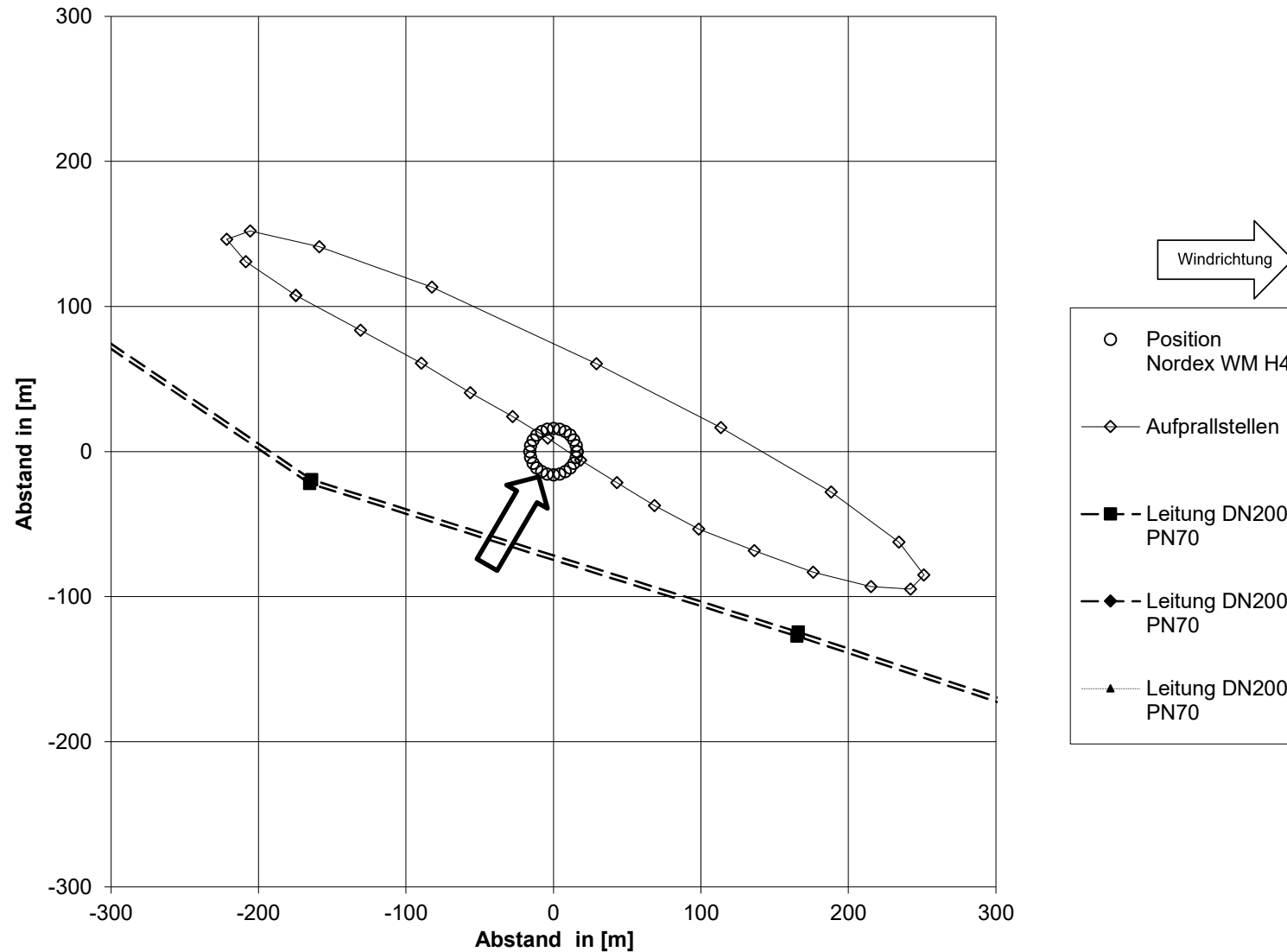
**Mögliche Aufprallstellen für Nordex WM H4 bei Windgeschwindigkeit 26 m/s,
Windrichtung 150°, 11,80 U/min und Leitung ETL 48.000.101**



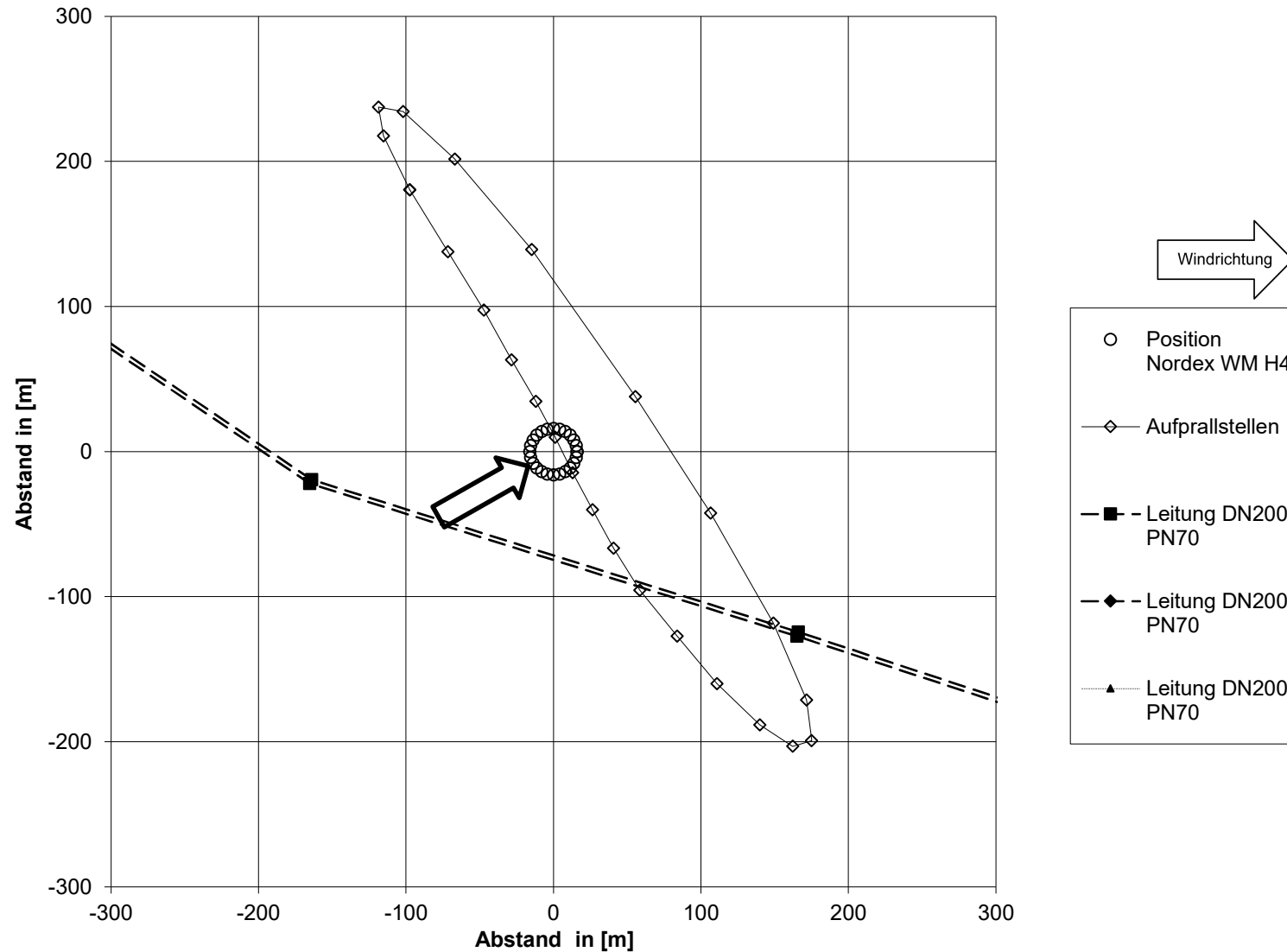
**Mögliche Aufprallstellen für Nordex WM H4 bei Windgeschwindigkeit 26 m/s,
Windrichtung 180°, 11,80 U/min und Leitung ETL 48.000.101**



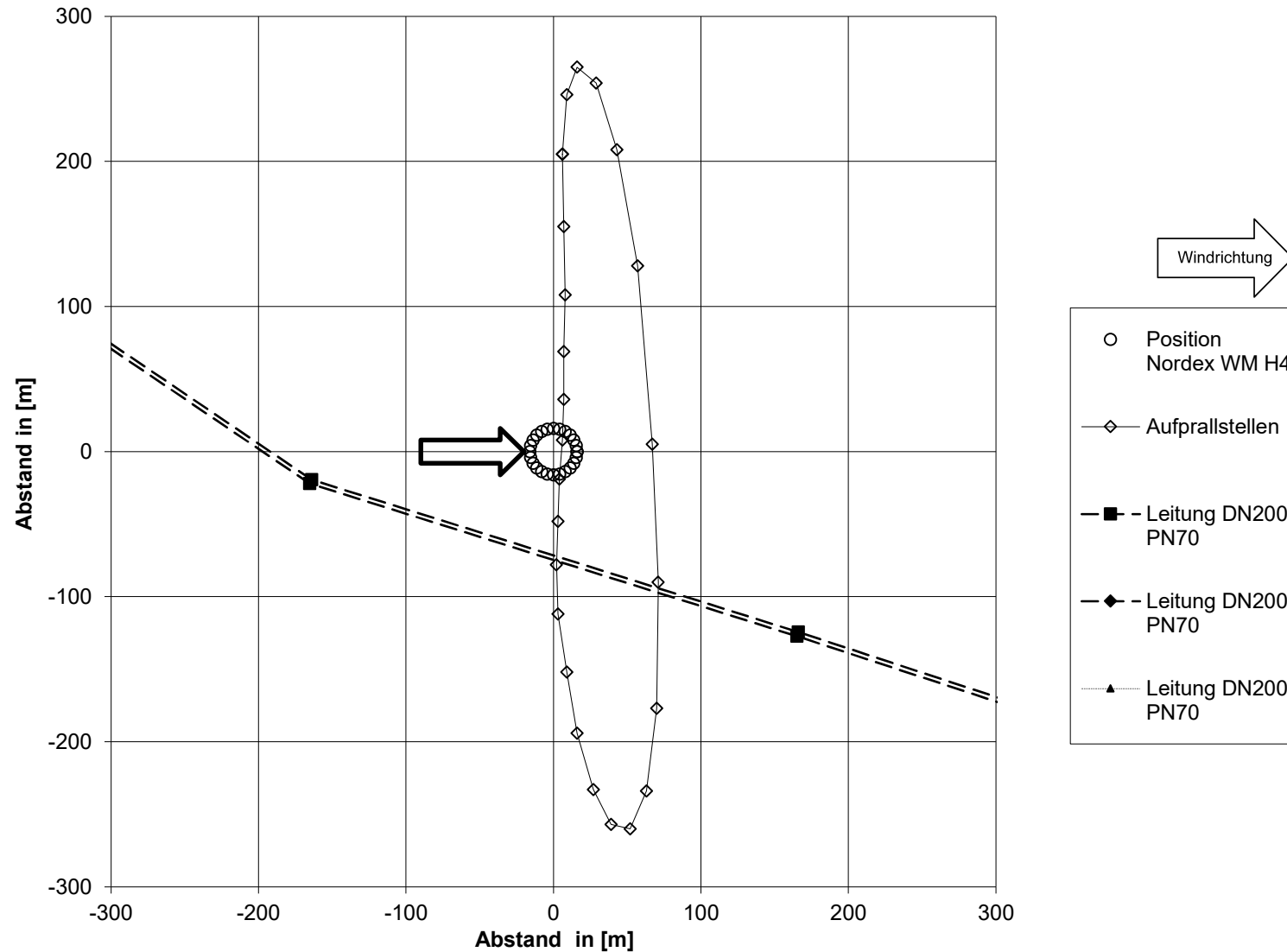
**Mögliche Aufprallstellen für Nordex WM H4 bei Windgeschwindigkeit 26 m/s,
Windrichtung 210°, 11,80 U/min und Leitung ETL 48.000.101**



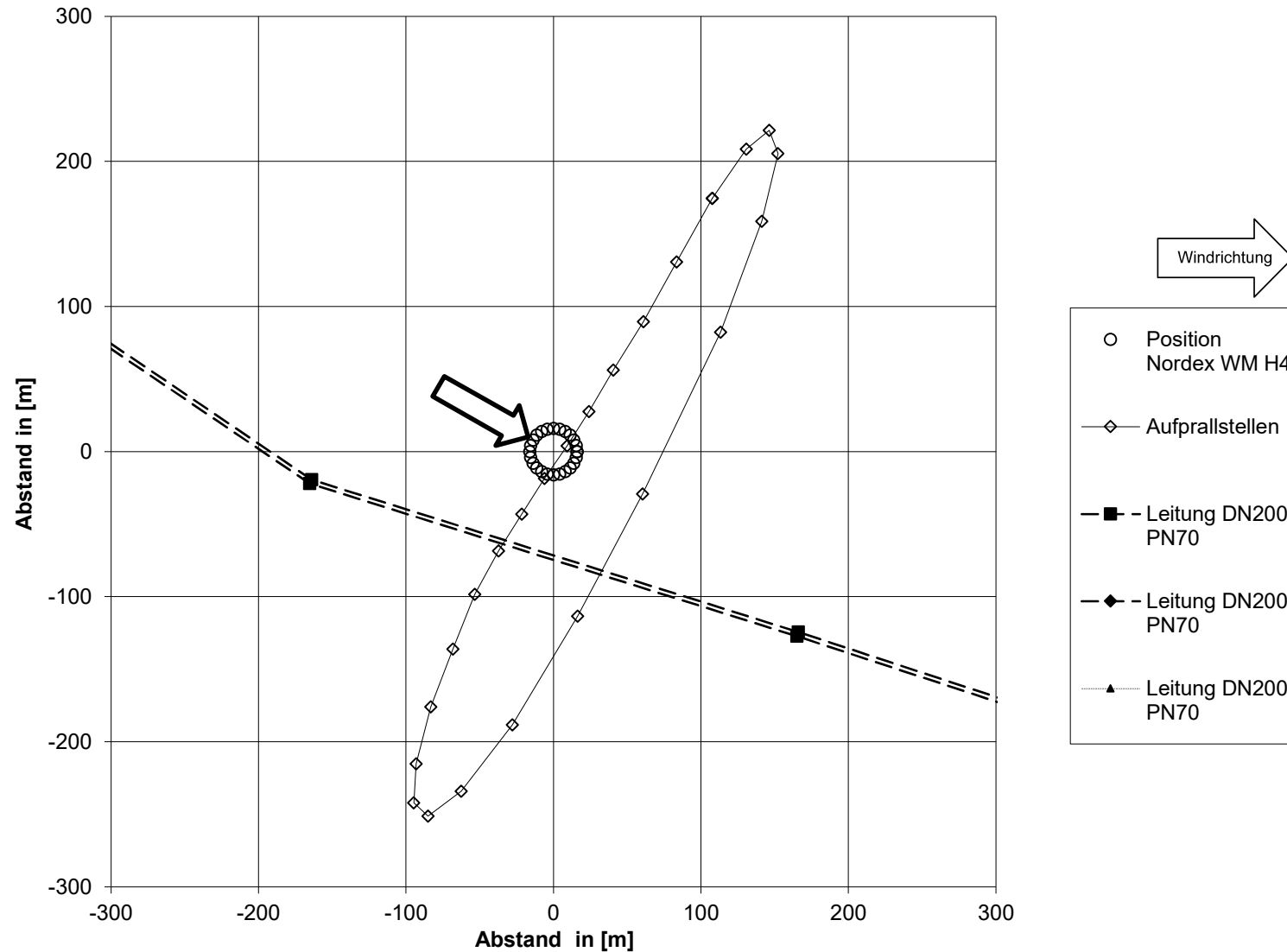
**Mögliche Aufprallstellen für Nordex WM H4 bei Windgeschwindigkeit 26 m/s,
Windrichtung 240°, 11,80 U/min und Leitung ETL 48.000.101**



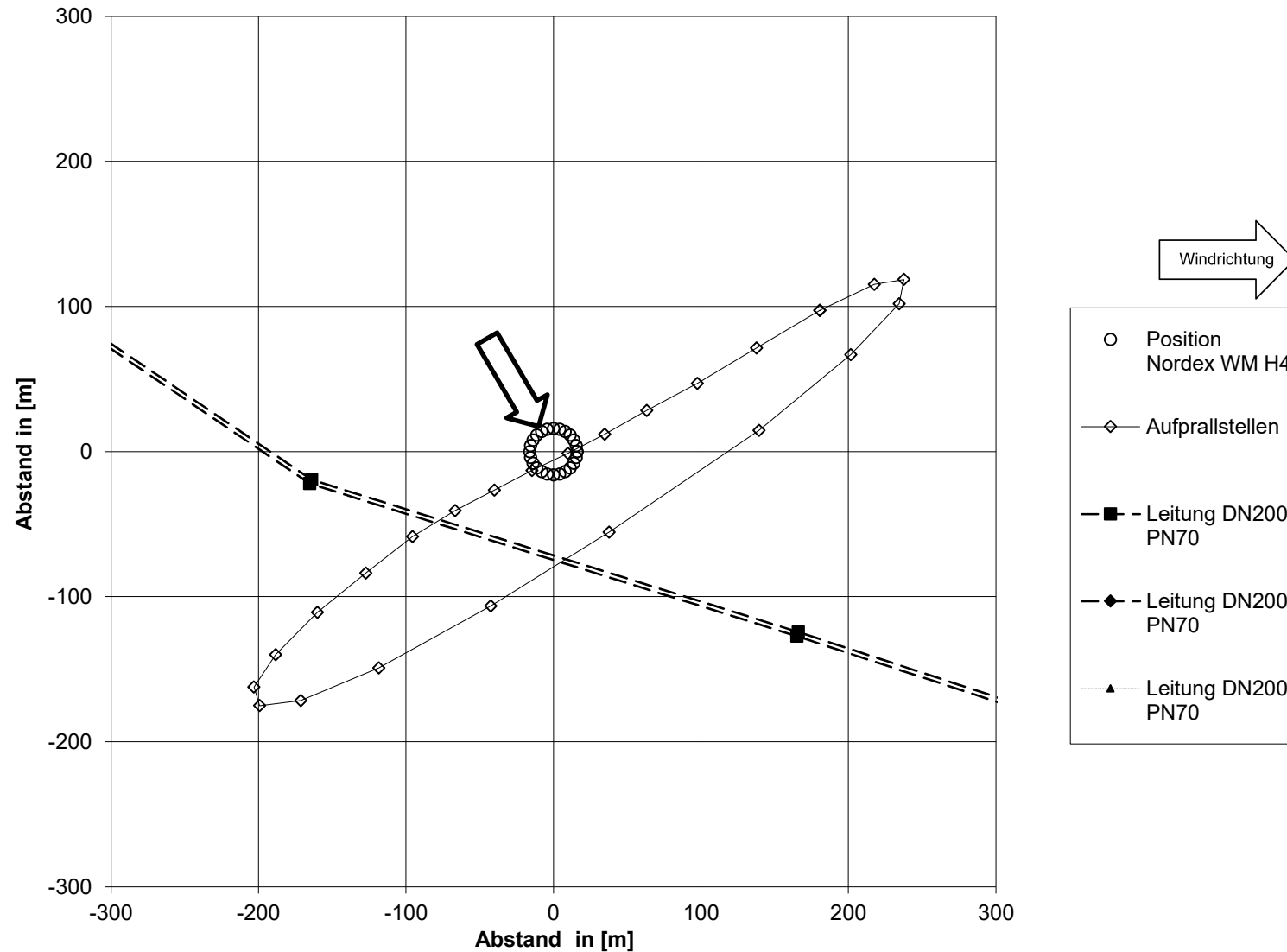
**Mögliche Aufprallstellen für Nordex WM H4 bei Windgeschwindigkeit 26 m/s,
Windrichtung 270°, 11,80 U/min und Leitung ETL 48.000.101**



**Mögliche Aufprallstellen für Nordex WM H4 bei Windgeschwindigkeit 26 m/s,
Windrichtung 300°, 11,80 U/min und Leitung ETL 48.000.101**



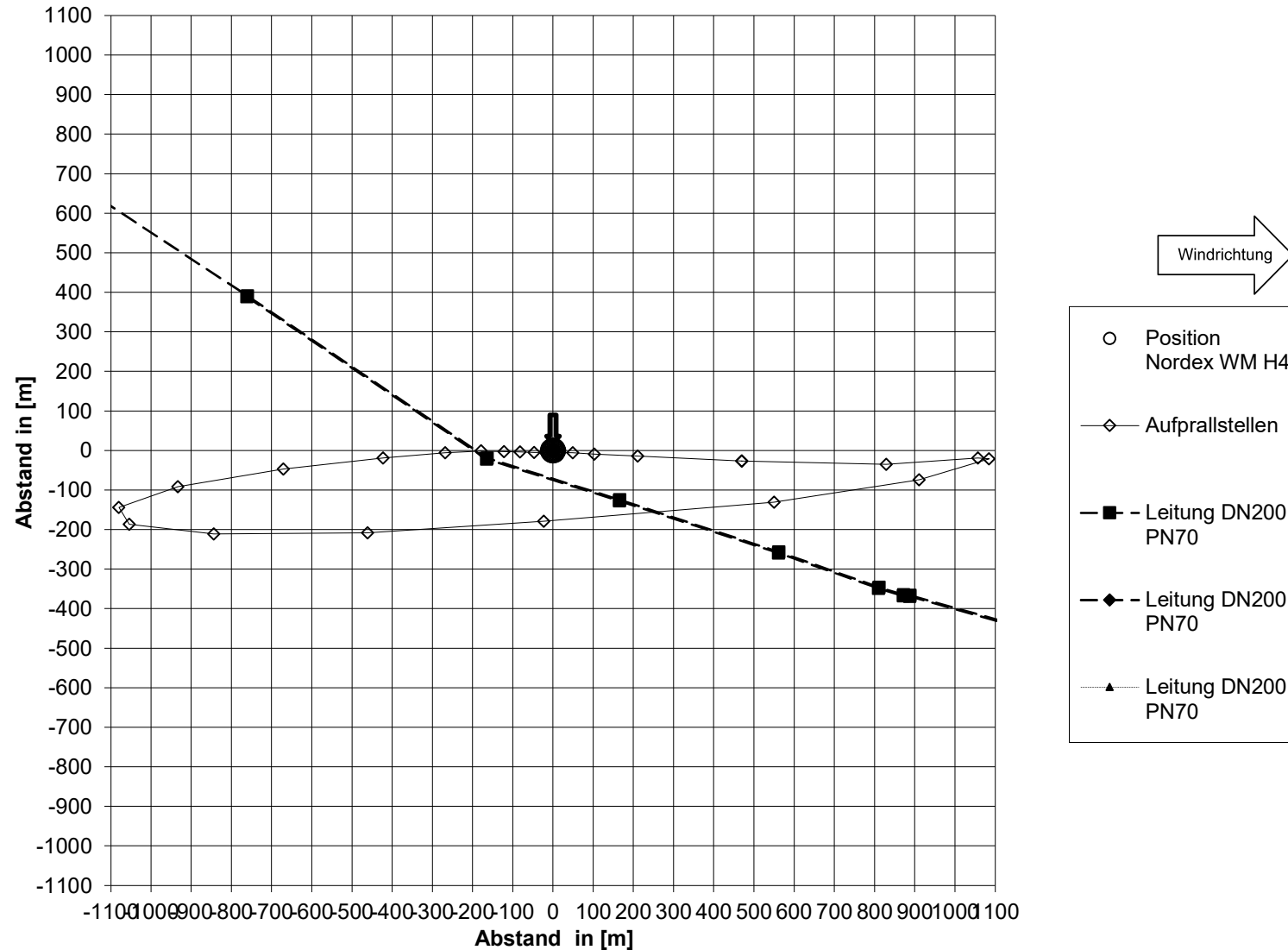
**Mögliche Aufprallstellen für Nordex WM H4 bei Windgeschwindigkeit 26 m/s,
Windrichtung 330°, 11,80 U/min und Leitung ETL 48.000.101**



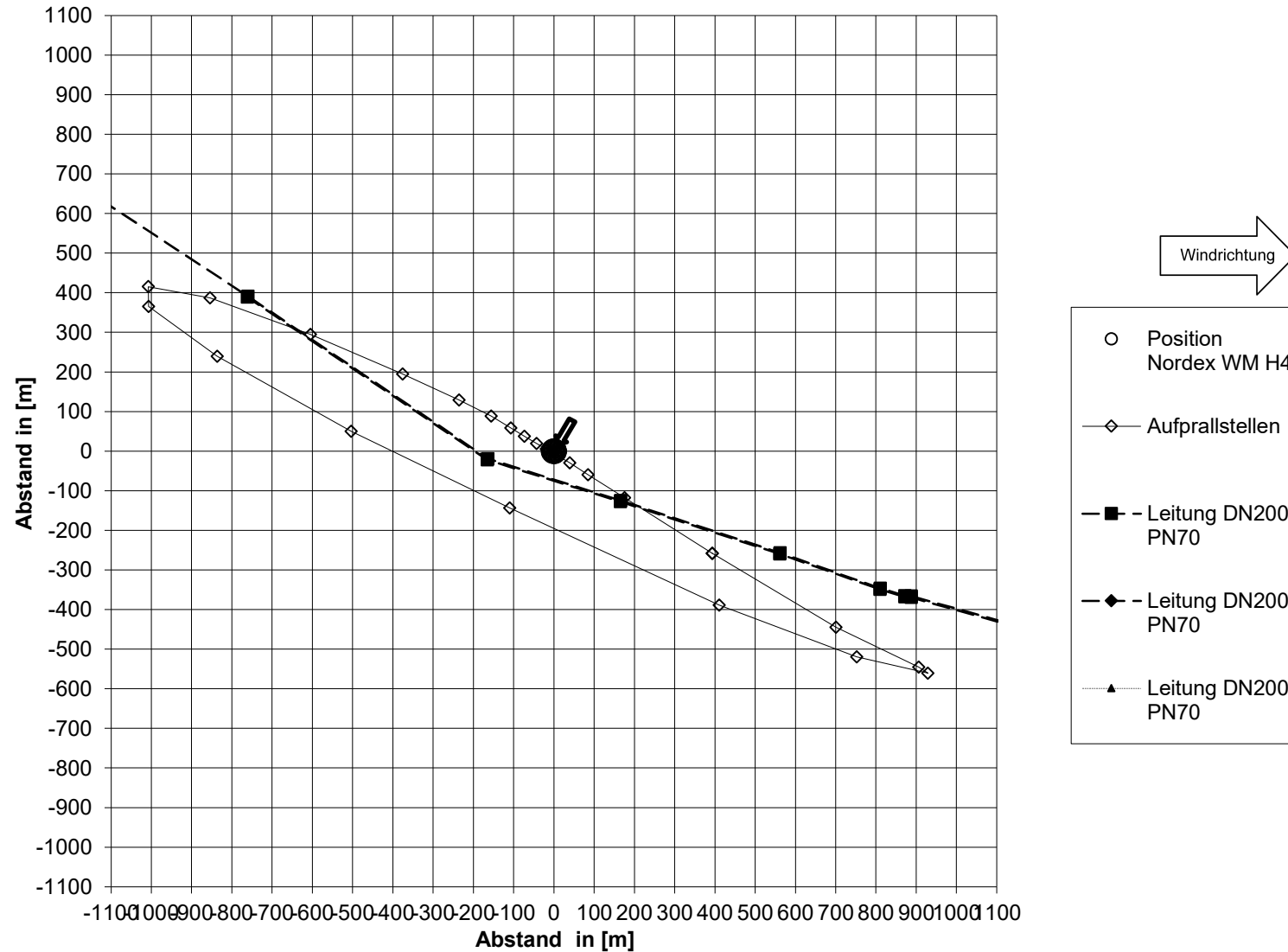
Anlage

- A 6 Gefährdung des Schutzobjektes ETL 0048.000.101 durch Abwurf eines
30-%-Rotorblattes der WEA WM H4 Typ Nordex N163/5.7

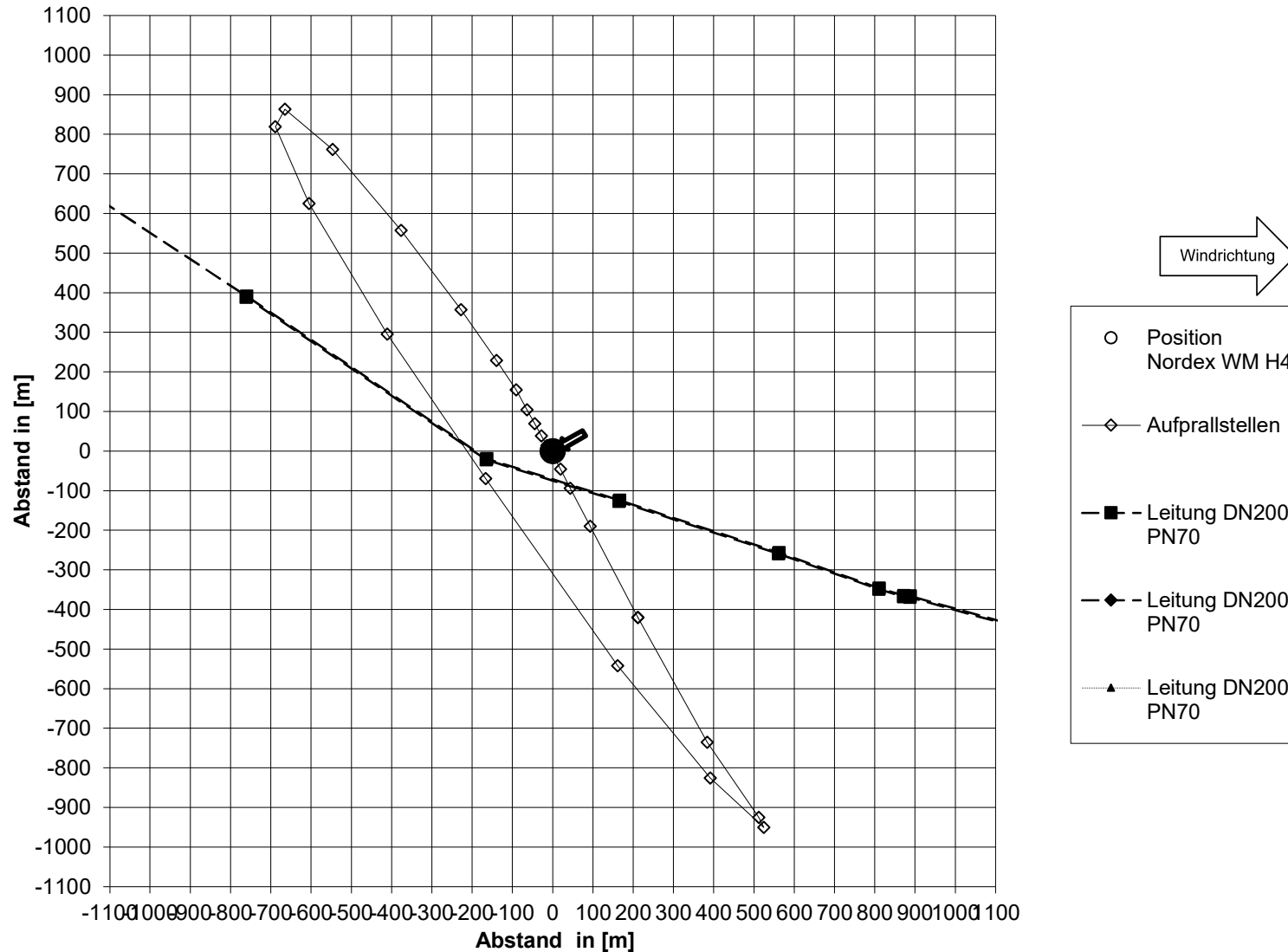
**Mögliche Aufprallstellen für Nordex WM H4 bei Windgeschwindigkeit 26 m/s,
Windrichtung 0°, 11,80 U/min und Leitung ETL 48.000.101**



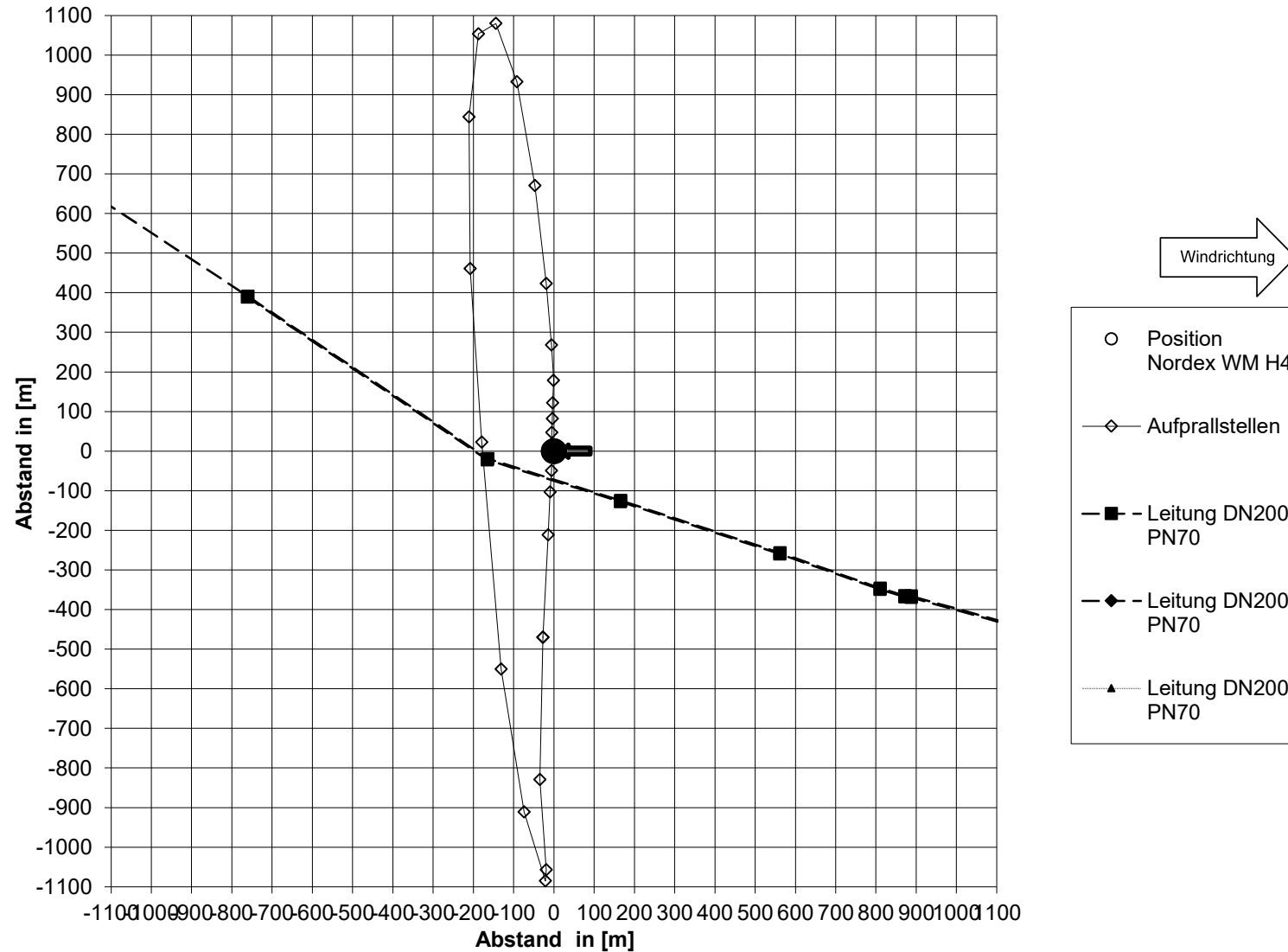
**Mögliche Aufprallstellen für Nordex WM H4 bei Windgeschwindigkeit 26 m/s,
Windrichtung 30°, 11,80 U/min und Leitung ETL 48.000.101**



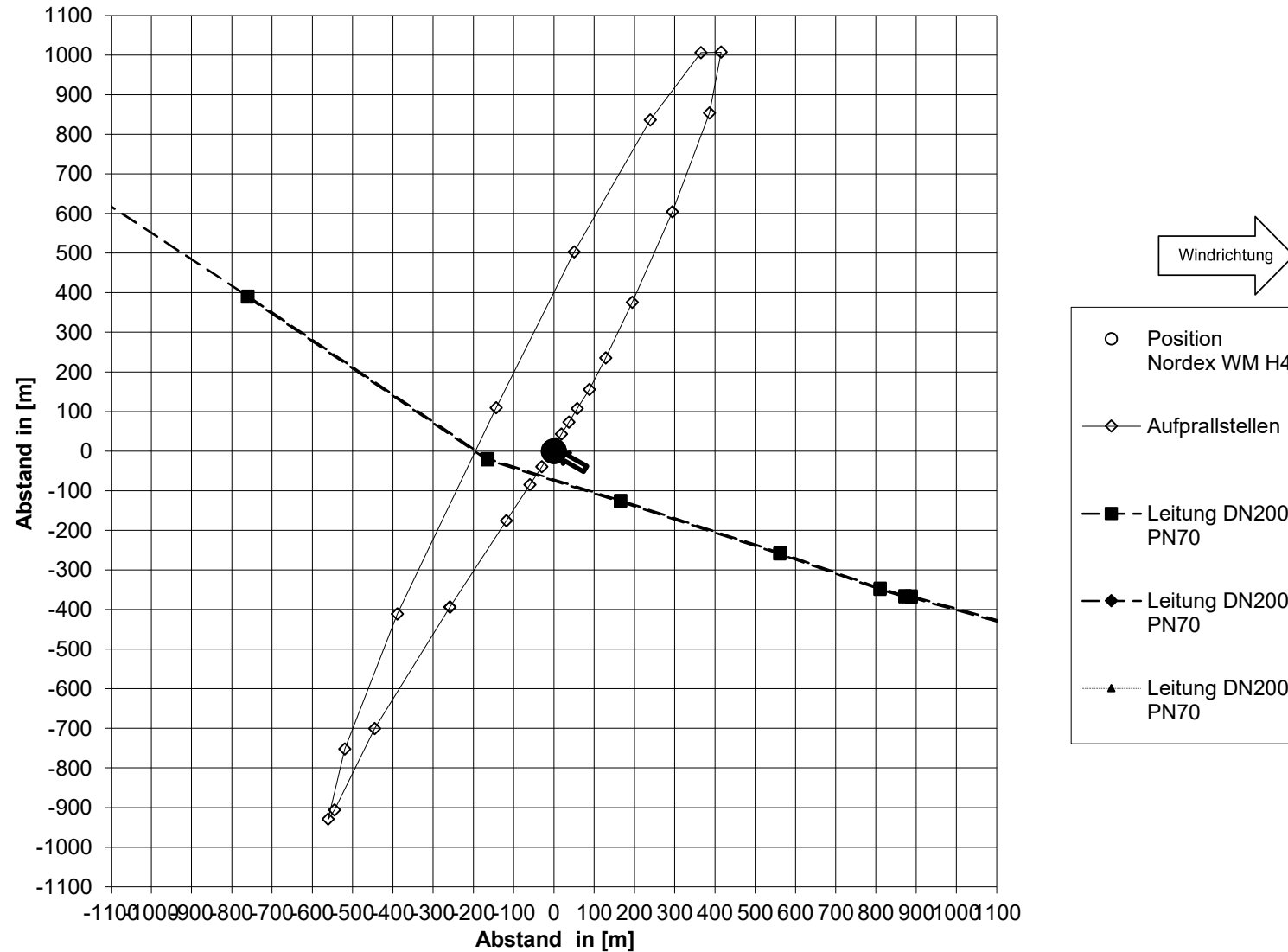
**Mögliche Aufprallstellen für Nordex WM H4 bei Windgeschwindigkeit 26 m/s,
Windrichtung 60°, 11,80 U/min und Leitung ETL 48.000.101**



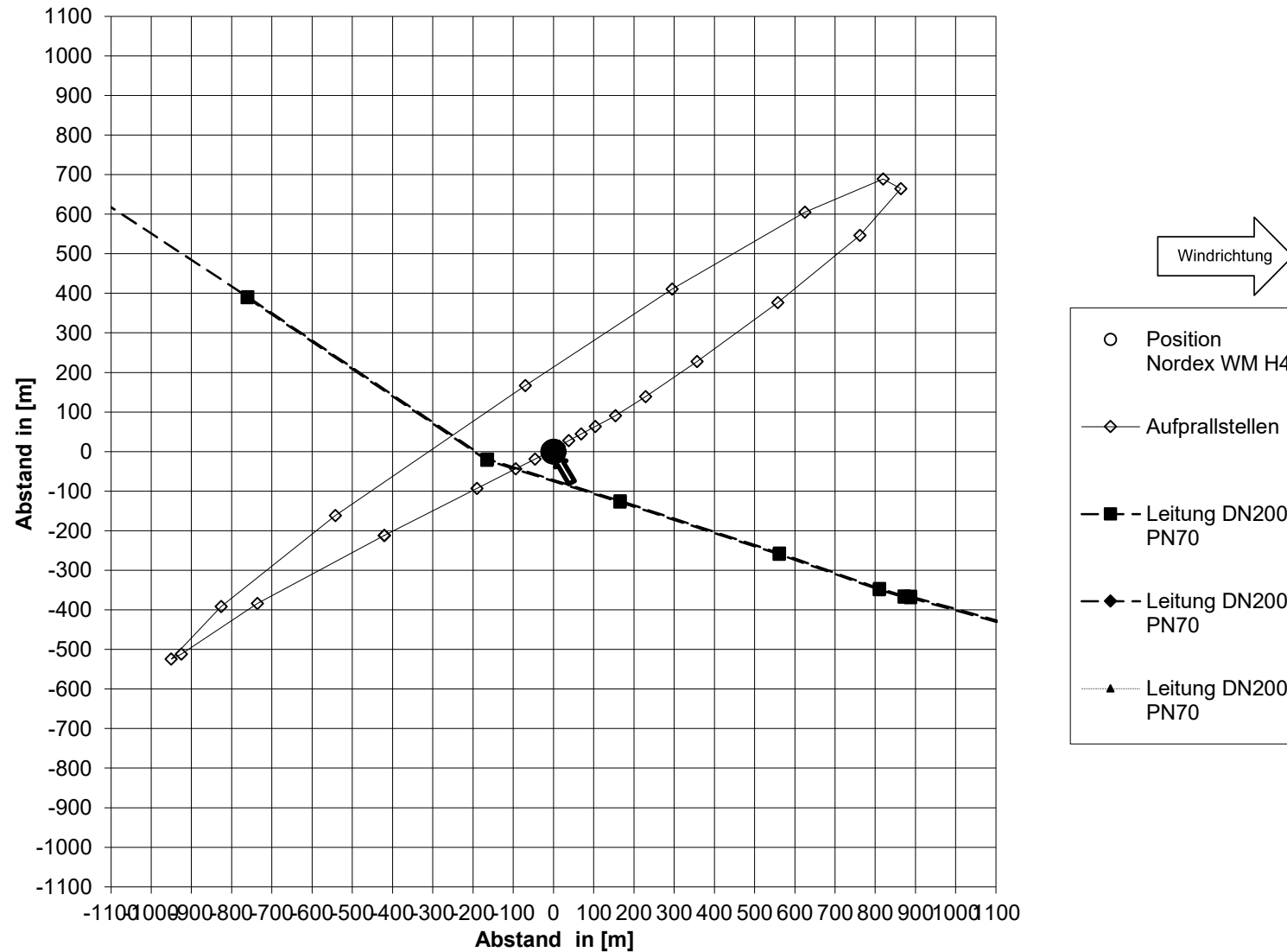
**Mögliche Aufprallstellen für Nordex WM H4 bei Windgeschwindigkeit 26 m/s,
Windrichtung 90°, 11,80 U/min und Leitung ETL 48.000.101**



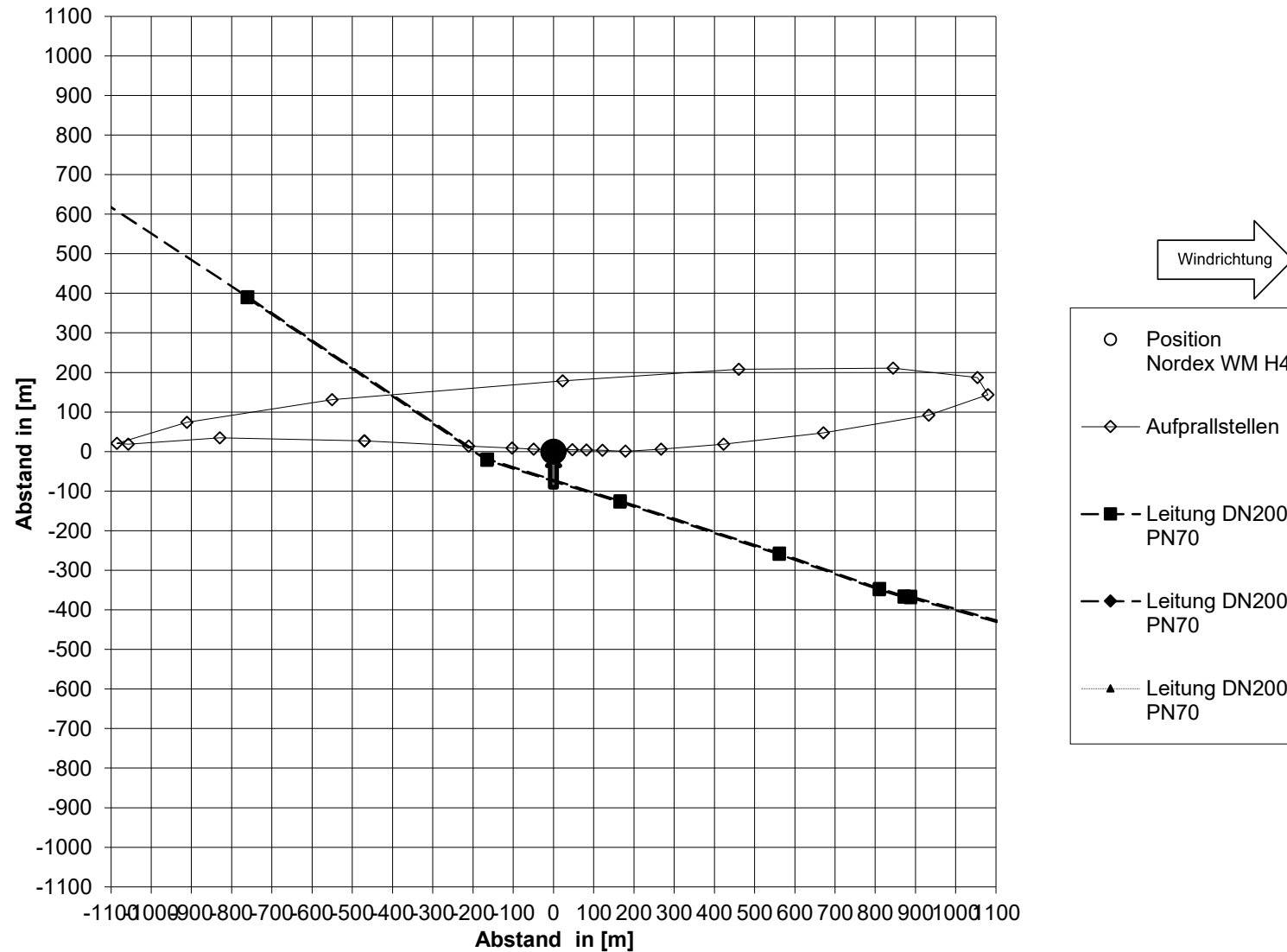
**Mögliche Aufprallstellen für Nordex WM H4 bei Windgeschwindigkeit 26 m/s,
Windrichtung 120°, 11,80 U/min und Leitung ETL 48.000.101**



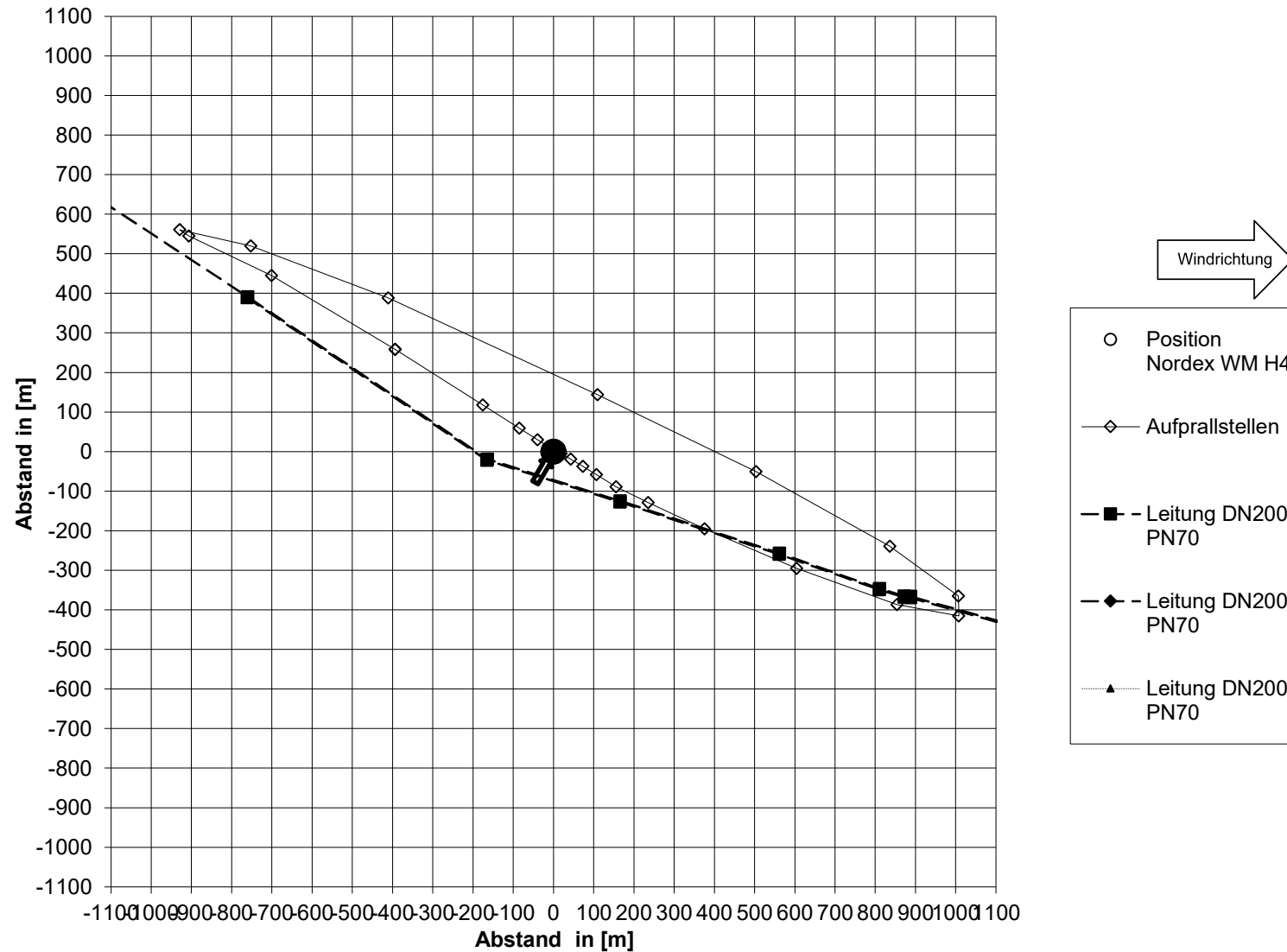
**Mögliche Aufprallstellen für Nordex WM H4 bei Windgeschwindigkeit 26 m/s,
Windrichtung 150°, 11,80 U/min und Leitung ETL 48.000.101**



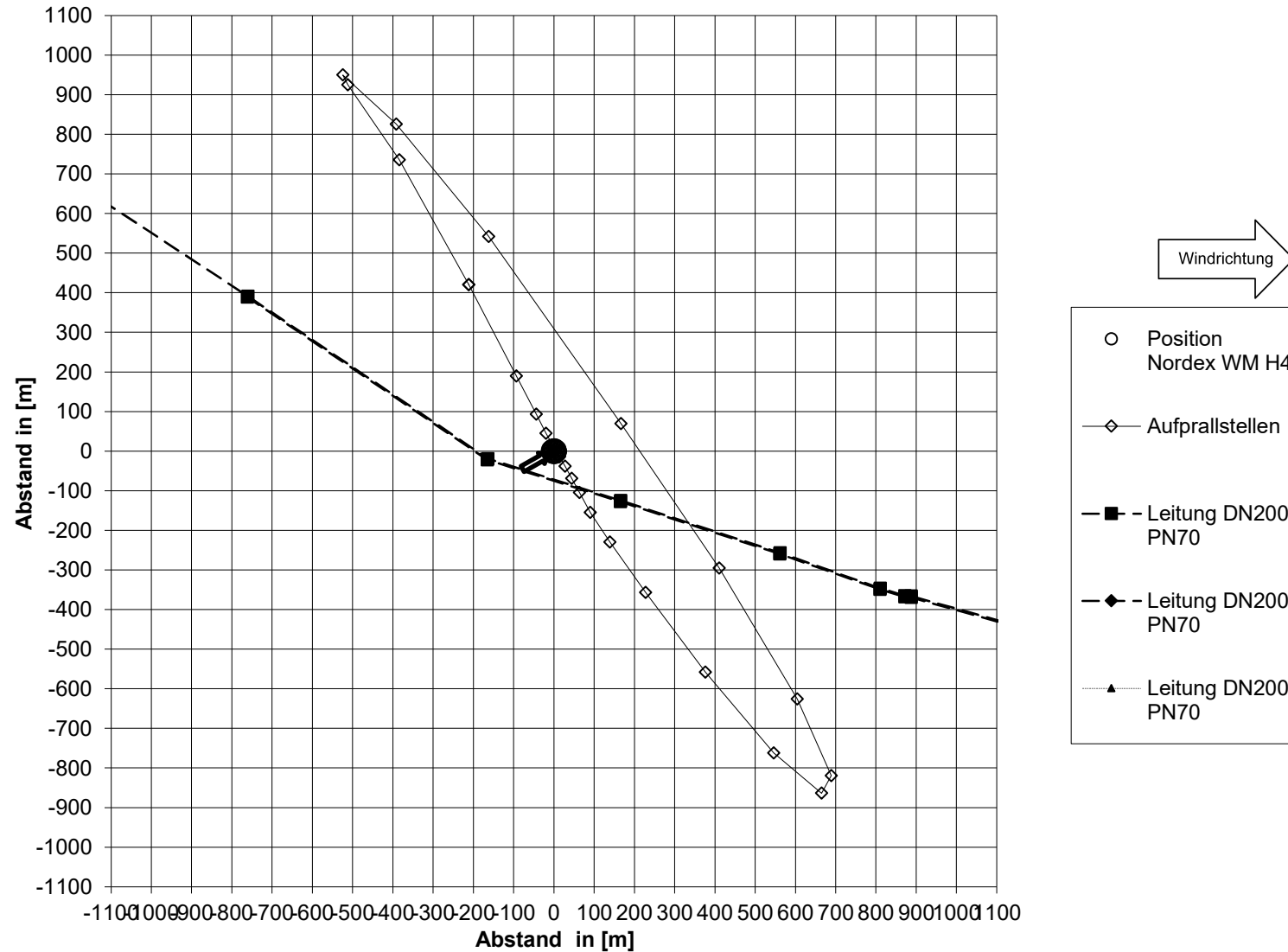
**Mögliche Aufprallstellen für Nordex WM H4 bei Windgeschwindigkeit 26 m/s,
Windrichtung 180°, 11,80 U/min und Leitung ETL 48.000.101**



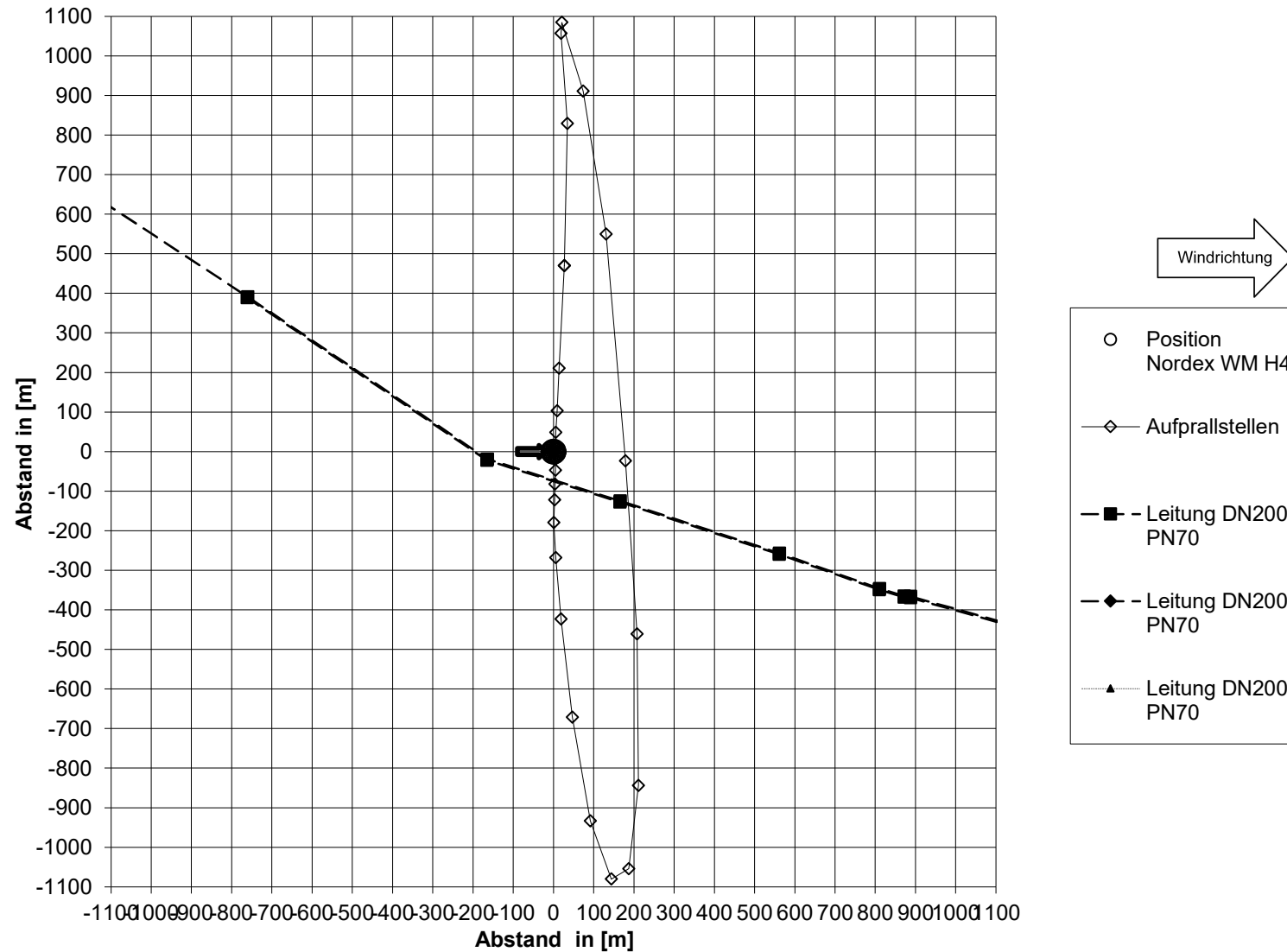
**Mögliche Aufprallstellen für Nordex WM H4 bei Windgeschwindigkeit 26 m/s,
Windrichtung 210°, 11,80 U/min und Leitung ETL 48.000.101**



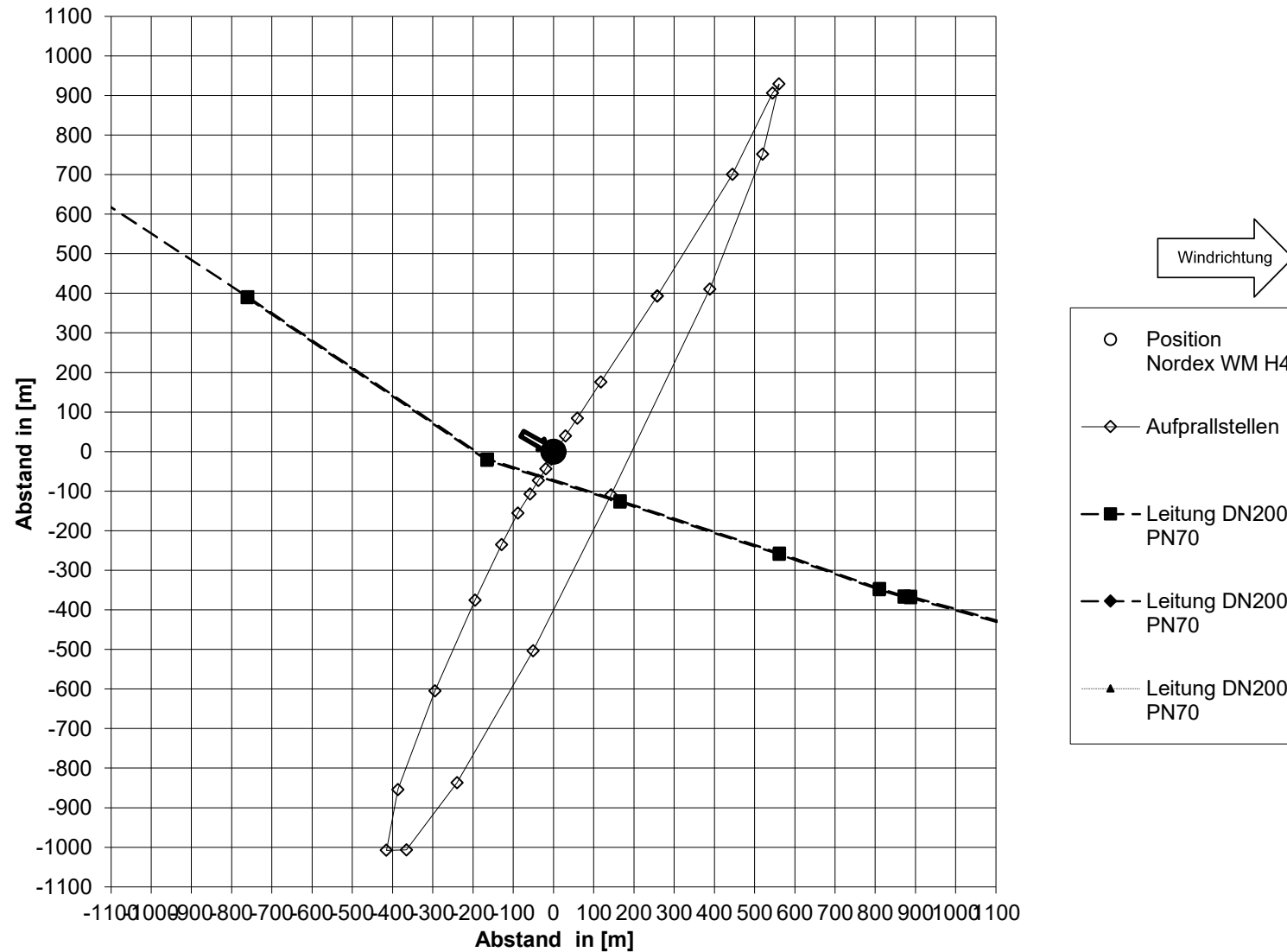
**Mögliche Aufprallstellen für Nordex WM H4 bei Windgeschwindigkeit 26 m/s,
Windrichtung 240°, 11,80 U/min und Leitung ETL 48.000.101**



**Mögliche Aufprallstellen für Nordex WM H4 bei Windgeschwindigkeit 26 m/s,
Windrichtung 270°, 11,80 U/min und Leitung ETL 48.000.101**



**Mögliche Aufprallstellen für Nordex WM H4 bei Windgeschwindigkeit 26 m/s,
Windrichtung 300°, 11,80 U/min und Leitung ETL 48.000.101**



**Mögliche Aufprallstellen für Nordex WM H4 bei Windgeschwindigkeit 26 m/s,
Windrichtung 330°, 11,80 U/min und Leitung ETL 48.000.101**

