

Antragsunterlagen zum
Planfeststellungsverfahren

Neubau der Energietransportleitung

2. Abschnitt der ETL 179

ETL 179.200

Bützfleth - Deinste

Teil F – Materialband

F4-2 – Fachgutachten Nähe zu Wind- energieanlagen

Vorhabenträgerin:



**Gasunie Deutschland Transport Services GmbH
(GUD)**

Pasteurallee 1

30655 Hannover

Tel.: +49 (0)511 640607 -0

E-Mail: projektanfragen@gasunie.de

Internet: www.gasunie.de

Projektleiter: Steffen Reger

Genehmigungsplanung: Anton Kettritz

Generalplaner:



ILF Beratende Ingenieure GmbH

Werner-Eckert-Straße 7

81829 München

Projektleiter: Carles Giro

Antragsunterlagen zum Planfeststellungsverfahren

Neubau der Energietransportleitung ETL 179.200 Bützfleth - Deinste

F4-2 – Fachgutachten Nähe zu Windenergieanlagen

Stand: 04.03.2025

Gutachten

Bewertung des Risikos

der Leitung ETL 179.200

infolge des Betriebs diverser Windparks

Auftraggeber: ILF Consulting Engineers Germany GmbH

Projekt: 20624.06

Rev.	Anmerkungen	Datum	Erstellt	Freigegeben
00	Erstfassung	14.02.2025	Ludzay	Daschevski
01	Redaktionelle Änderung	26.02.2025	Ludzay	Daschevski

Vereidigte Sachverständige
Dipl.-Ing. Jörg Himmerich
M.Eng. Stanislav Daschevski

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

Geschäftsführer
Jörg Himmerich

Inhaltsverzeichnis

1. Vorgang und Zusammenfassung	8
1.1 Vorgang	8
1.2 Zusammenfassung	9
2. Unterlagen	10
3. Nachweiskonzept	11
3.1 Allgemeines	11
3.2 Vorgehen	11
3.3 Grundsatzuntersuchung – ETL 179.200	12
3.4 Nachweisführung	14
4. Angaben zu den Daten	15
4.1 Daten zu dem Schutzobjekt	15
4.2 Abstände	15
4.3 Ergänzende Angaben zu den zulässigen Grenzwerten	16
4.4 Daten zu WEA	16
4.5 Ergänzende Angaben zum Abwurf von Rotorblättern oder Teilen davon	18
4.6 Ergänzende Angaben zum Eisansatz	19
5. Bewertung der Gefährdung durch den umstürzenden Turm	20
6. ETL 179.200 bei Bützfleth-Süd	21
6.1 Bewertung der Gefährdung durch Rotorblattabwurf und Teilen davon	21

6.1.1	Gefährdungsradien für Rotorblatt und Teilen davon	21
6.1.1.1	Abwurf ganzes Rotorblatt	21
6.1.1.2	Abwurf von Rotorblattteilen	21
6.1.2	Berechnung der Gefährdung	22
6.1.3	Auswertung	22
6.2	Bewertung der Gefährdung durch Abwurf des Maschinenhauses	23
6.2.1	Wurfweite des Maschinenhauses	23
6.2.2	Auswertung für das eingeeerdete Schutzobjekt	23
6.2.2.1	Gefährdung durch ein abgeworfenes Maschinenhaus	23
6.2.2.2	Gefährdung durch abstehende Rotorblätter am abgeworfenen Maschinenhaus	24
6.2.2.3	Berechnung der Gefährdung	25
6.2.2.4	Ermittlung der Gefährdung durch abstehende Rotorblätter am abgeworfenen Maschinenhaus	25
6.3	Gesamtbewertung	26
7.	ETL 179.200 bei Stade Haddorf	28
7.1	Bewertung der Gefährdung durch Rotorblattabwurf und Teilen davon	28
7.1.1	Gefährdungsradien für Rotorblatt und Teilen davon	28
7.1.1.1	Abwurf ganzes Rotorblatt	28
7.1.1.2	Abwurf von Rotorblattteilen	28
7.1.2	Berechnung der Gefährdung	29
7.1.3	Auswertung	29

7.2	Bewertung der Gefährdung durch Abwurf des Maschinenhauses	30
7.2.1	Wurfweite des Maschinenhauses	30
7.2.2	Auswertung für das eingeeordnete Schutzobjekt	30
7.2.2.1	Gefährdung durch ein abgeworfenes Maschinenhaus	30
7.2.2.2	Gefährdung durch abstehende Rotorblätter am abgeworfenen Maschinenhaus	31
7.2.2.3	Berechnung der Gefährdung	32
7.2.2.4	Ermittlung der Gefährdung durch abstehende Rotorblätter am abgeworfenen Maschinenhaus	32
7.3	Gesamtbewertung	33

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	SP 2.500 bis 3.000	13
Tabelle 2:	SP 4.700 bis 6.400	13
Tabelle 3:	Daten zu dem Schutzobjekt	15
Tabelle 4:	Abstand WEA – ETL 179.200 bei Bützfleth-Süd	15
Tabelle 5:	Abstand WEA – ETL 179.200 bei Stade Haddorf	16
Tabelle 6:	Daten zu WEA	17
Tabelle 7:	Zuordnung der WEA-Typen zu den Windparks	17
Tabelle 8:	Betriebsdaten der Windenergieanlagen für Gefährdung durch Rotorblattabwurf	18
Tabelle 9:	Windpark bei Bützfleth-Süd - Gefährdungsradien für Rotorblatt und von Teilen davon	21
Tabelle 10:	ETL 179.200 bei Bützfleth-Süd - Gefährdung infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes und von Teilen davon	23
Tabelle 11:	ETL 179.200 bei Bützfleth-Süd - Wurfweite bei Abwurf des Maschinenhauses	23
Tabelle 12:	ETL 179.200 bei Bützfleth-Süd - Aufprallradius bei Maschinenhausabwurf	24
Tabelle 13:	ETL 179.200 bei Bützfleth-Süd - Gefährdungsradius bei Maschinenhausabwurf mit abstehendem Rotorblatt für das eingeeordnete Schutzobjekt	24
Tabelle 14:	ETL 179.200 bei Bützfleth-Süd - Eintrittswahrscheinlichkeit bei Maschinenhausabwurf mit abstehendem Rotorblatt für das Schutzobjekt	25
Tabelle 15:	ETL 179.200 bei Bützfleth-Süd - Gesamtgefährdung aller WEA für das Schutzobjekt	26
Tabelle 16:	Windpark bei Stade Haddorf - Gefährdungsradien für Rotorblatt und von Teilen davon	28
Tabelle 17:	ETL 179.200 bei Stade Haddorf - Gefährdung infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes und von Teilen davon	30

Tabelle 18:	ETL 179.200 bei Stade Haddorf - Wurfweite bei Abwurf des Maschinenhauses	30
Tabelle 19:	ETL 179.200 bei Stade Haddorf - Aufprallradius bei Maschinenhausabwurf	31
Tabelle 20:	ETL 179.200 bei Stade Haddorf - Gefährdungsradius bei Maschinenhausabwurf mit abstehendem Rotorblatt für das eingeardete Schutzobjekt	31
Tabelle 21:	ETL 179.200 bei Stade Haddorf - Eintrittswahrscheinlichkeit bei Maschinenhausabwurf mit abstehendem Rotorblatt für das Schutzobjekt	32
Tabelle 22:	ETL 179.200 bei Stade Haddorf - Gesamtgefährdung aller WEA für das Schutzobjekt	33

Anlagenverzeichnis

A 1	Lageplan Bützfleth Süd
A 2	Lageplan Stade Haddorf
A 3	Windverteilung
A 4	ETL 179.200 bei Bützfleth-Süd - Gefährdung durch Abwurf von 100-%-Rotorblatt durch WEA 1
A 5	ETL 179.200 bei Bützfleth-Süd - Gefährdung durch Abwurf von 30-%-Rotorblatt durch WEA 1
A 6	ETL 179.200 bei Stade Haddorf - Gefährdung durch Abwurf von 100-%-Rotorblatt durch WEA 6
A 7	ETL 179.200 bei Stade Haddorf - Gefährdung durch Abwurf von 30-%-Rotorblatt durch WEA 6

1. Vorgang und Zusammenfassung

1.1 Vorgang

Die ILF Consulting Engineers Germany GmbH (ILF) plant im Auftrag der Gasunie Deutschland GmbH & Co. KG (Gasunie) die Verlegung der Energietransportleitung (ETL) 179.200 von Bützfleth Süd nach Deinste über eine Länge von ca. 18 km (Unterlage U 3). Entlang der Trasse quert bzw. tangiert die ETL 179.200 diverse Windparks. Außerdem plant die ILF die Errichtung von diversen Stationen (Absperr- und Abzweigarmaturengruppen), wobei sich alle Stationen außerhalb von Windparks befinden. Die ETL 179.200 wird im Weiteren als Schutzobjekt bezeichnet, wobei es sich bei der Energietransportleitung um ein eingearbeitetes Schutzobjekt handelt. Im Folgenden wird die Gefährdung der ETL 179.200 infolge des Betriebes der geplanten Windenergieanlagen (WEA) ermittelt und bewertet.

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

- Abwurf eines Rotorblattes und Teilen davon,
- Abwurf des Maschinenhauses,
- Kippen der gesamten Windenergieanlage,
- Abwurf und Fall von Eisfragmenten.

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

- Ferngasleitung größer DN 900 bis max. DN 1400 und DP ≥ 84 bar:
zul Pf = $1,00 \cdot 10^{-6}$ Ereignisse pro km und Jahr.

Die für die Ermittlung der Gefährdung erforderlichen Angaben bezüglich der Windparks, die für diese Untersuchung nicht vorlagen, wurden von uns – entsprechend unserer Erfahrung und unter Verwendung interner Datenbanken sowie öffentlich zugänglicher Daten - angenommen. Die von uns getroffenen Annahmen sind stets auf der sicheren Seite liegend so gewählt worden, dass zwar nicht die tatsächliche, aber die maximal mögliche Gefährdung ermittelt wurde. Näheres ist im Kapitel 4.4 beschrieben.

1.2 Zusammenfassung

Die Gegenüberstellung der ermittelten Eintrittswahrscheinlichkeiten für die Gefährdung der ETL 179.200 entlang der Trasse infolge der vorgenannten Gefährdungspotenziale mit dem angegebenen Grenzwert zeigt, dass der Grenzwert für die betrachteten WEA eingehalten wird.

Es sind keine Sicherungsmaßnahmen für das Schutzobjekt erforderlich.

2. Unterlagen

- U 1 Gutachten Nr. 77919: „Windenergieanlagen in Nähe von Schutzobjekten / Bestimmung von Mindestabständen“, Ausgabe 12/2020, aufgestellt von der Dr.-Ing. Veenker Ingenieurgesellschaft mbH, vom 15.12.2020, im Internet verfügbar unter <https://www.veenkermbh.de/>
- U 2 DIBt - Richtlinie für Windenergieanlagen: „Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“, Stand: Oktober 2012 – Korrigierte Fassung März 2015
- U 3 Allgemeine Projektbeschreibung, übermittelt per E-Mail durch ILF am 09.10.2024, 18.11.2024 und 03.12.2024
- U 4 Lageplan mit Kennzeichnung der Standorte und Daten der Windenergieanlagen und Lage der Stationen, übermittelt als SHP-Dateien durch ILF am 18.11.2024, 03.12.2024 und 04.02.2025
- U 5 Übersicht WEA und Windverteilung, interne Unterlage als Excel
- U 6 Kartenmaterial vom Bundesland Niedersachsen, online unter: [Bing Karten - Wegbeschreibungen, Reiseplanung, Verkehrskameras und mehr](#), letzter Aufruf: 15.01.2025; 11:04 Uhr
- U 7 Angaben zur ETL 179.200: „13558-ILF-179-PPL-PL-DWG-01910_179.200 Trassenlageplan“, übermittelt als PDF-Dokument durch ILF am 03.12.2024

3. Nachweiskonzept

3.1 Allgemeines

Die ETL 179.200 quert bzw. tangiert diverse Windparks. Für die Bewertung der Gefährdung der ETL 179.200 infolge der Näherung zu WEA wird zunächst geprüft, ob die jeweilige Konstellation zwischen den WEA aus Unterlage U 4 und der ETL 179.200 vom Generalgutachten (Unterlage U 1) abgedeckt ist. Insofern die Konstellation zwischen den WEA und der ETL 179.200 vom Generalgutachten abgedeckt ist, gilt, dass die vorliegende Gefährdung der ETL 179.200 infolge des Betriebes der bestehenden und geplanten WEA unter dem Grenzwert liegt und somit zulässig ist. An diesen Örtlichkeiten bedarf es keiner weiteren Untersuchung. Insofern die Konstellation zwischen den WEA und der ETL 179.200 vom Generalgutachten nicht abgedeckt wird, erfolgen die Ermittlung und Bewertung der Gefährdung im Rahmen einer Einzelfalluntersuchung. Wir haben die einzelnen Örtlichkeiten der WEA gemäß Unterlage U 4 mit öffentlich zugänglichem Kartenmaterial (Unterlage U 6) abgeglichen und sind bei Widersprüchen wie folgt verfahren:

- Weichen die Koordinaten gemäß Unterlage U 4 von der grafischen Darstellung vom Kartenmaterial (Unterlage U 6) ab, so haben wir den konservativen Fall (geringerer Abstand) bewertet.
- Existiert im Kartenmaterial (Unterlage U 6) zu den Koordinaten keine passende WEA, so haben wir diese Koordinaten gemäß Unterlage U 4 nicht weiter betrachtet.

Die Ermittlung der Abstände im Kartenmaterial (Unterlage U 6) erfolgt grafisch und impliziert ein gewisses Maß an Ungenauigkeit. Geringfügige Abweichungen der ermittelten Abstände von den tatsächlichen Abständen sind für den hier durchgeführten probabilistischen Sicherheitsnachweis irrelevant.

3.2 Vorgehen

Die Untersuchung, ob die jeweiligen Konstellationen zwischen den WEA und der ETL 179.200 vom Generalgutachten abgedeckt sind, erfolgt in folgenden Schritten:

- 1) Mit Bezug auf die Trassierung haben wir - beginnend bei Bützfleth-Süd - die WEA innerhalb der allgemeinen Unbedenklichkeitsgrenze von 995 m nach Örtlichkeiten gruppiert. Windenergieanlagen, deren Abstand zum Schutzobjekt größer als die Unbedenklichkeitsgrenze sind, werden im Folgenden nicht weiter betrachtet.
- 2) Innerhalb der Unbedenklichkeitsgrenze haben wir die WEA hinsichtlich ihrer bekannten Charakteristika (insbesondere Nabenhöhe und Rotorblattdurchmesser) und dem Abstand zur ETL 179.200 klassifiziert und diese hinsichtlich der klassenspezifischen Unbedenklichkeitsgrenze betrachtet. WEA, deren Abstände zur ETL 179.200 größer sind als deren klassenspezifische Unbedenklichkeitsgrenze, werden nicht weiter betrachtet.
- 3) Im Folgeschritt haben wir die übrigen WEA betrachtet und mit den Tabellenwerten des Generalgutachtens verglichen. Bei Einhaltung der Abstände zwischen den WEA und der ETL 179.200 sowie der Anzahl der WEA je Gruppierung sind diese Konstellationen vom Generalgutachten abgedeckt und es bedarf daher keiner weiteren Untersuchungen. In allen anderen Fällen sind Einzelfallbetrachtungen erforderlich.

3.3 Grundsatzuntersuchung – ETL 179.200

Gemäß den o. g. Ausführungen haben wir die Gefährdung der ETL 179.200 geprüft. Die jeweiligen Teilergebnisse sind nach Örtlichkeiten entlang der Trasse gruppiert und nachfolgenden tabelliert.

Trassenabschnitt	SP 2.500 bis 3.000
Örtlichkeit/Bezeichnung	Bützfleth-Süd
WEA innerhalb der allgemeinen Unbedenklichkeitsgrenze	3 WEA
WEA außerhalb der klassenspezifischen Unbedenklichkeitsgrenze	0 WEA
WEA außerhalb des klassenspezifischen Mindestabstandswertes	3 WEA
Fazit	Es ist eine Einzelfallbetrachtung erforderlich. Die Konstellation ist durch das Generalgutachten <u>nicht</u> abgedeckt.

Tabelle 1: SP 2.500 bis 3.000

Trassenabschnitt	SP 04.700 bis 6.400
Örtlichkeit/Bezeichnung	Stade Haddorf
WEA innerhalb der allgemeinen Unbedenklichkeitsgrenze	6 WEA
WEA außerhalb der klassenspezifischen Unbedenklichkeitsgrenze	0 WEA
WEA außerhalb des klassenspezifischen Mindestabstandswertes	6 WEA
Fazit	Es ist eine Einzelfallbetrachtung erforderlich. Die Konstellation ist durch das Generalgutachten <u>nicht</u> abgedeckt.

Tabelle 2: SP 4.700 bis 6.400

Zusammenfassend haben wir entlang der Trasse ETL 1179.200 an zwei Örtlichkeiten Konstellationen zwischen den WEA und der ETL 179.200 festgestellt, die durch das Generalgutachten nicht abgedeckt sind. Diese zwei Konstellationen werden im Folgenden im Rahmen von Einzelfallbetrachtungen untersucht.

Hierbei handelt es sich um folgende Konstellationen bzw. Örtlichkeiten:

- a) SP 2.500 bis SP 3.000: Bützfleth-Süd (Anlage A 1) und
- b) SP 4.700 bis SP 6.400: Stade Haddorf (Anlage A 2).

3.4 Nachweisführung

Bei den Windenergieanlagen wird die Bewertung der Gefährdung jeweils durch die Referenz-WEA ermittelt. Es handelt sich dabei um die zur ETL 179.200 nächststehende WEA eines WEA-Typs, für die die Nachweisführung explizit, exemplarisch und repräsentativ durchgeführt wird. Das Ergebnis wird auf die Anzahl der relevanten WEA desselben Typs im Windpark übertragen.

Die sich für die jeweiligen Schutzobjekte ergebenden Referenz-WEA sind dem Kapitel 4.2 zu entnehmen.

4. Angaben zu den Daten

4.1 Daten zu dem Schutzobjekt

Die für die Bewertung der Gefährdung relevanten Daten der ETL 179.200 sind der Unterlage U 7 entnommen und nachfolgend tabelliert.

Parameter	Schutzobjekt
	Trasse
Bezeichnung	ETL 179.200
Betreiber	Gasunie Deutschland GmbH & Co. KG
Art des Schutzobjektes	eingeerdet
Medium	Erdgas
Durchmesser (DN)	900
Nennndruck (PN)	84 bar

Tabelle 3: Daten zu dem Schutzobjekt

Für Leitungen wird eine Mindestüberdeckung von 1,0 m vorausgesetzt.

4.2 Abstände

Nachfolgend sind die jeweils zu berücksichtigenden WEA und deren Abstände zur ETL 179.200 tabelliert.

Weitere Details zur Abstandsermittlung sind in Kapitel 3.4 vermerkt.

Windenergieanlage	TYP	Abstand WEA – Schutzobjekt [m]
WEA 1*	TYP 1	63
WEA 2		363
WEA 3		690
WEA 4		1.094
* = Referenz-WEA (gem. Kapitel 3.4)		

Tabelle 4: Abstand WEA – ETL 179.200 bei Bützfleth-Süd

Windenergieanlage	TYP	Abstand WEA – Schutzobjekt [m]
WEA 1	TYP 2	351
WEA 2		663
WEA 3		389
WEA 4		126
WEA 5		330
WEA 6*		74
* = Referenz-WEA (gem. Kapitel 3.4)		

Tabelle 5: Abstand WEA – ETL 179.200 bei Stade Haddorf

4.3 Ergänzende Angaben zu den zulässigen Grenzwerten

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

- Ferngasleitung größer DN 900 bis max. DN 1400 und DP \geq 84 bar:
zul Pf = $1,00 \cdot 10^{-6}$ Ereignisse pro km und Jahr.

4.4 Daten zu WEA

Die für die Ermittlung der Gefährdung erforderlichen Angaben bezüglich der WEA, die im Rahmen dieser Untersuchung nicht vorlagen, wurden von uns - entsprechend unserer Erfahrung und unter Verwendung interner Datenbanken sowie öffentlich zugänglicher Daten - angenommen. Nachfolgend werden die angenommenen Daten benannt und die Zulässigkeit der Annahme bewertet.

Gemäß Angaben aus Unterlage U 5 und aus dem Generalgutachten (Unterlage U 1) gehen wir für die jeweilige Örtlichkeit von folgenden Charakteristika der WEA aus.

Parameter	TYP 1	TYP 2
Nabenhöhe	164 m	175 m
Rotordurchmesser	172 m	172 m
Neigung der Rotorachse	6°	6°
Rotorblattmasse	25.400 kg	25.400 kg
Rotorblattlänge	84,35 m	84,35 m
Maximale Drehzahl	12,1 min ⁻¹	12,1 min ⁻¹
Abschaltwindgeschwindigkeit	25,0 m/s	25,0 m/s
Maschinenhauslänge	12,73 m	12,73 m

Tabelle 6: Daten zu den WEA-Typen

Nachfolgend sind die für den jeweiligen Windpark relevanten WEA-Typen dargestellt.

Windpark	WEA-Typ
ETL 179.200 bei Bützfleth-Süd	TYP 1
ETL 179.200 bei Stade Haddorf	TYP 2

Tabelle 7: Zuordnung der WEA-Typen zu den Windparks

Die Verwendung dieser Parameter ist zulässig, da die dem Generalgutachten zugrunde liegenden Angaben i. d. R. repräsentativ sind.

Wir gehen davon aus, dass die Windenergieanlagen unter Einhaltung des vorgeschriebenen Mindestuntersuchungsintervalls nach DIBt-Richtlinie (Unterlage U 2) einmal jährlich gewartet werden. Diese Annahme ist zulässig, da sie eine bestimmungsgemäße, jedoch minimale Wartung berücksichtigt.

Die örtlich vorliegende Verteilung der Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen (Weilbull-Verteilung: $A = 8,00$ m/s, $k = 2,26$) wurde aus einem internen Projekt von einem Windpark in der angrenzenden Gemeinde Ohrensen übernommen (Unterlage U 5). Diese Annahme ist zulässig, da keine signifikanten Abweichungen in der Verteilung der Windgeschwindigkeiten und -richtungen bei aneinandergrenzenden Gemeinden (ca. 20 km Abstand) zu erwarten sind. Die statistische Verteilung der Windrichtung ist in der Anlage A 3 dargestellt.

Wir gehen davon aus, dass die zu berücksichtigenden WEA über keine Eiserkennung verfügen, da aus dem öffentlich zugänglichem Kartenmaterial keine zu schützende Infrastruktur ersichtlich ist, die eine Installation eines Eiserkennungssystems an den WEA erforderlich machen würde. Diese Annahme ist zulässig, da konservativ.

Die von uns getroffenen Annahmen sind stets auf der sicheren Seite liegend so gewählt worden, dass zwar nicht die tatsächliche, aber die maximal mögliche Gefährdung ermittelt wurde.

4.5 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 bei maximaler Drehzahl erfolgt. Es wird der ungünstigste Fall für die Referenz-WEA angenommen, da sich dadurch größere Wurfweiten vom Rotorblattabwurf ergeben.

WEA-Typ	Windgeschwindigkeit [m/s]	Drehzahl [min^{-1}]
TYP 1	25,0	12,1
TYP 2	25,0	12,1

Tabelle 8: Betriebsdaten der Windenergieanlagen für Gefährdung durch Rotorblattabwurf

Da es sich bei der ETL 179.200 um ein eingeeordnetes Schutzobjekt handelt, besteht gemäß Ausführungen der Unterlage U 1 keine Gefährdung infolge eines möglichen Abwurfs von Rotorblattspitzen (Tip), sodass nachfolgend für eingeeordnete Schutzobjekte nur die Gefährdungen durch Abwurf eines ganzen Rotorblattes (100%-RB) und von Teilen davon (Rotorblatttrumm, 30%-RB) berücksichtigt werden.

4.6 Ergänzende Angaben zum Eisansatz

Bei der ETL 179.200 handelt es sich um ein eingeeordnetes Schutzobjekt. Gemäß Ausführungen der Unterlage U 1 besteht für eingeeordnete Schutzobjekte keine Gefährdung infolge von Abwurf und Fall von Eisfragmenten.

5. Bewertung der Gefährdung durch den umstürzen- den Turm

Beim Turm einer WEA handelt es sich um ein Bauwerk. Bei Einhaltung der Vorschriften im bautechnischen Bereich beträgt die Eintrittswahrscheinlichkeit für Bauwerksversagen nach Unterlage U 1:

$$Pf1 = 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr.}$$

Für die Bewertung der Gefährdung des Schutzobjektes 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 (z. B. Eintrittswahrscheinlichkeit für die Anwesenheit von Personen) zu multiplizieren.

Das Produkt dieser Einzelwahrscheinlichkeiten ist mehrere Größenordnungen kleiner als der hier einzuhaltende Grenzwert, weswegen für die weiteren Untersuchungen die Gefährdung durch den umstürzenden Turm vernachlässigt wird.

6. ETL 179.200 bei Bützfleth-Süd

6.1 Bewertung der Gefährdung durch Rotorblattabwurf und Teilen davon

6.1.1 Gefährdungsradien für Rotorblatt und Teilen davon

Die Gefährdungsradien eines ganzen Rotorblattes (100-%-RB) und von Teilen davon (30-%-RB) sind für den WEA TYP 1 nachfolgend dargestellt.

Max. Wurfweiten [m]	
100-%-RB	30-%-RB
296	1.202

Tabelle 9: Windpark bei Bützfleth-Süd - Gefährdungsradien für Rotorblatt und von Teilen davon

6.1.1.1 Abwurf ganzes Rotorblatt

Die Abstände (Kapitel 4.2) zwischen dem Schutzobjekt und den Windenergieanlagen WEA 2, WEA 3 und WEA 4 des Windparks sind höher als die maximal zu berücksichtigenden Wurfweiten von Rotorblättern (Kapitel 6.1.1), sodass aus dem Betrieb dieser WEA keine Gefährdung für das Schutzobjekt resultiert. Dementsprechend ist WEA 1 zu berücksichtigen.

6.1.1.2 Abwurf von Rotorblattteilen

Die Abstände (Kapitel 4.2) zwischen dem Schutzobjekt und den Windenergieanlagen WEA 1, WEA 2, WEA 3 und WEA 4 des Windparks sind kleiner als die maximal zu berücksichtigenden Wurfweiten von Rotorblattteilen (30-%-RB, Kapitel 6.1.1), sodass aus dem Betrieb dieser WEA eine Gefährdung für das Schutzobjekt resultiert. Dementsprechend sind WEA 1, WEA 2, WEA 3 und WEA 4 zu berücksichtigen.

6.1.2 Berechnung der Gefährdung

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

- Pf1 = Eintrittswahrscheinlichkeit des Abwurfs eines Gegenstandes (bei Rotorblatt multipliziert mit dem Anteil für die Berücksichtigung des Teiles eines Rotorblattes),
- Pf2 = Eintrittswahrscheinlichkeit für eine ungünstige Windrichtung je nach WEA,
- Pf3 = Eintrittswahrscheinlichkeit für die Übereinstimmung der Aufprallstellen mit dem Schutzobjekt,
- Pf4 = Eintrittswahrscheinlichkeit für das Eindringen eines Rotorblattes in das Erdreich von $6,67 \cdot 10^{-2}$ Ereignisse/Aufprall.

Als Referenz vom TYP 1 wird die nächststehende WEA 1 gewählt.

Die Detailergebnisse zur Bewertung der Gefährdung des Schutzobjektes durch die Referenz-WEA 1 sind im Kapitel 6.1.3 zusammengestellt.

Für die WEA 1 sind in der Anlage A 4 die grafischen Auswertungen für die Ermittlung des Abwurfs eines ganzen Rotorblattes (100-%-RB) und in der Anlage A 5 der Abwurf von Rotorblattteilen (30-%-RB) dargestellt.

6.1.3 Auswertung

Im Nachfolgenden sind die Ergebnisse der Gefährdung des Schutzobjektes infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes (100-%-RB) und von Rotorblattteilen (30-%-RB) für die WEA 1 zusammengestellt:

WEA 1	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignis/Jahr]	
	100-%-RB	30-%-RB
Pf1	$2,80 \cdot 10^{-4}$	$1,40 \cdot 10^{-4}$
Pf2	1,00	1,00
Pf3	$6,80 \cdot 10^{-3}$	$1,73 \cdot 10^{-3}$
Pf4	$6,67 \cdot 10^{-2}$	$6,67 \cdot 10^{-2}$
nPf	$1,27 \cdot 10^{-7}$	$1,61 \cdot 10^{-8}$
$\sum Pf$	$1,43 \cdot 10^{-7}$	

Tabelle 10: ETL 179.200 bei Bützfleth-Süd - Gefährdung infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes und von Teilen davon

Die Gesamtbewertung erfolgt im Kapitel 6.3.

6.2 Bewertung der Gefährdung durch Abwurf des Maschinenhauses

6.2.1 Wurfweite des Maschinenhauses

Die allgemeine Theorie zur Ermittlung der Wurfparabel bei Abwurf des Maschinenhauses ist in der Unterlage U 1 aufgezeigt. Es ergibt sich für den WEA-TYP 1 folgender Wert.

WEA-Typ	Max. Wurfweite [m]
TYP 1	12,3

Tabelle 11: ETL 179.200 bei Bützfleth-Süd - Wurfweite bei Abwurf des Maschinenhauses

6.2.2 Auswertung für das eingeardete Schutzobjekt

6.2.2.1 Gefährdung durch ein abgeworfenes Maschinenhaus

Der maximalen Wurfweite aus Kapitel 6.2.1 werden die halbe Länge des Maschinenhauses und ein Sicherheitszuschlag von 2,00 m hinzugerechnet. Es ergibt sich für den zu untersuchenden WEA-Typ folgender Aufprallradius des Maschinenhauses.

WEA-Typ	Max. Aufprallradius [m]
TYP 1	20,7

Tabelle 12: ETL 179.200 bei Bützfleth-Süd - Aufprallradius bei Maschinenhausabwurf

Gemäß Ausführungen der Unterlage U 1 sind die Trefferwahrscheinlichkeiten durch ein abgeworfenes Maschinenhaus bei einem eingeardeten Schutzobjekt außerhalb dieses Abstandes als probabilistisch nicht relevant zu bewerten. Da die Abstände der jeweiligen WEA zu dem eingeardeten Schutzobjekt gemäß Kapitel 4.2 größer sind als der Aufprallradius, ist die Gefährdung des eingeardeten Schutzobjektes durch dieses Szenario ausgeschlossen.

6.2.2.2 Gefährdung durch abstehende Rotorblätter am abgeworfenen Maschinenhaus

Gemäß Ausführungen der Unterlage U 1 kann ein am abgeworfenen Maschinenhaus abstehendes Rotorblatt ein eingeardetes Schutzobjekt treffen. Ausgehend von der in Kapitel 6.2.1 ermittelten Wurfweite werden die halbe Länge des Maschinenhauses und ein Viertel der Rotorblattlänge sowie ein Sicherheitszuschlag von 20 % hinzugerechnet. Es ergibt sich für den zu untersuchenden WEA-Typ folgender Gefährdungsradius.

WEA-Typ	Max. Gefährdungsradius [m]
TYP 1	74,0

Tabelle 13: ETL 179.200 bei Bützfleth-Süd - Gefährdungsradius bei Maschinenhausabwurf mit abstehendem Rotorblatt für das eingeardete Schutzobjekt

Aus dem Abgleich der Abstände der jeweiligen WEA zum eingeardeten Schutzobjekt gemäß Kapitel 4.2 ergibt sich eine grundsätzliche Gefährdung für die ETL 179.200 durch die WEA 1.

6.2.2.3 Berechnung der 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 von $1 \cdot 10^{-1}$ Ereignisse/Abwurf.

Auf die grafischen Darstellungen des vorgenannten Abwurfereignisses wird aufgrund der Windrichtungsunabhängigkeit und des kreisförmigen Gefährdungsgebietes um die Turmachse verzichtet.

6.2.2.4 Ermittlung der Gefährdung durch abstehende Rotorblätter am abgeworfenen Maschinenhaus

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Gefährdung des eingedeckten Schutzobjektes infolge Maschinenhausabwurfs mit abstehendem Rotorblatt für die Referenz- WEA 1 zusammengestellt.

WEA 1	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignisse/Jahr]
	Maschinenhaus
Pf1	$1,80 \cdot 10^{-4}$
Pf2	1,00
Pf3	$1,35 \cdot 10^{-2}$
Pf4	$1,00 \cdot 10^{-1}$
nPf	$2,44 \cdot 10^{-7}$

Tabelle 14: ETL 179.200 bei Bützfleth-Süd - Eintrittswahrscheinlichkeit bei Maschinenhausabwurf mit abstehendem Rotorblatt für das Schutzobjekt

Die Gesamtbewertung erfolgt im Kapitel 6.3.

6.3 Gesamtbewertung

In der nachfolgenden Tabelle sind die Bewertungsergebnisse der Gesamtgefährdung des Schutzobjektes infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes (100-%-RB) und von Rotorblattteilen (30-%-RB) sowie Abwurfs des Maschinenhauses (MH) der Referenz-WEA 1 zusammengestellt.

Ferner ist die ermittelte Gefährdung der WEA 1 als Referenz-WEA auf die weiteren zu berücksichtigten WEA zu übertragen, um die Gesamtgefährdung für das Schutzobjekt zu ermitteln.

Die Gefährdung durch den umstürzenden Turm ist probabilistisch zu vernachlässigen (siehe Kapitel 5). Ferner besteht keine Gefährdung infolge Abwurfs von Rotorblattteilen (Tip) sowie Abwurfs und Falls von Eisfragmenten.

WEA-Bezeichnung		Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignisse/Jahr]		
		100-%-RB	30-%-RB	MH
WEA 1*	TYP 1	$1,27 \cdot 10^{-7}$	$1,61 \cdot 10^{-8}$	$2,44 \cdot 10^{-7}$
WEA 2		-	$1,61 \cdot 10^{-8}$	-
WEA 3		-	$1,61 \cdot 10^{-8}$	-
WEA 4		-	$1,61 \cdot 10^{-8}$	-
ΣPf (100-%-RB, 30-%-RB, MH)		$1,27 \cdot 10^{-7}$	$6,44 \cdot 10^{-8}$	$2,44 \cdot 10^{-7}$
ΣPf (Windpark)		$4,35 \cdot 10^{-7}$		
* = Referenz-WEA				

Tabelle 15: ETL 179.200 bei Bützfleth-Süd - Gesamtgefährdung aller WEA für das Schutzobjekt

Gemäß den Ausführungen im Generalgutachten (Unterlage U 1) ist die tatsächlich gefährdete Länge des Schutzobjektes (innerhalb der maximalen Wurfweite, siehe Kapitel 6.1.1 und Kapitel 6.2.2.2) zu berücksichtigen und in Relation zur normierten Länge (1.000 m) des Grenzwertes zu stellen.

In Abhängigkeit der Gefährdung ergeben sich die Faktoren:

- 100-%-RB: 0,63,
- 30-%-RB: 2,84 und
- MH: 0,14,

mit denen die Gefährdung zu multiplizieren ist.

Es resultiert somit eine Gesamtgefährdung von

$$2,97 \cdot 10^{-7} \text{ Ereignissen/Jahr} \cdot \text{Kilometer.}$$

Der Nachweis hat die Form:

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

$$\begin{aligned} \sum Pf &= 2,97 \cdot 10^{-7} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{Kilometer} \\ \text{zul Pf} &= 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{Kilometer} \end{aligned}$$

$$2,97 \cdot 10^{-7} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{Kilometer} < 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{Kilometer.}$$

Die Gegenüberstellung der ermittelten Eintrittswahrscheinlichkeiten für das untersuchte Schutzobjekt infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes oder von Teilen davon sowie infolge Abwurfs des Maschinenhauses mit dem in Unterlage U 1 angegebenen Grenzwert zeigt, dass der Grenzwert eingehalten wird. Der Nachweis einer zulässigen Gefährdung ist somit erbracht.

Es sind keine Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

7. ETL 179.200 bei Stade Haddorf

7.1 Bewertung der Gefährdung durch Rotorblattabwurf und Teilen davon

7.1.1 Gefährdungsradien für Rotorblatt und Teilen davon

Die Gefährdungsradien eines ganzen Rotorblattes (100-%-RB) und von Teilen davon (30-%-RB) sind für den WEA TYP 2 nachfolgend dargestellt.

Max. Wurfweiten [m]	
100-%-RB	30-%-RB
300	1.210

Tabelle 16: Windpark bei Stade Haddorf - Gefährdungsradien für Rotorblatt und von Teilen davon

7.1.1.1 Abwurf ganzes Rotorblatt

Die Abstände (Kapitel 4.2) zwischen dem Schutzobjekt und den Windenergieanlagen WEA 1, WEA 2, WEA 3 und WEA 5 des Windparks sind höher als die maximal zu berücksichtigenden Wurfweiten von Rotorblättern (Kapitel 7.1.1), sodass aus dem Betrieb dieser WEA keine Gefährdung für das Schutzobjekt resultiert. Dementsprechend sind WEA 4 und WEA 6 zu berücksichtigen.

7.1.1.2 Abwurf von Rotorblattteilen

Die Abstände (Kapitel 4.2) zwischen dem Schutzobjekt und den Windenergieanlagen WEA 1 bis WEA 6 des Windparks sind kleiner als die maximal zu berücksichtigende Wurfweite von Rotorblattteilen (30-%-RB, Kapitel 7.1.1), sodass aus dem Betrieb dieser WEA eine Gefährdung für das Schutzobjekt resultiert. Dementsprechend sind diese WEA zu berücksichtigen.

7.1.2 Berechnung der Gefährdung

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

- Pf1 = Eintrittswahrscheinlichkeit des Abwurfs eines Gegenstandes (bei Rotorblatt multipliziert mit dem Anteil für die Berücksichtigung des Teiles eines Rotorblattes),
- Pf2 = Eintrittswahrscheinlichkeit für eine ungünstige Windrichtung je nach WEA,
- Pf3 = Eintrittswahrscheinlichkeit für die Übereinstimmung der Aufprallstellen mit dem Schutzobjekt,
- Pf4 = Eintrittswahrscheinlichkeit für das Eindringen eines Rotorblattes in das Erdreich von $6,67 \cdot 10^{-2}$ Ereignisse/Aufprall.

Als Referenz vom TYP 2 wird die nächststehende WEA 6 gewählt.

Die Detailergebnisse zur Bewertung der Gefährdung des Schutzobjektes durch die Referenz-WEA 6 sind im Kapitel 7.1.3 zusammengestellt.

Für die WEA 6 sind in der Anlage A 6 die grafischen Auswertungen für die Ermittlung des Abwurfs eines ganzen Rotorblattes (100-%-RB) und in der Anlage A 7 der Abwurf von Rotorblattteilen (30-%-RB) dargestellt.

7.1.3 Auswertung

Im Nachfolgenden sind die Ergebnisse der Gefährdung des Schutzobjektes infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes (100-%-RB) und von Rotorblattteilen (30-%-RB) für die WEA 6 zusammengestellt:

WEA 6	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignis/Jahr]	
	100-%-RB	30-%-RB
Pf1	$2,80 \cdot 10^{-4}$	$1,40 \cdot 10^{-4}$
Pf2	$9,18 \cdot 10^{-1}$	1,00
Pf3	$6,16 \cdot 10^{-3}$	$1,65 \cdot 10^{-3}$
Pf4	$6,67 \cdot 10^{-2}$	$6,67 \cdot 10^{-2}$
nPf	$1,06 \cdot 10^{-7}$	$1,54 \cdot 10^{-8}$
$\sum Pf$	$1,21 \cdot 10^{-7}$	

Tabelle 17: ETL 179.200 bei Stade Haddorf - Gefährdung infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes und von Teilen davon

Die Gesamtbewertung erfolgt im Kapitel 7.3.

7.2 Bewertung der Gefährdung durch Abwurf des Maschinenhauses

7.2.1 Wurfweite des Maschinenhauses

Die allgemeine Theorie zur Ermittlung der Wurfparabel bei Abwurf des Maschinenhauses ist in der Unterlage U 1 aufgezeigt. Es ergibt sich für den WEA-TYP 2 folgender Wert.

WEA-Typ	Max. Wurfweite [m]
TYP 2	12,7

Tabelle 18: ETL 179.200 bei Stade Haddorf - Wurfweite bei Abwurf des Maschinenhauses

7.2.2 Auswertung für das eingearbeitete Schutzobjekt

7.2.2.1 Gefährdung durch ein abgeworfenes Maschinenhaus

Der maximalen Wurfweite aus Kapitel 7.2.1 werden die halbe Länge des Maschinenhauses und ein Sicherheitszuschlag von 2,00 m hinzugerechnet. Es ergibt sich für den zu untersuchenden WEA-Typ folgender Aufprallradius des Maschinenhauses.

WEA-Typ	Max. Aufprallradius [m]
TYP 2	21,1

Tabelle 19: ETL 179.200 bei Stade Haddorf - Aufprallradius bei Maschinenhausabwurf

Gemäß Ausführungen der Unterlage U 1 sind die Trefferwahrscheinlichkeiten durch ein abgeworfenes Maschinenhaus bei einem eingeardeteten Schutzobjekt außerhalb dieses Abstandes als probabilistisch nicht relevant zu bewerten. Da die Abstände der jeweiligen WEA zu dem eingeardeteten Schutzobjekt gemäß Kapitel 4.2 größer sind als der Aufprallradius, ist die Gefährdung des eingeardeteten Schutzobjektes durch dieses Szenario ausgeschlossen.

7.2.2.2 Gefährdung durch abstehende Rotorblätter am abgeworfenen Maschinenhaus

Gemäß Ausführungen der Unterlage U 1 kann ein am abgeworfenen Maschinenhaus abstehendes Rotorblatt ein eingeardetetes Schutzobjekt treffen. Ausgehend von der in Kapitel 7.2.1 ermittelten Wurfweite werden die halbe Länge des Maschinenhauses und ein Viertel der Rotorblattlänge sowie ein Sicherheitszuschlag von 20 % hinzugerechnet. Es ergibt sich für den zu untersuchenden WEA-Typ folgender Gefährdungsradius.

WEA-Typ	Max. Gefährdungsradius [m]
TYP 2	74,5

Tabelle 20: ETL 179.200 bei Stade Haddorf - Gefährdungsradius bei Maschinenhausabwurf mit abstehendem Rotorblatt für das eingeardete Schutzobjekt

Aus dem Abgleich der Abstände der jeweiligen WEA zum eingeardeteten Schutzobjekt gemäß Kapitel 4.2 ergibt sich eine grundsätzliche Gefährdung für die ETL 179.200 durch die WEA 6.

7.2.2.3 Berechnung der 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 von $1 \cdot 10^{-1}$ Ereignisse/Abwurf.

Auf die grafischen Darstellungen des vorgenannten Abwurfereignisses wird aufgrund der Windrichtungsunabhängigkeit und des kreisförmigen Gefährdungsgebietes um die Turmachse verzichtet.

7.2.2.4 Ermittlung der Gefährdung durch abstehende Rotorblätter am abgeworfenen Maschinenhaus

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Gefährdung des eingedeckten Schutzobjektes infolge Maschinenhausabwurfs mit abstehendem Rotorblatt für die Referenz-WEA 6 zusammengestellt.

WEA 6	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignisse/Jahr]
	Maschinenhaus
Pf1	$1,80 \cdot 10^{-4}$
Pf2	1,00
Pf3	$3,03 \cdot 10^{-3}$
Pf4	$1,00 \cdot 10^{-1}$
nPf	$5,46 \cdot 10^{-8}$

Tabelle 21: ETL 179.200 bei Stade Haddorf - Eintrittswahrscheinlichkeit bei Maschinenhausabwurf mit abstehendem Rotorblatt für das Schutzobjekt

Die Gesamtbewertung erfolgt im Kapitel 7.3.

7.3 Gesamtbewertung

In der nachfolgenden Tabelle sind die Bewertungsergebnisse der Gesamtgefährdung des Schutzobjektes infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes (100-%-RB) und von Rotorblattteilen (30-%-RB) sowie Abwurfs des Maschinenhauses der Referenz-WEA 6 zusammengestellt.

Ferner ist die ermittelte Gefährdung der WEA 6 als Referenz-WEA auf die weiteren zu berücksichtigten WEA zu übertragen, um die Gesamtgefährdung für das Schutzobjekt zu ermitteln.

Die Gefährdung durch den umstürzenden Turm ist probabilistisch zu vernachlässigen (siehe Kapitel 5). Ferner besteht keine Gefährdung infolge Abwurfs von Rotorblattteilen (Tip) sowie Abwurfs und Falls von Eisfragmenten.

WEA-Bezeichnung		Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignisse/Jahr]		
		100-%-RB	30-%-RB	MH
WEA 1	TYP 2	-	$1,54 \cdot 10^{-8}$	-
WEA 2		-	$1,54 \cdot 10^{-8}$	-
WEA 3		-	$1,54 \cdot 10^{-8}$	-
WEA 4		$1,06 \cdot 10^{-7}$	$1,54 \cdot 10^{-8}$	-
WEA 5		-	$1,54 \cdot 10^{-8}$	-
WEA 6*		$1,06 \cdot 10^{-7}$	$1,54 \cdot 10^{-8}$	$5,46 \cdot 10^{-8}$
ΣPf (100-%-RB, 30-%-RB, MH)		$2,12 \cdot 10^{-7}$	$9,24 \cdot 10^{-8}$	$5,46 \cdot 10^{-8}$
ΣPf (Windpark)		$3,59 \cdot 10^{-7}$		
* = Referenz-WEA				

Tabelle 22: ETL 179.200 bei Stade Haddorf - Gesamtgefährdung aller WEA für das Schutzobjekt

Gemäß den Ausführungen im Generalgutachten (Unterlage U 1) ist die tatsächlich gefährdete Länge des Schutzobjektes (innerhalb der maximalen Wurfweite, siehe Kapitel 7.1.1 und Kapitel 7.2.2.2) zu berücksichtigen und in Relation zur normierten Länge (1.000 m) des Grenzwertes zu stellen.

In Abhängigkeit der Gefährdung ergeben sich die Faktoren:

- 100-%-RB: 1,20,
- 30-%-RB: 3,74 und
- MH: 0,02,

mit denen die Gefährdung zu multiplizieren ist.

Es resultiert somit eine Gesamtgefährdung von

$$6,01 \cdot 10^{-7} \text{ Ereignissen/Jahr} \cdot \text{Kilometer.}$$

Der Nachweis hat die Form:

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

$$\begin{aligned} \sum P_f &= 6,01 \cdot 10^{-7} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{Kilometer} \\ \text{zul } P_f &= 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{Kilometer} \end{aligned}$$

$$6,01 \cdot 10^{-7} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{Kilometer} < 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{Kilometer.}$$

Die Gegenüberstellung der ermittelten Eintrittswahrscheinlichkeiten für das untersuchte Schutzobjekt infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes oder von Teilen davon sowie infolge Abwurfs des Maschinenhauses mit dem in Unterlage U 1 angegebenen Grenzwert zeigt, dass der Grenzwert eingehalten wird. Der Nachweis einer zulässigen Gefährdung ist somit erbracht.

Es sind keine Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

Anlage

A 1

Lageplan Bützfleth Süd

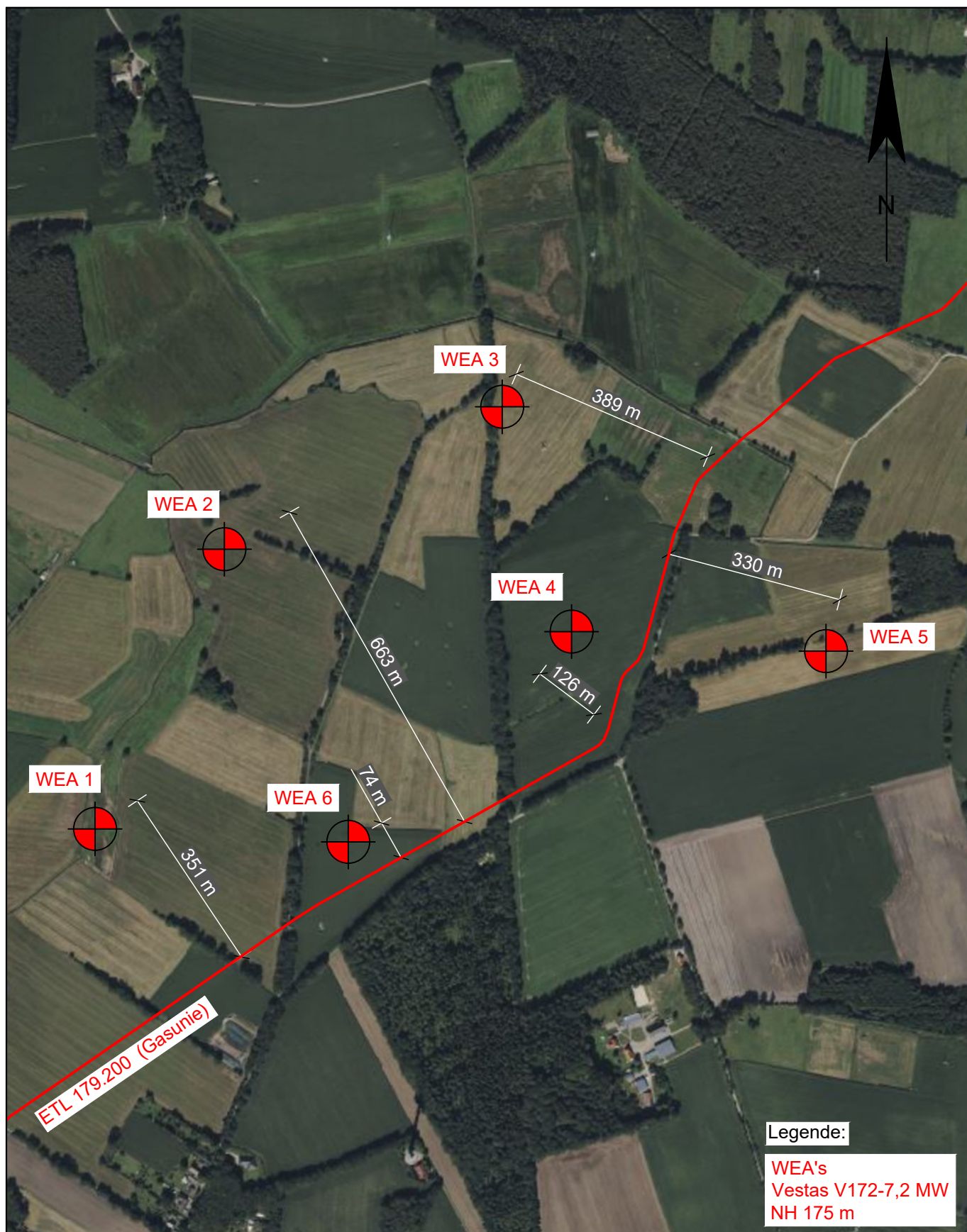


01	20.02.2025	Änderung Verlauf ETL 179.200 im Einflussbereich		Stürmer	Ludzay
Rev.	Datum	Revision (Nachtragung)		gezeichnet	geprüft
		Datum	Name	<div>Dr.-Ing. Veenker Ingenieurgesellschaft mbH Leibnizstraße 25 04105 Leipzig Tel.: +49 341 / 21737 - 60</div> <div>Veenker Ingenieure</div>	
Bearbeitet:		19.12.2024	Stürmer		
Geprüft:		19.12.2024	Ludzay		
<div>Windpark Bützfleth Süd</div> <div>Gefährdung der ETL 179.200 durch Windenergieanlagen</div> <div>Lageplan</div> <div>20624_06 ETL179_200 Lageplan Windparks Rev02.dwg</div>				Maßstab:	
				1:10.000	
				Proj.-Nr.:	
				20624.06	01

Anlage

A 2

Lageplan Stade Haddorf



02	20.02.2025	Änderung Verlauf ETL 179.200 im Einflussbereich, Abstandsänderung WEA 3	Stürmer	Ludzay
01	05.02.2025	Geänderte Koordinaten und Anzahl der WEA	Grundmann	Ludzay
Rev.	Datum	Revision (Nachtragung)	gezeichnet	geprüft
Datum		Name	Dr.-Ing. Veenker Ingenieurgesellschaft mbH Leibnizstraße 25 04105 Leipzig Tel.: +49 341 / 21737 - 60	
Bearbeitet:		Stürmer		
Geprüft:		Ludzay		
Windpark Stade Haddorf (Alterric) Gefährdung der ETL 179.200 durch Windenergieanlagen Lageplan 20624_06_ETL179_200_Lageplan_Windparks_Rev02.dwg			Maßstab:	
			1:10.000	
			Proj.-Nr.:	
			20624.06	01

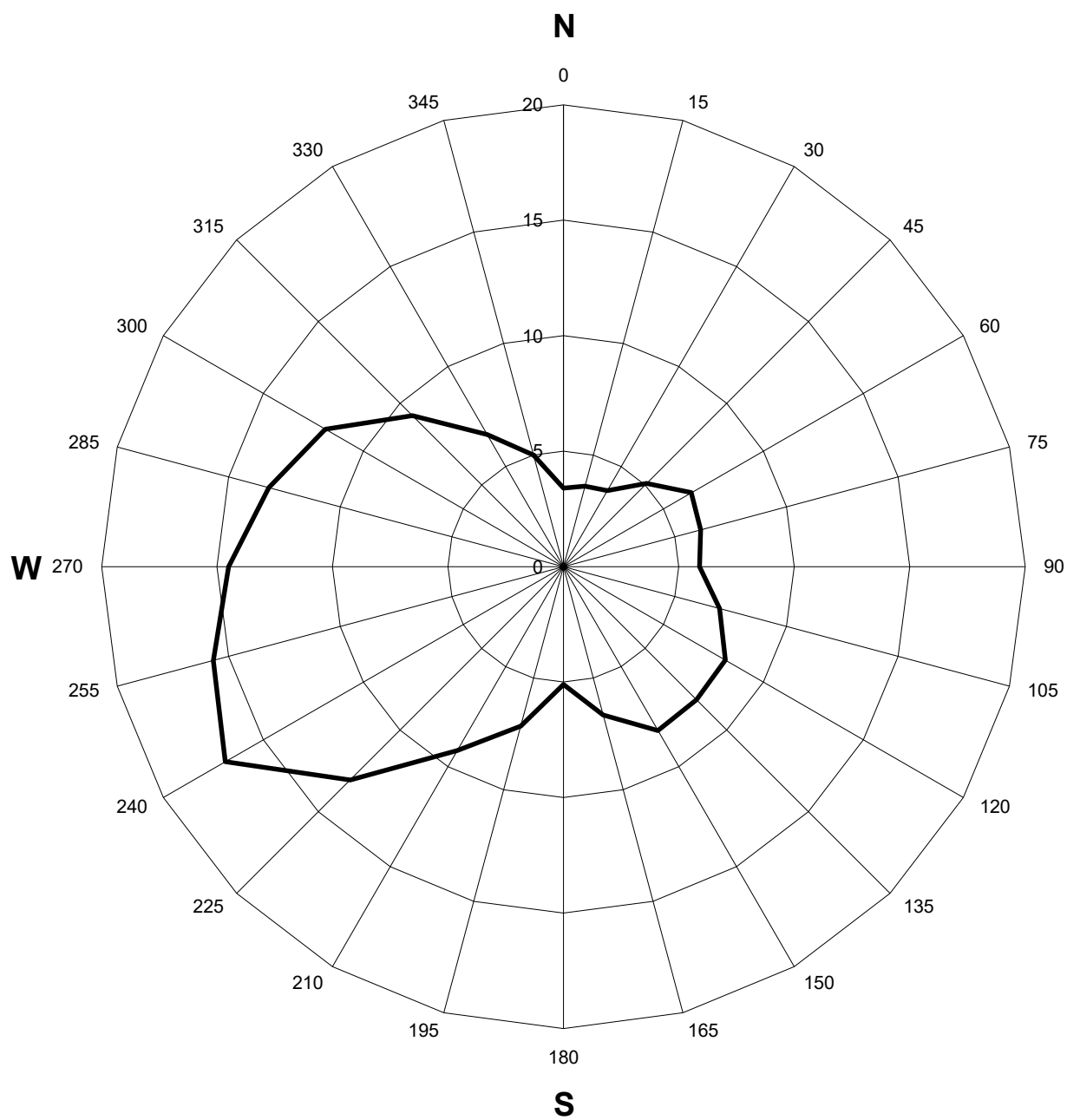
Veenker
Ingenieure

Anlage

A 3

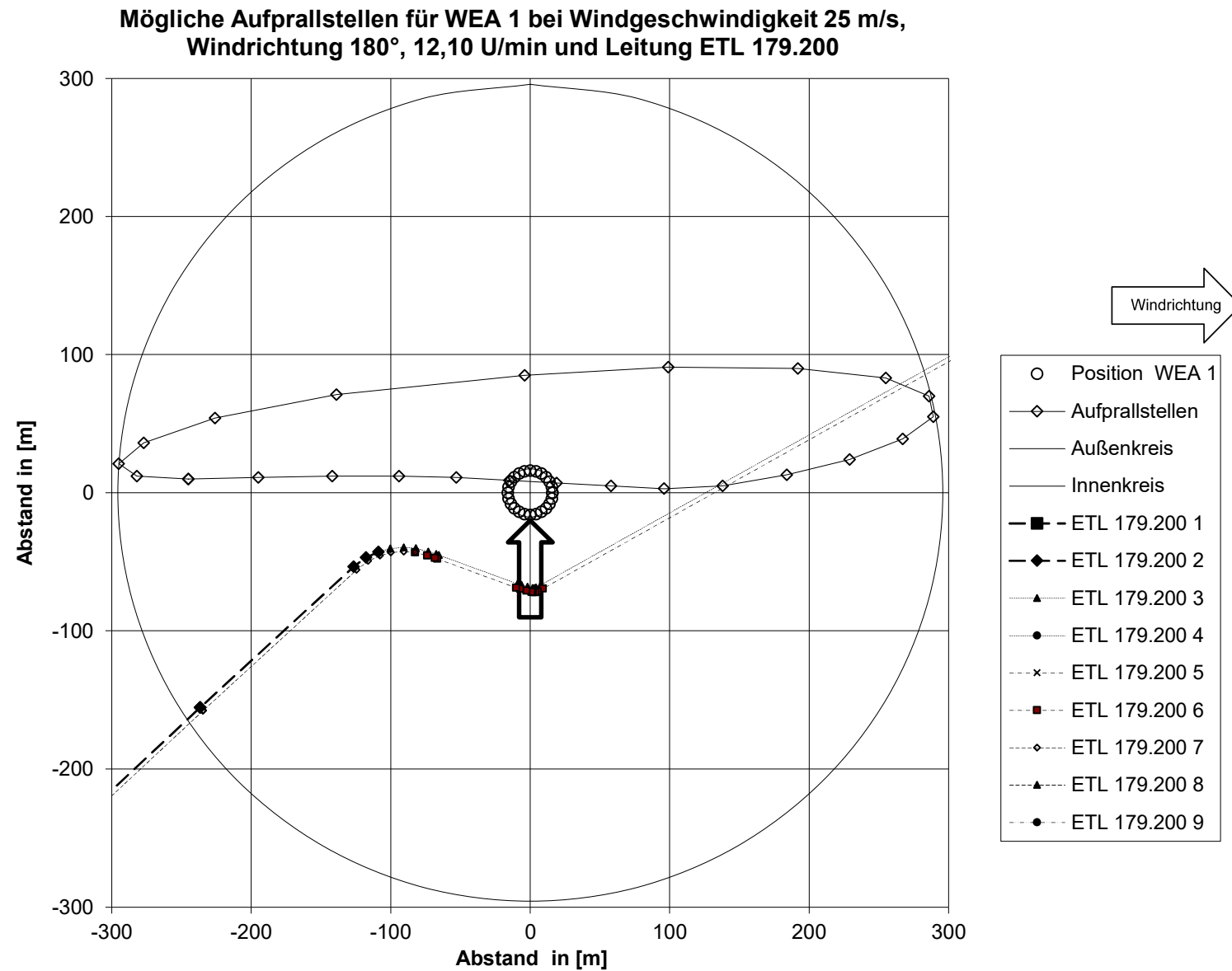
Windverteilung

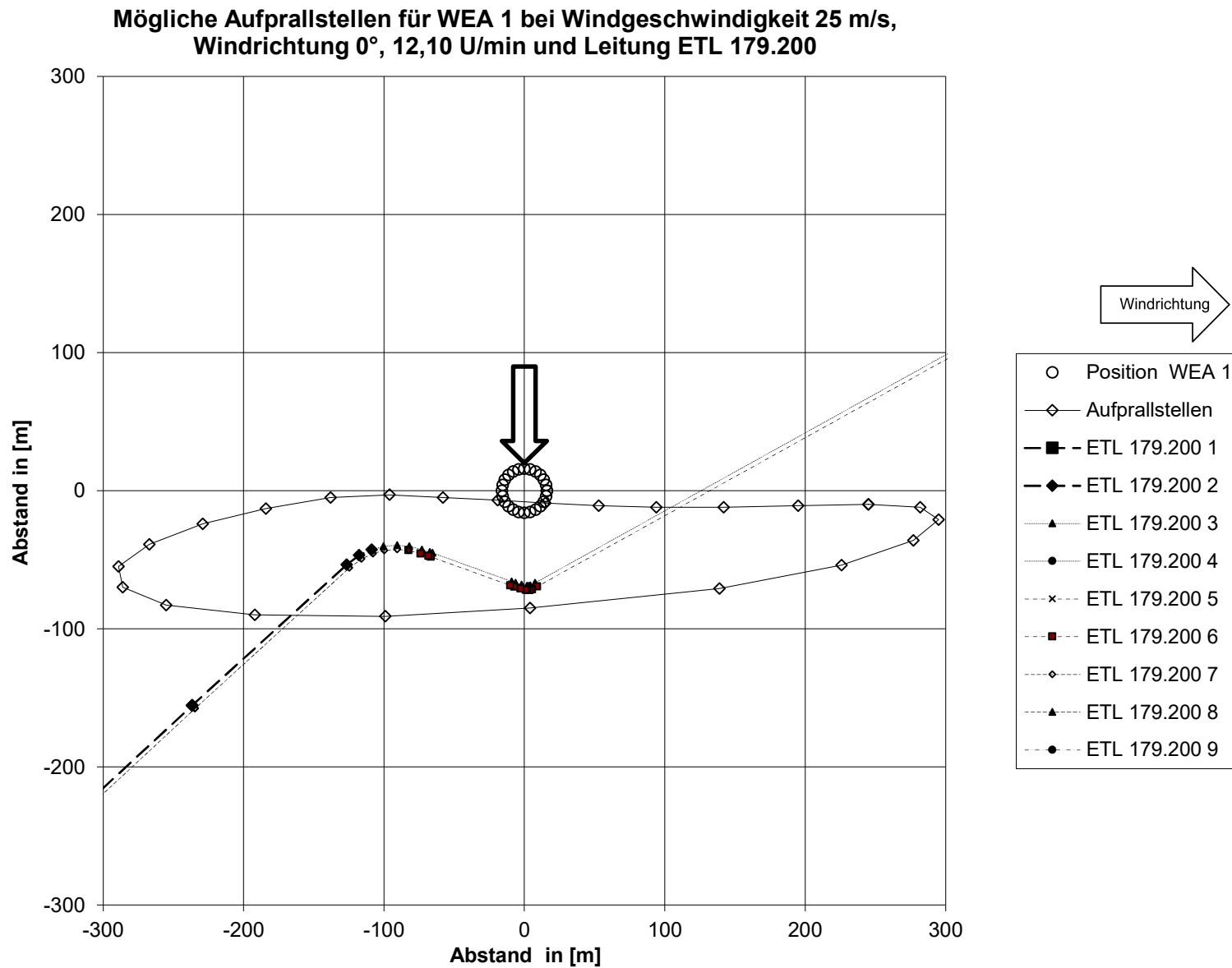
Verteilung der Windrichtung in Prozent

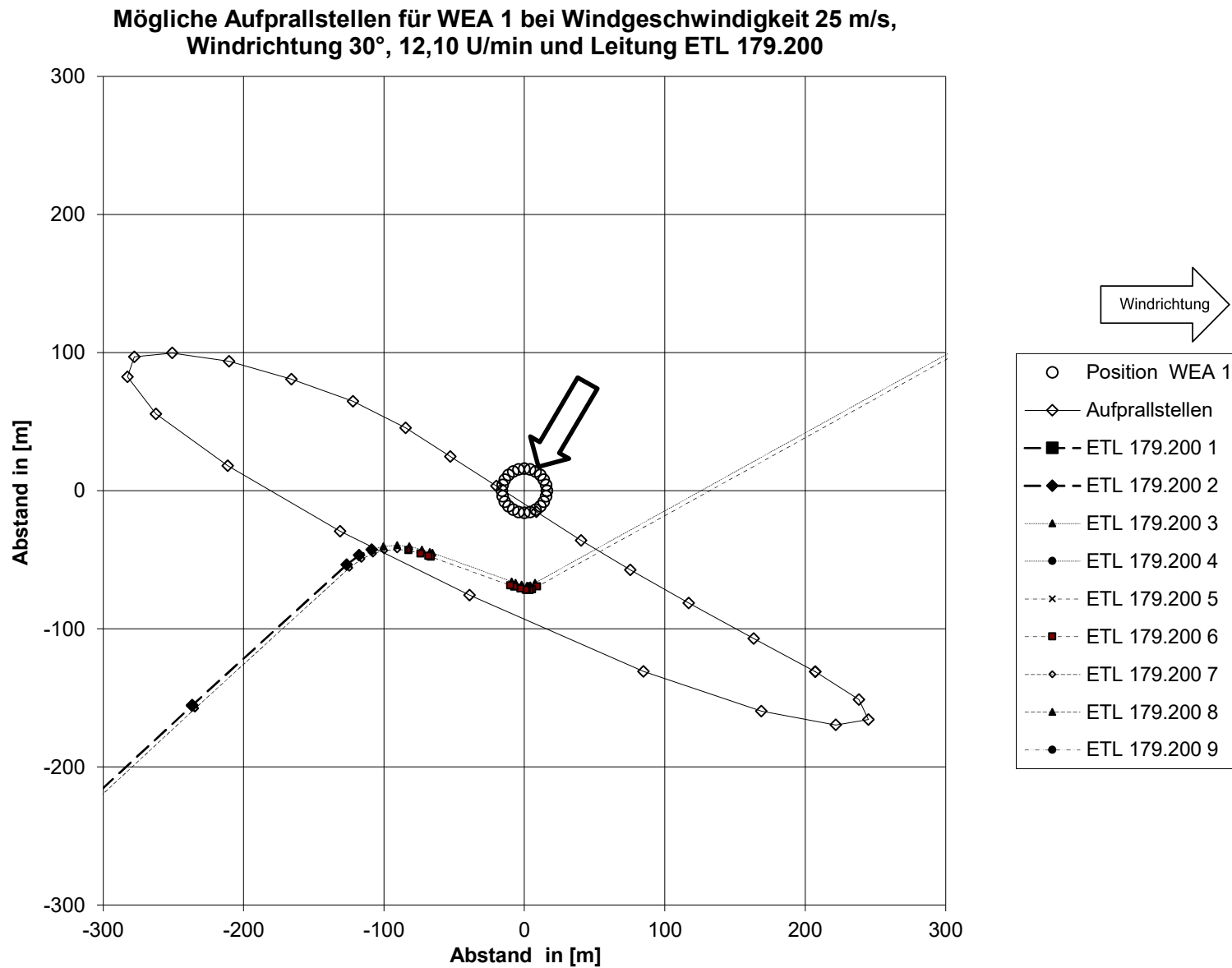


Anlage

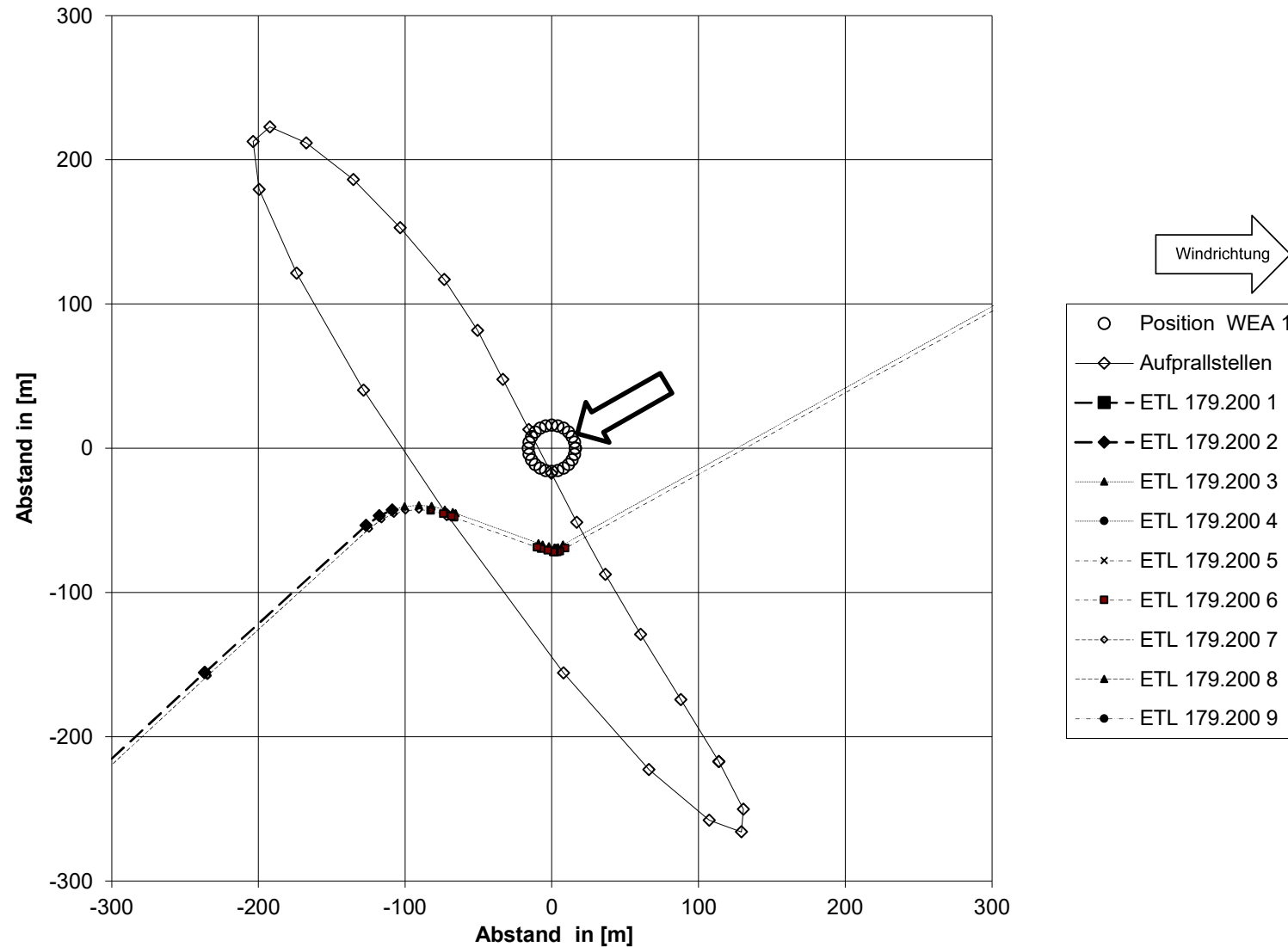
A 4 ETL 179.200 bei Bützfleth-Süd - Gefährdung durch Abwurf von 100-
%-Rotorblatt durch WEA 1

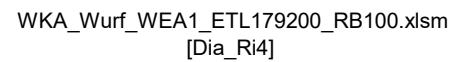


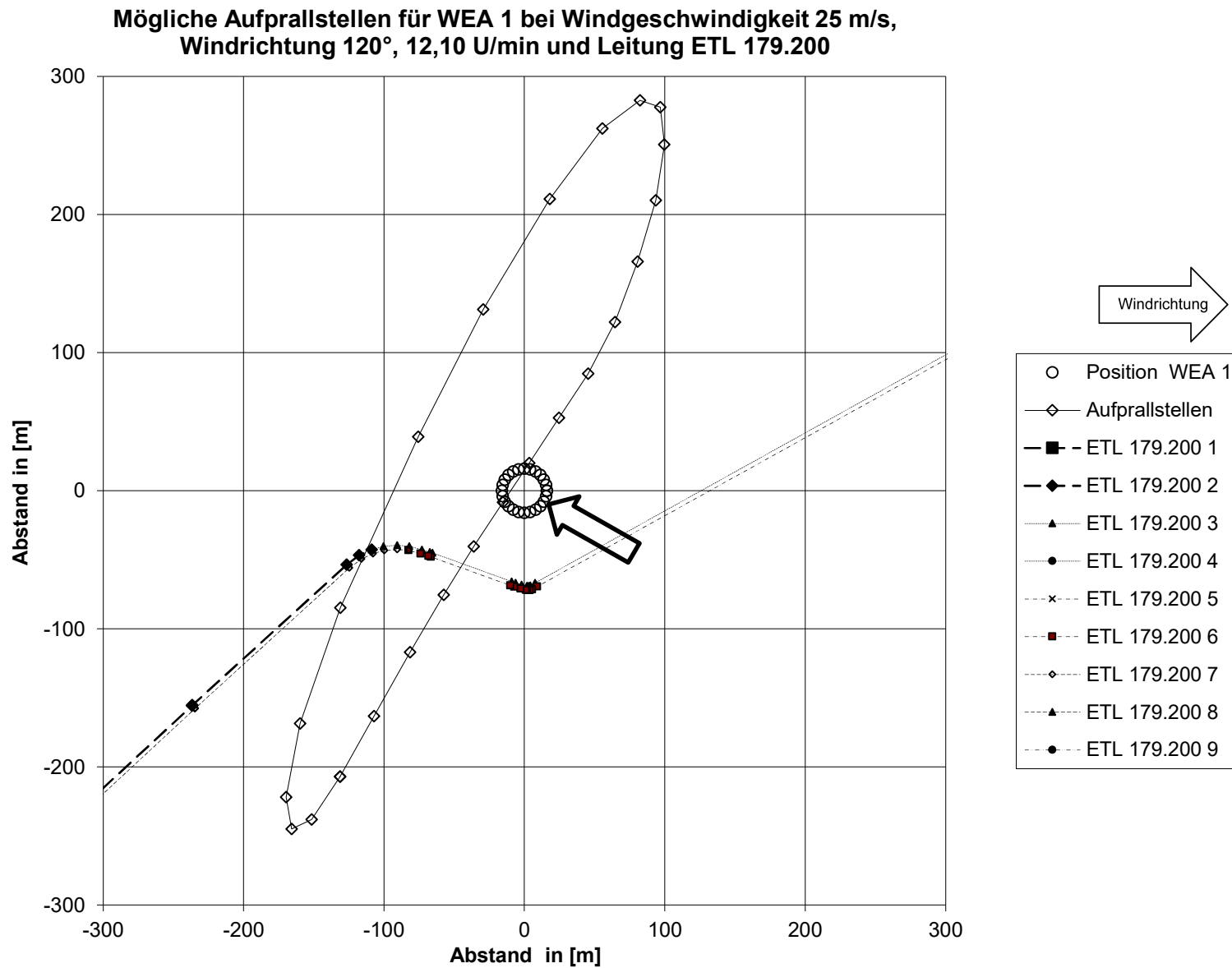


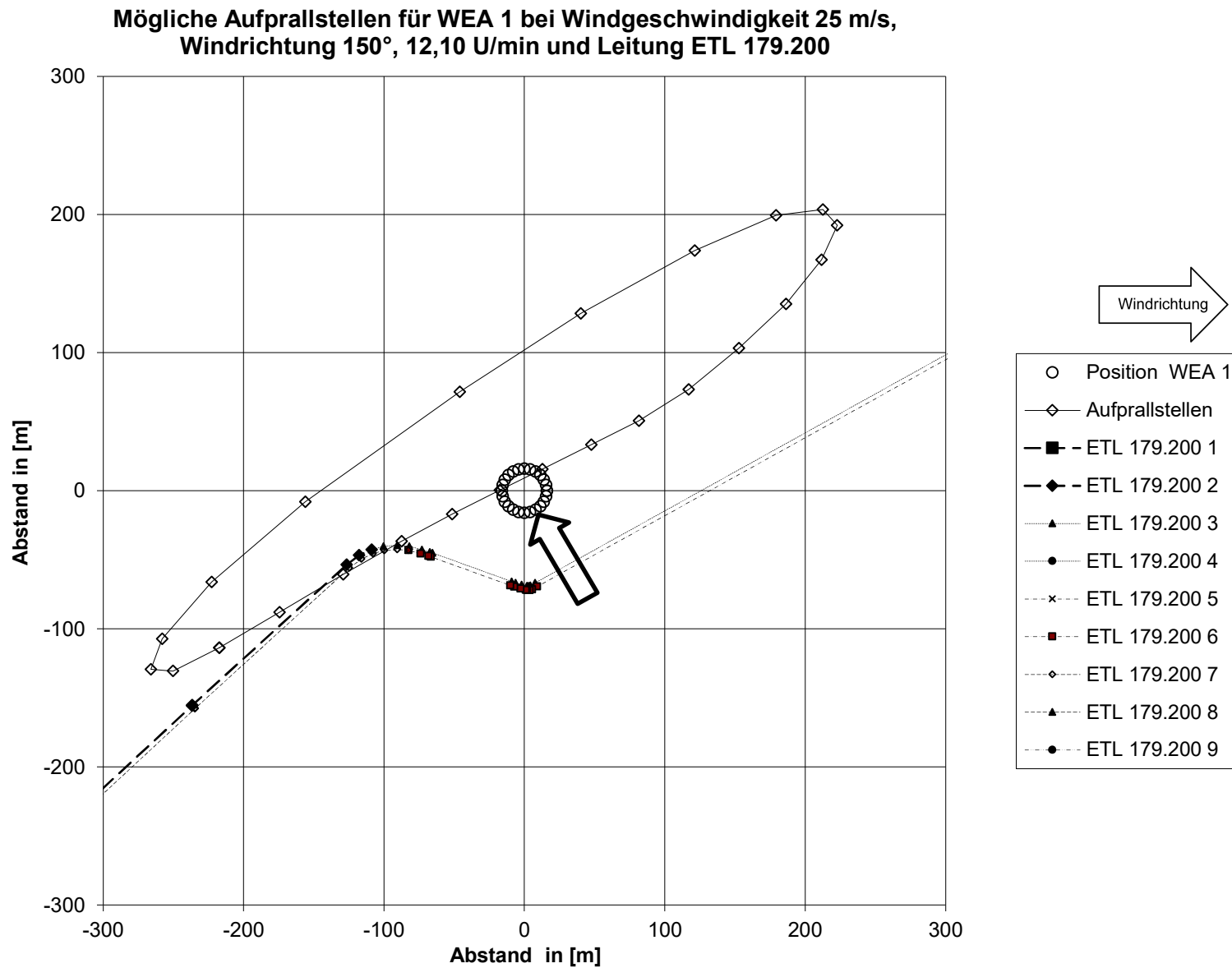


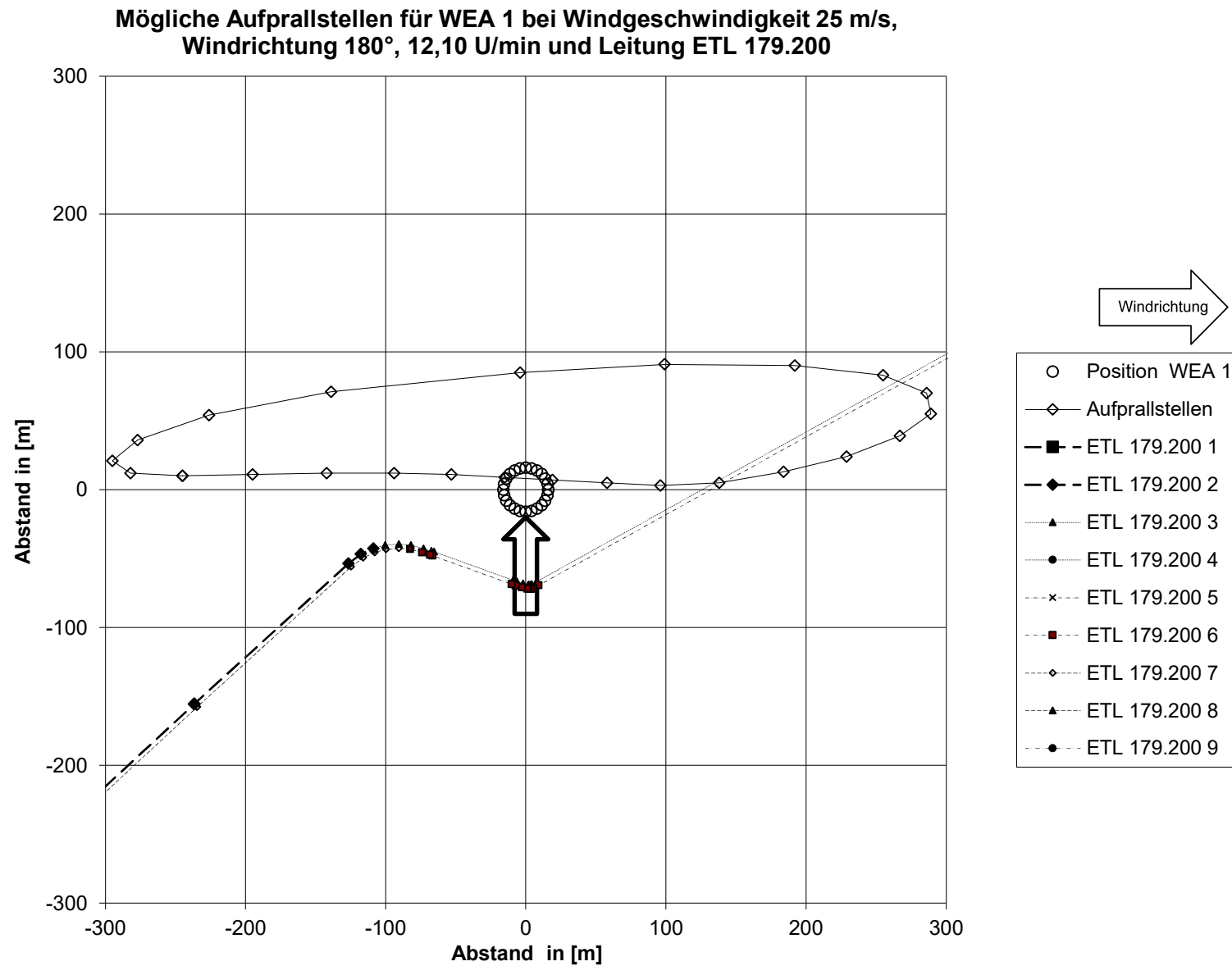
**Mögliche Aufprallstellen für WEA 1 bei Windgeschwindigkeit 25 m/s,
Windrichtung 60°, 12,10 U/min und Leitung ETL 179.200**

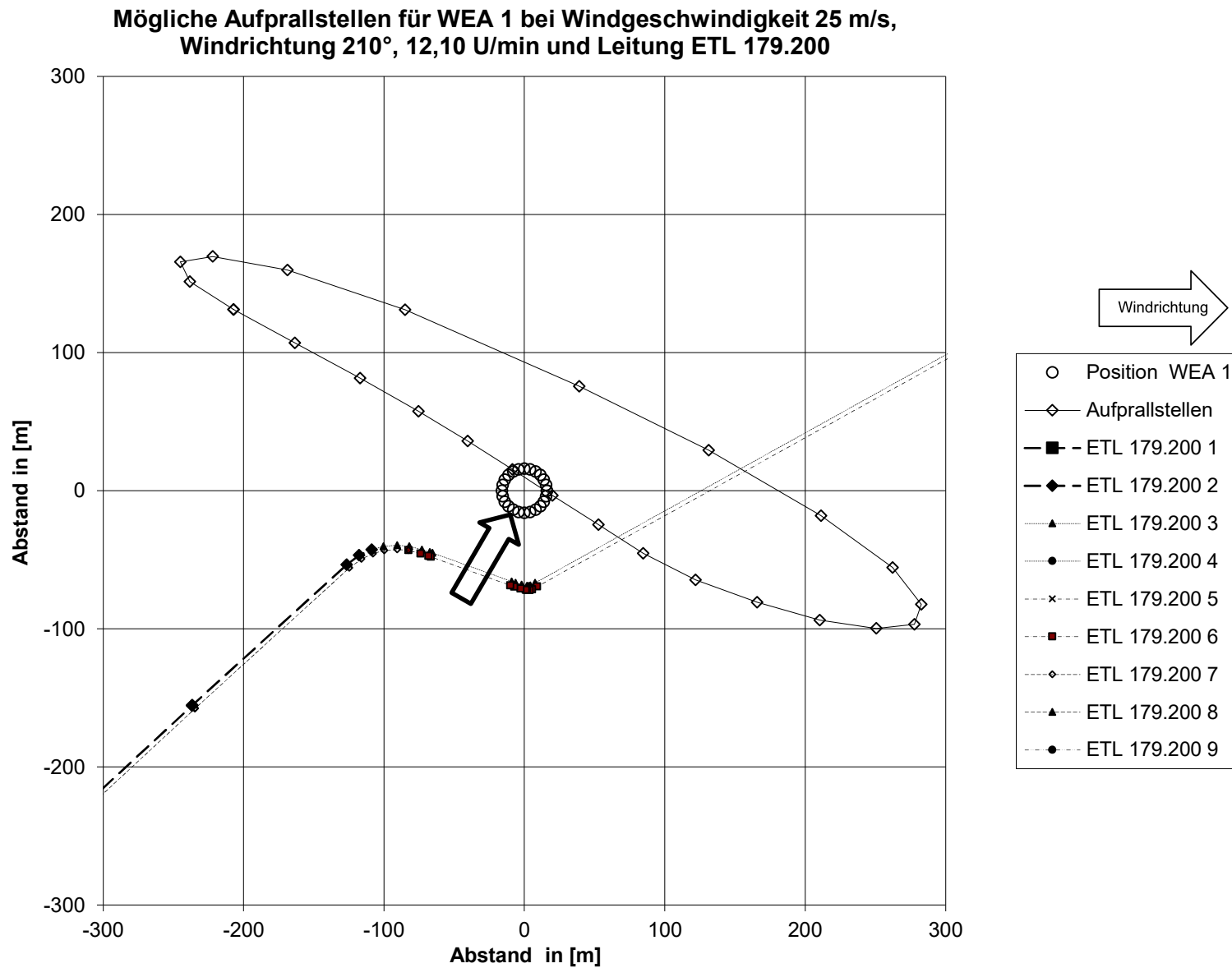




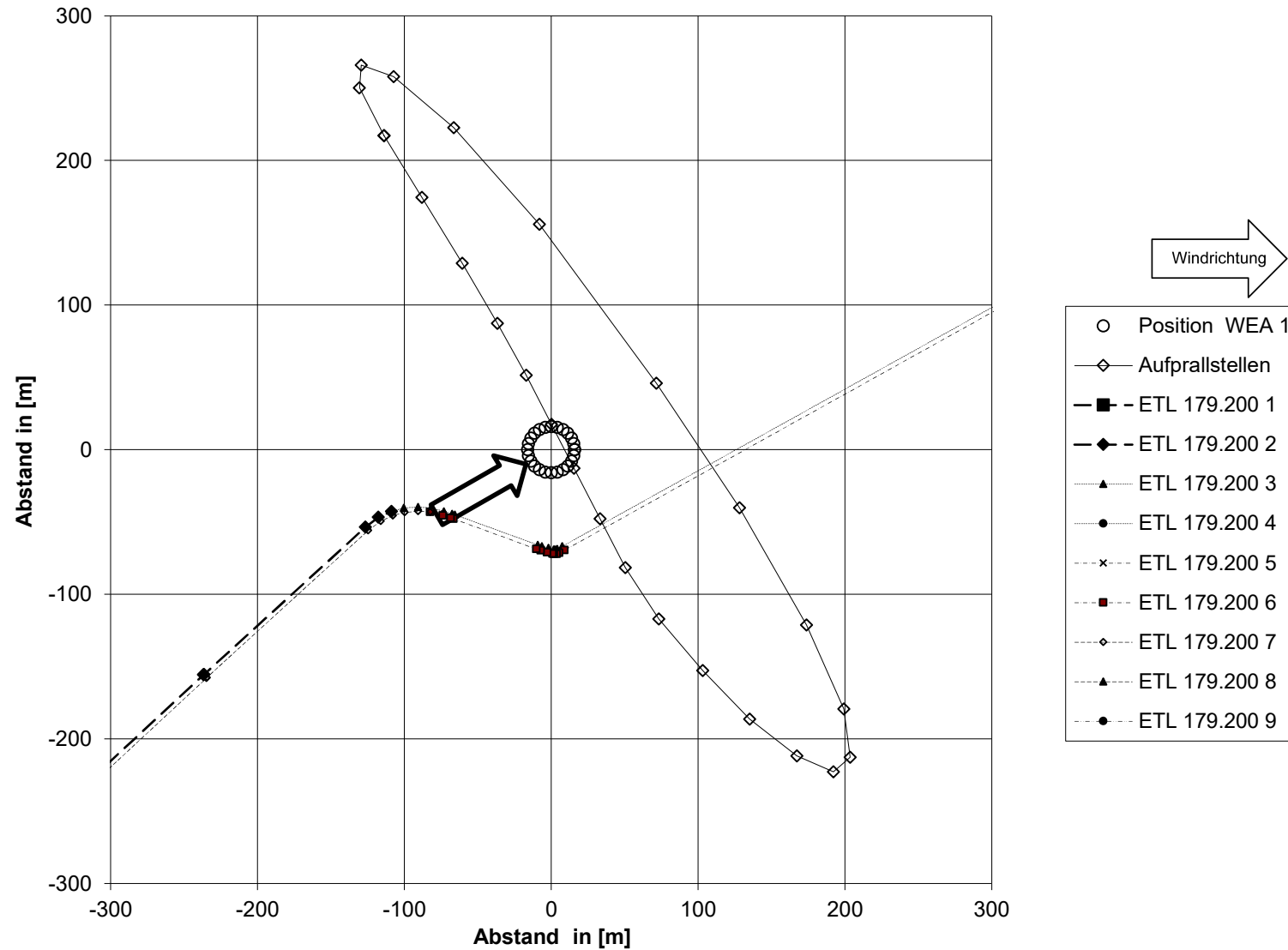




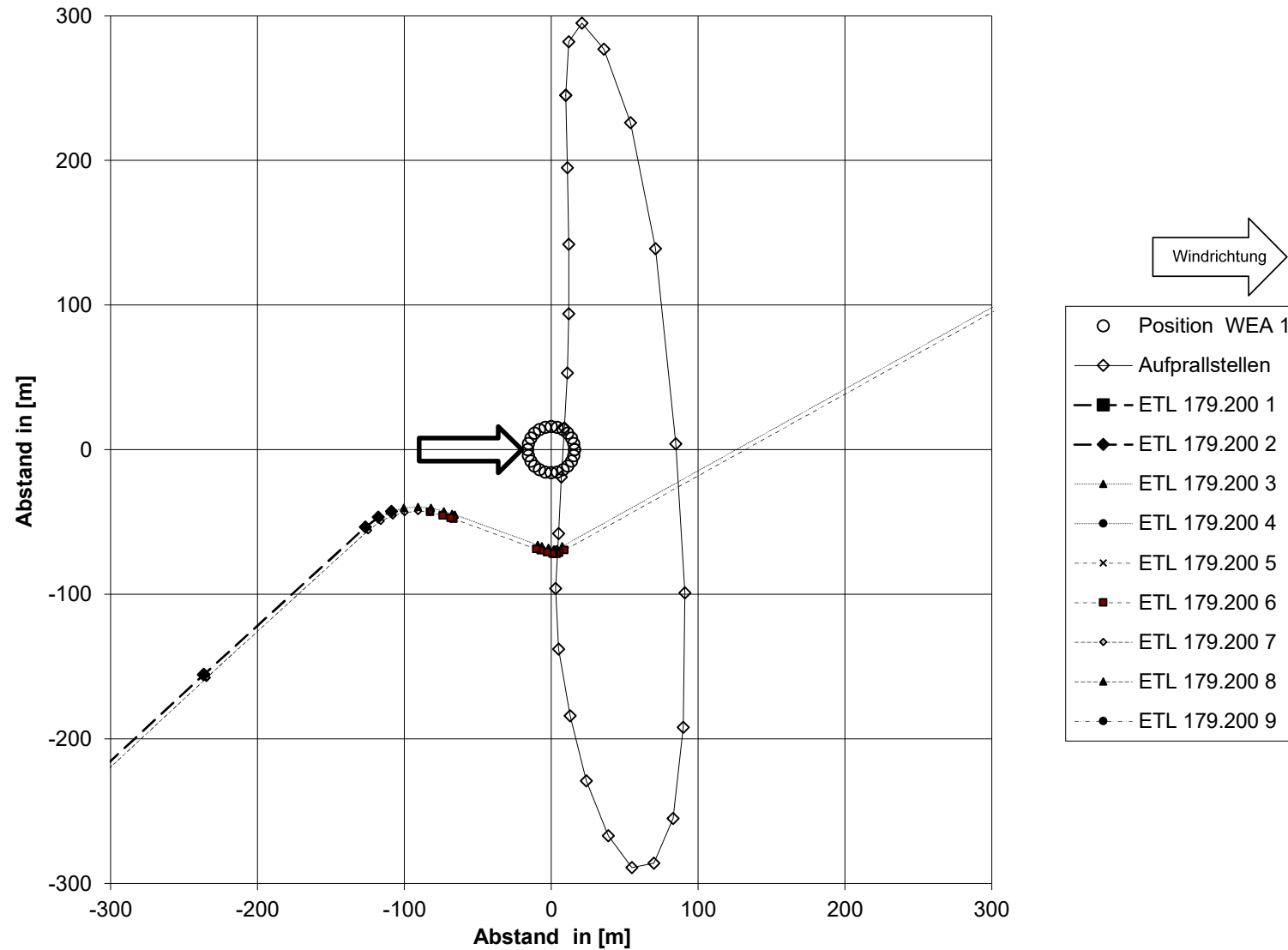




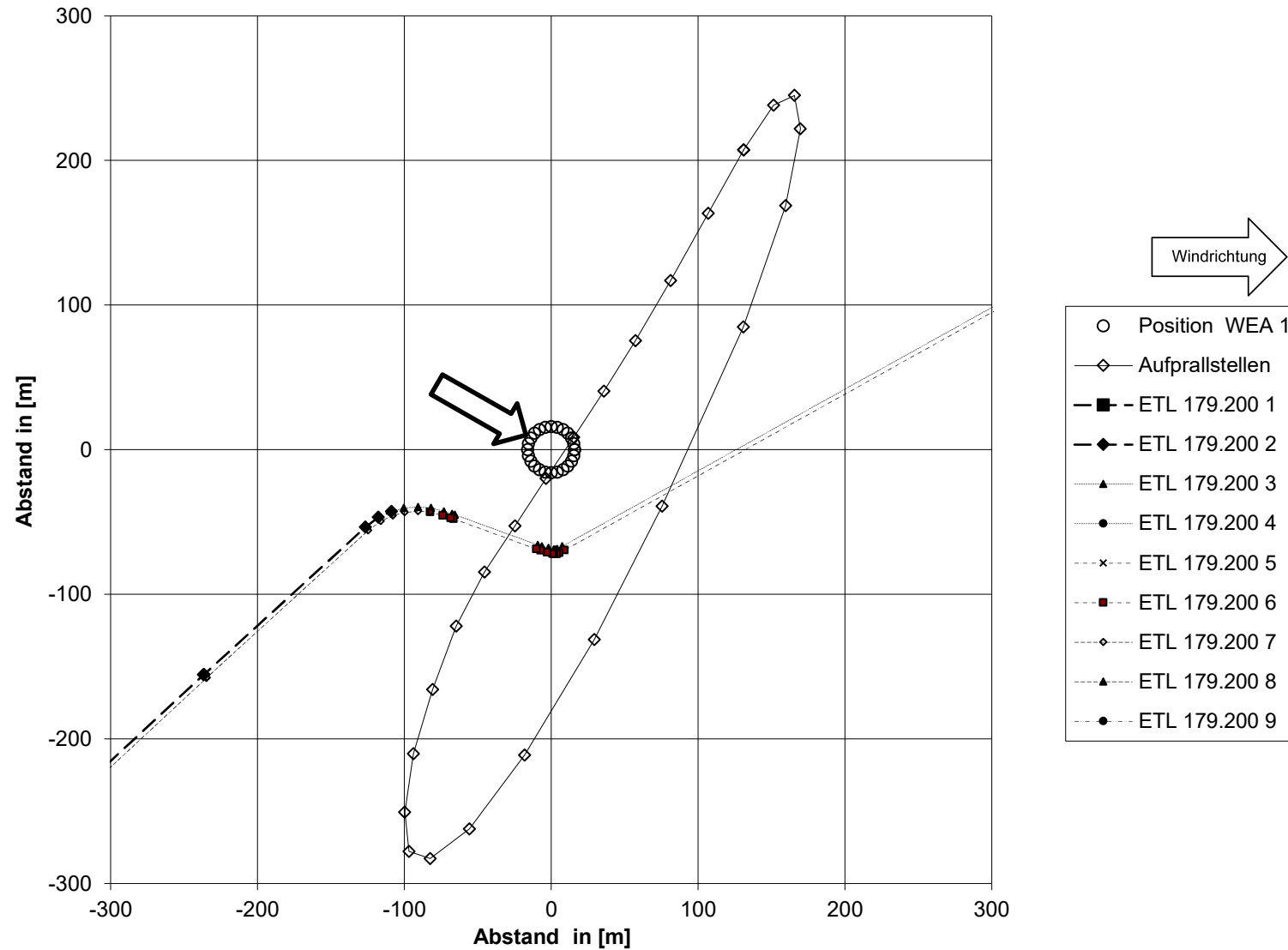
**Mögliche Aufprallstellen für WEA 1 bei Windgeschwindigkeit 25 m/s,
Windrichtung 240°, 12,10 U/min und Leitung ETL 179.200**

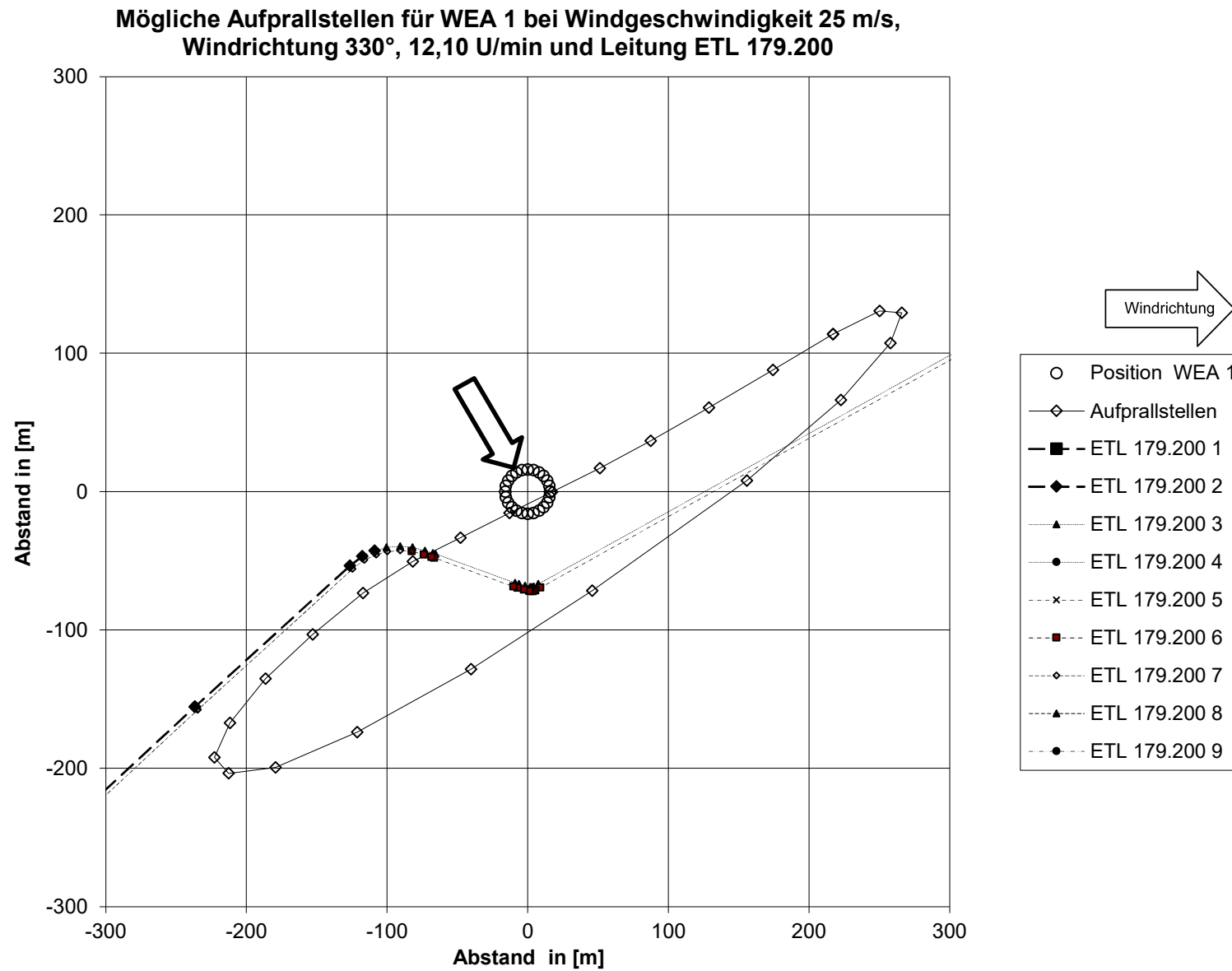


**Mögliche Aufprallstellen für WEA 1 bei Windgeschwindigkeit 25 m/s,
Windrichtung 270°, 12,10 U/min und Leitung ETL 179.200**



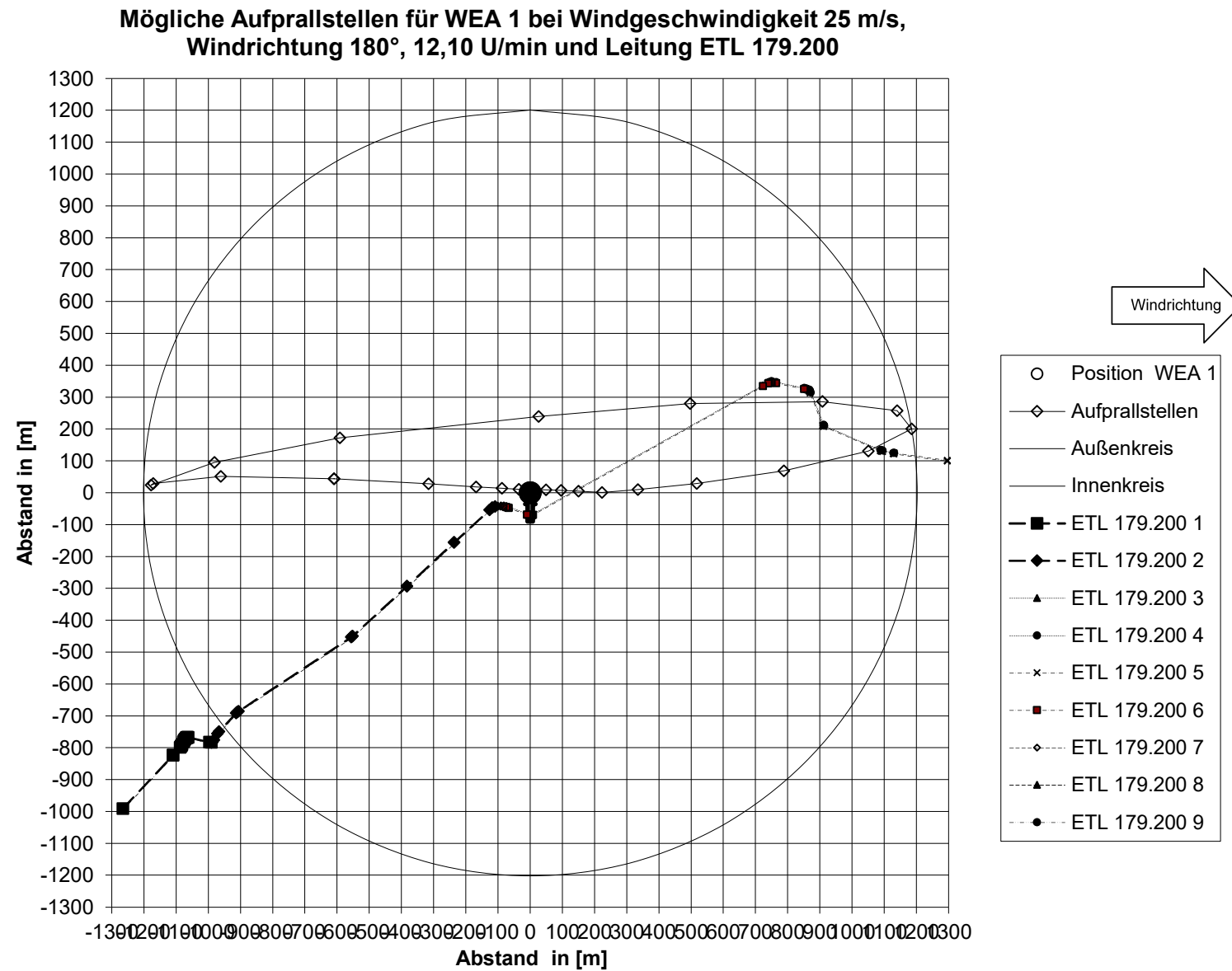
**Mögliche Aufprallstellen für WEA 1 bei Windgeschwindigkeit 25 m/s,
Windrichtung 300°, 12,10 U/min und Leitung ETL 179.200**

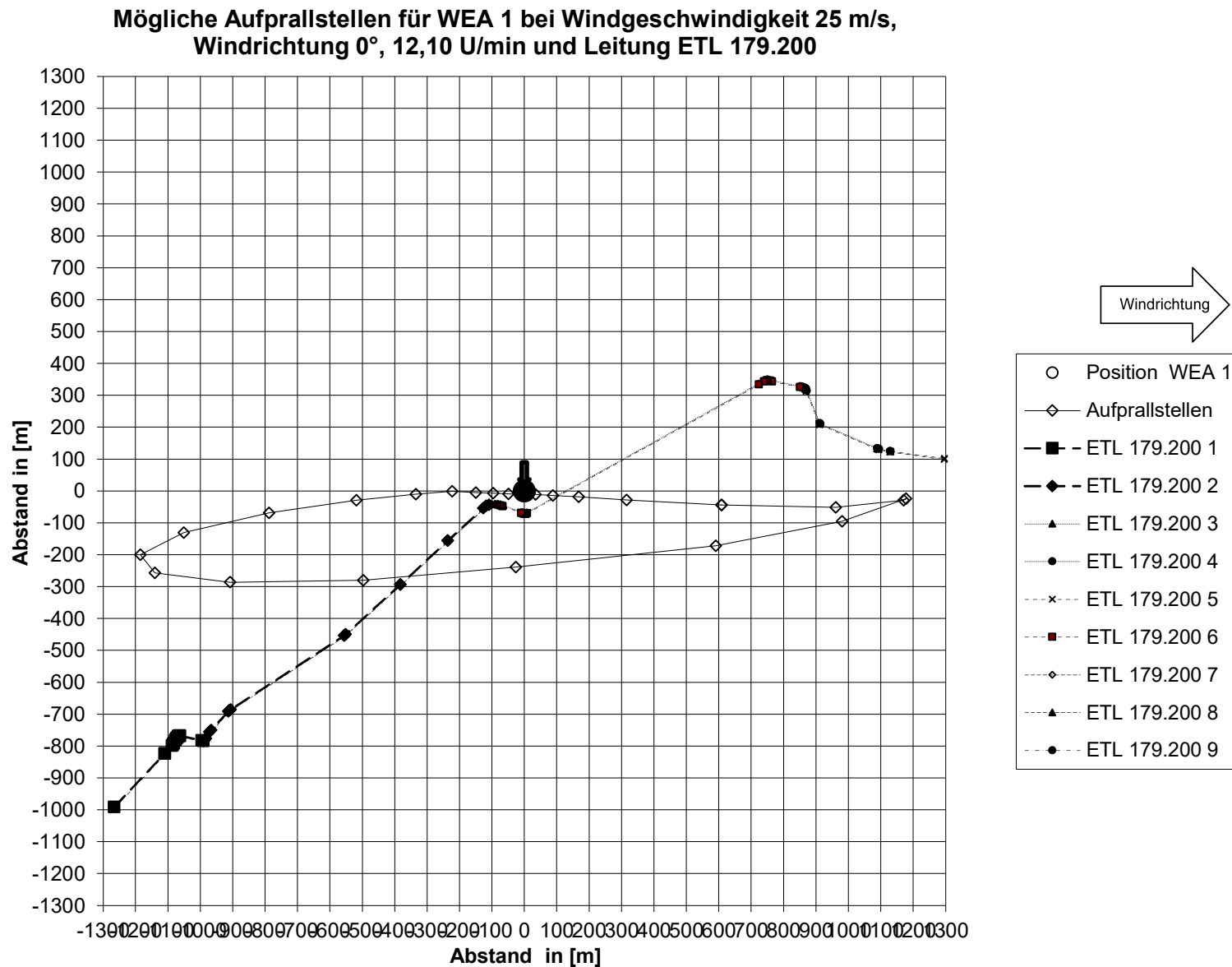


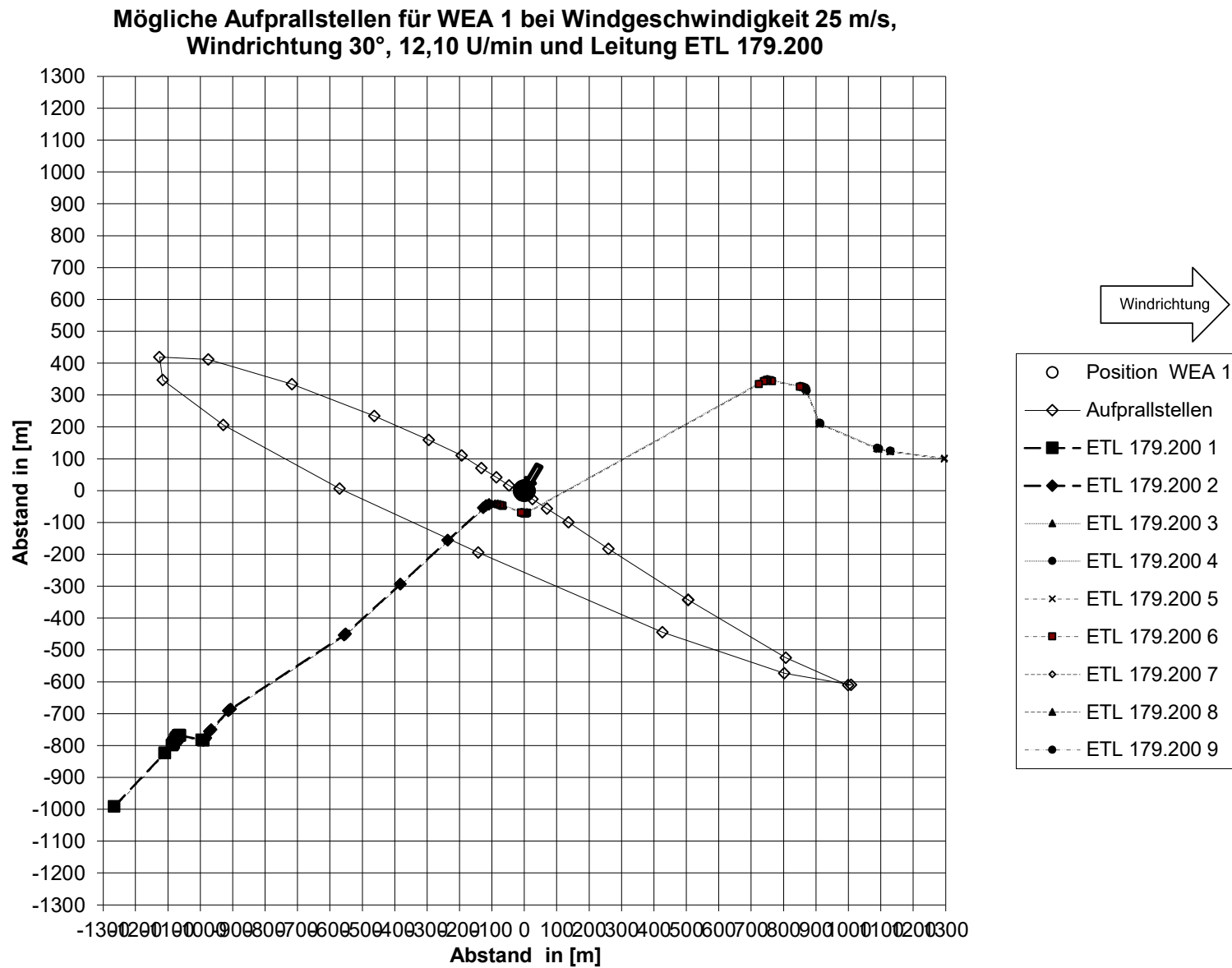


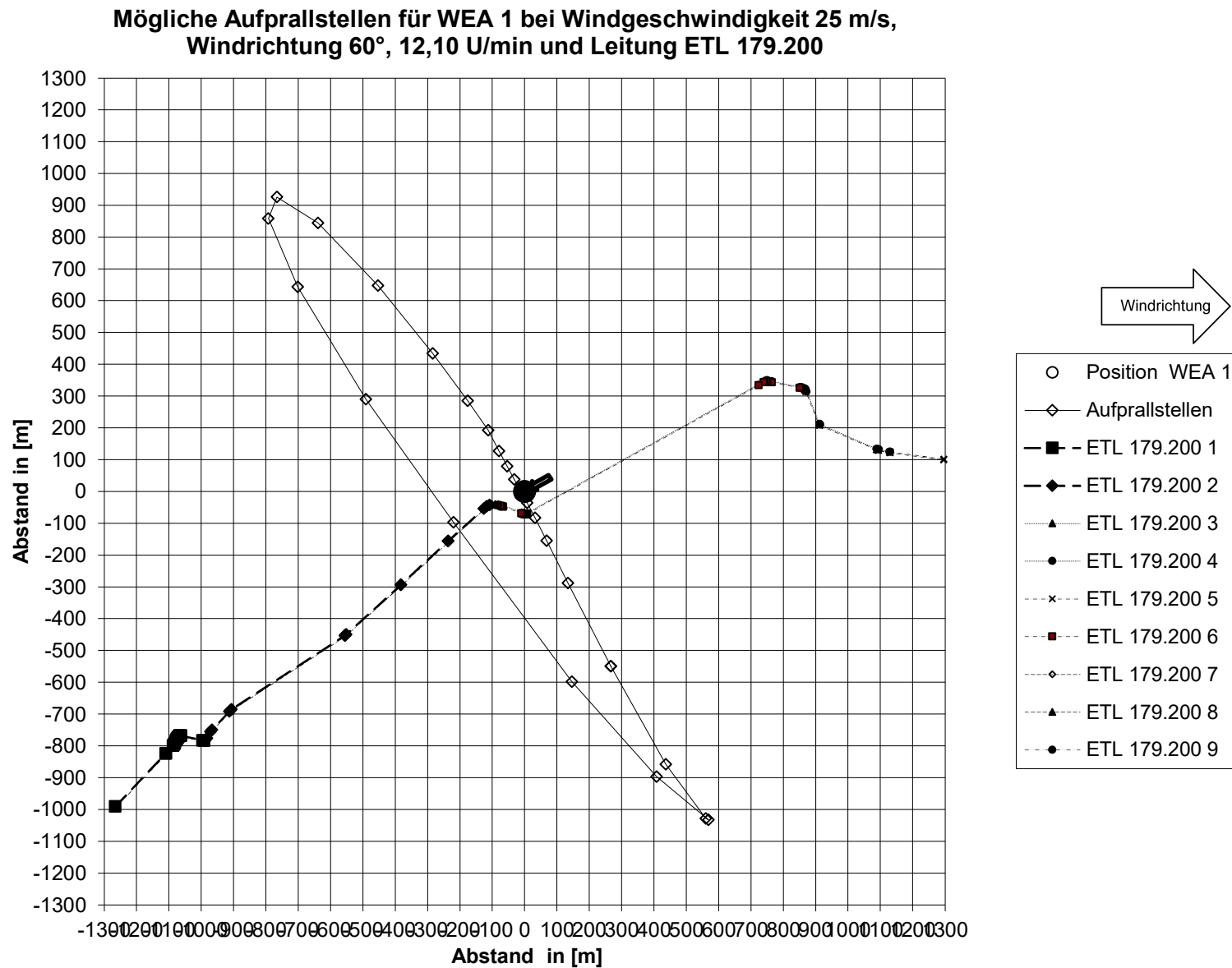
Anlage

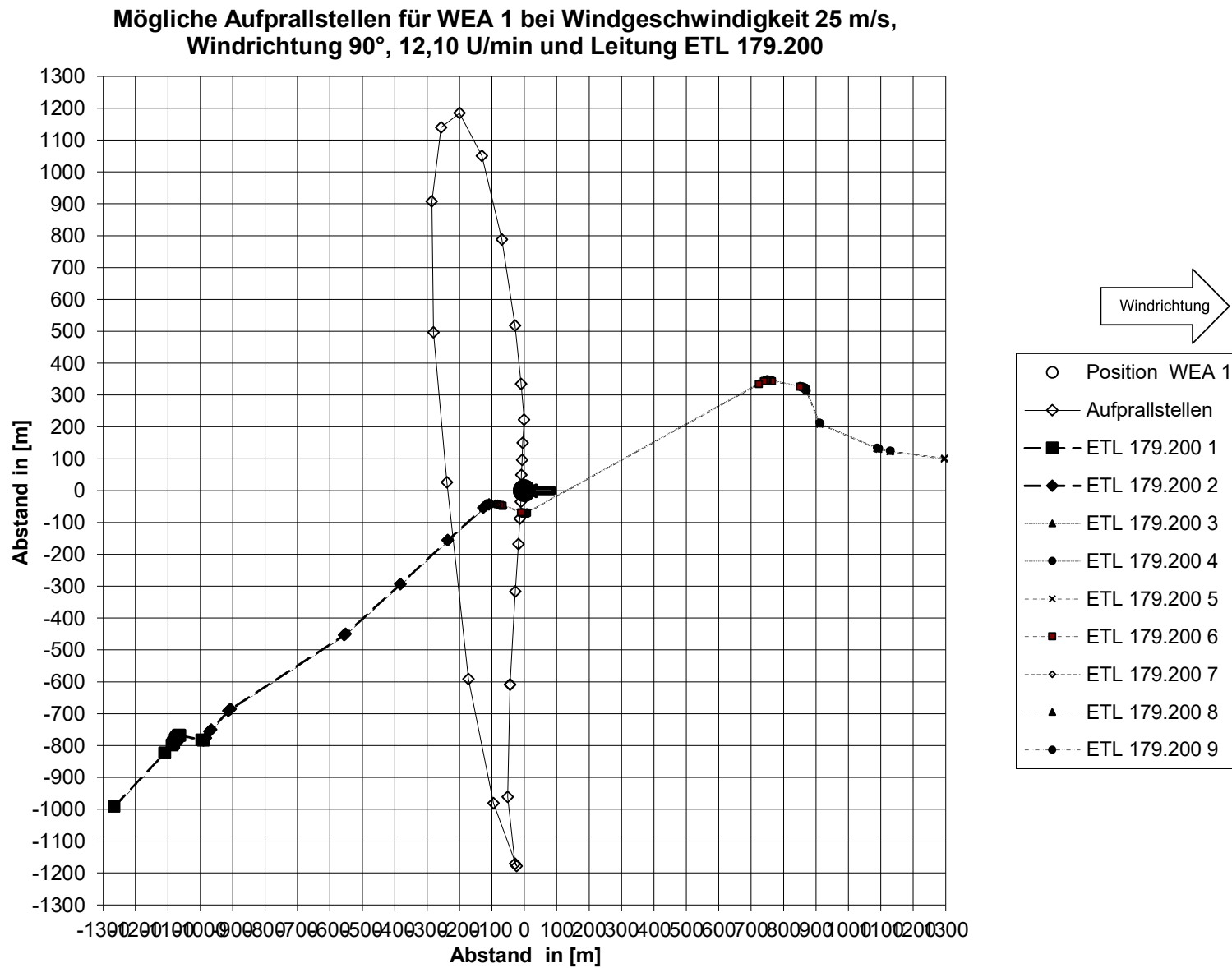
A 5 ETL 179.200 bei Bützfleth-Süd - Gefährdung durch Abwurf von 30-
%-Rotorblatt durch WEA 1

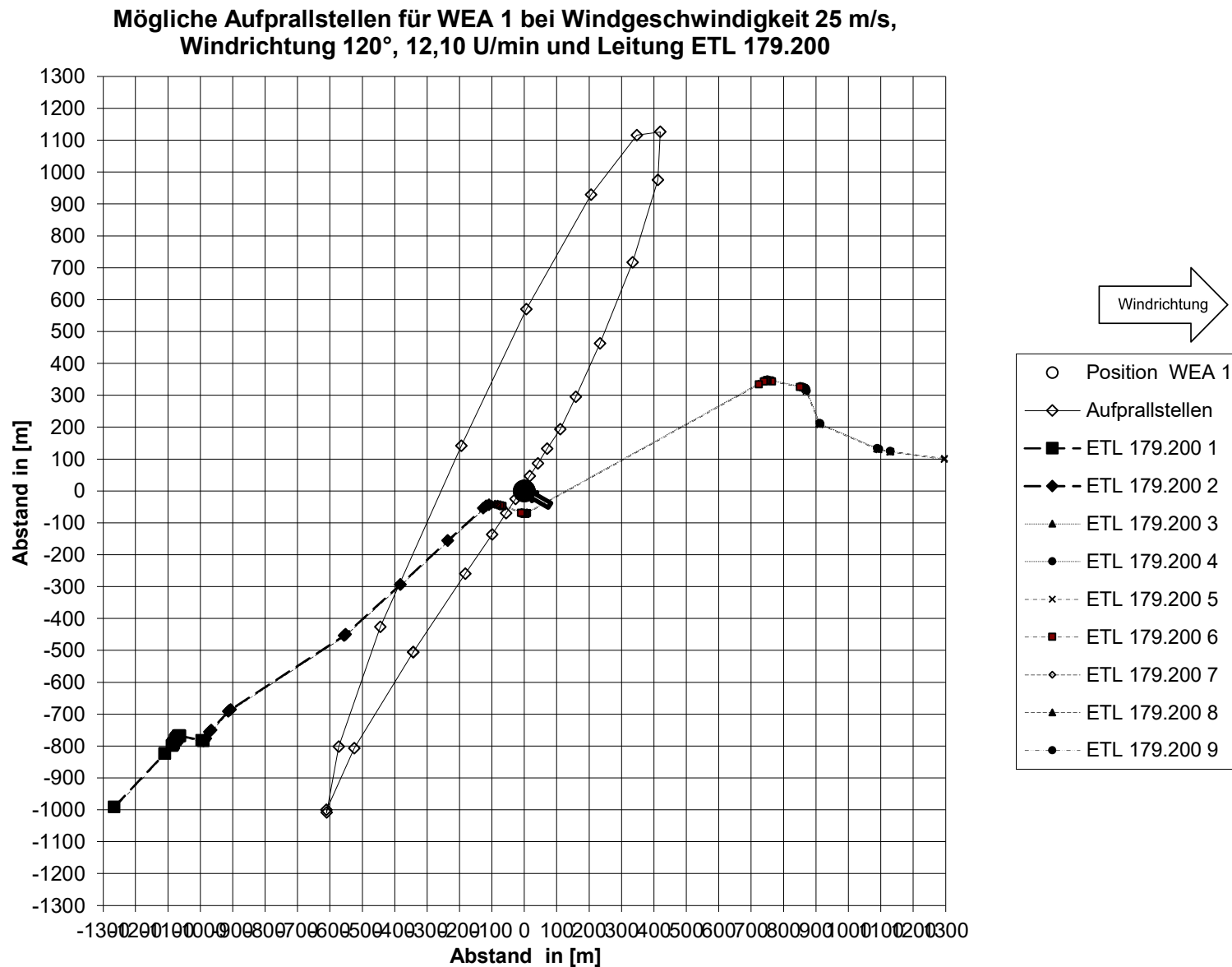


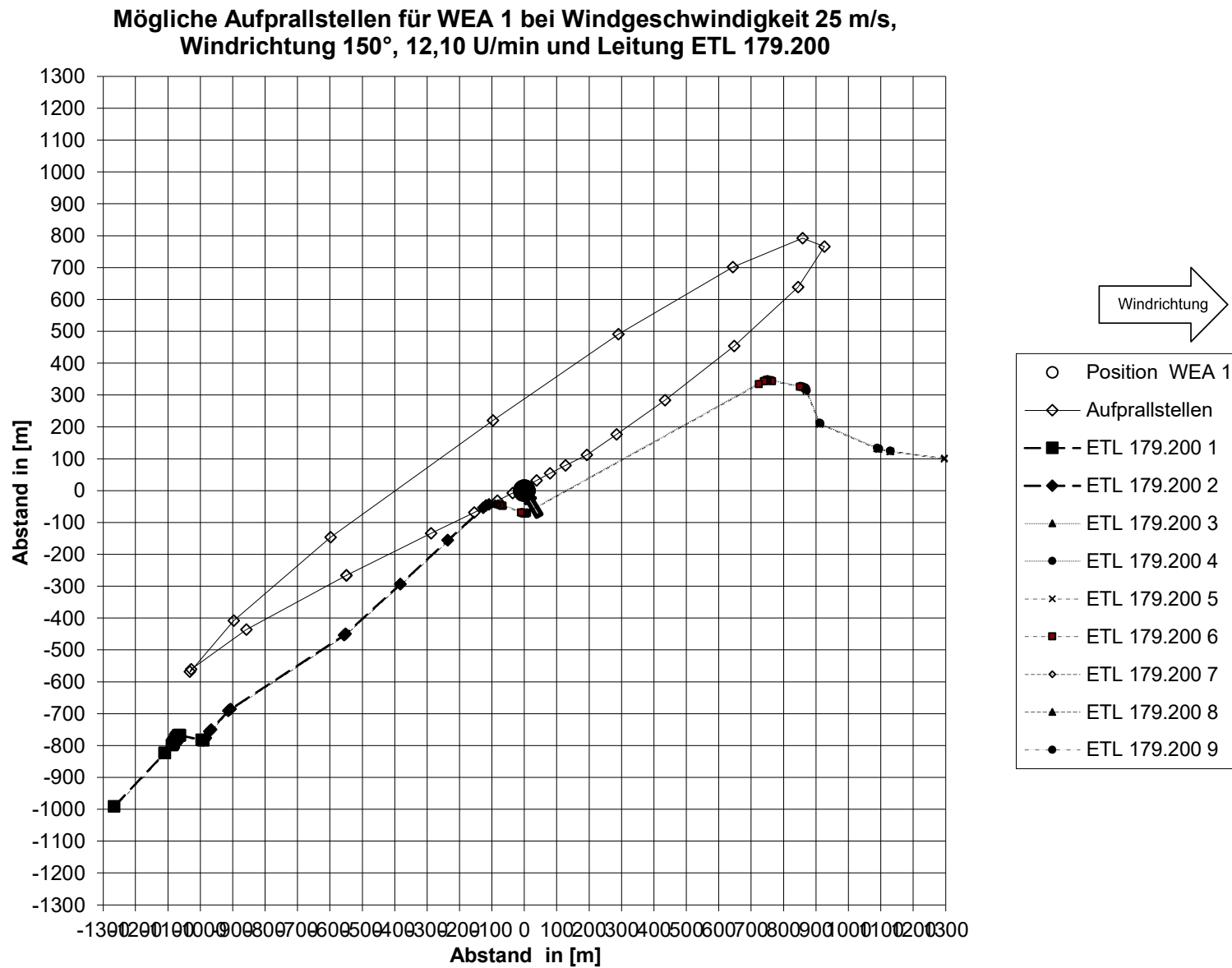


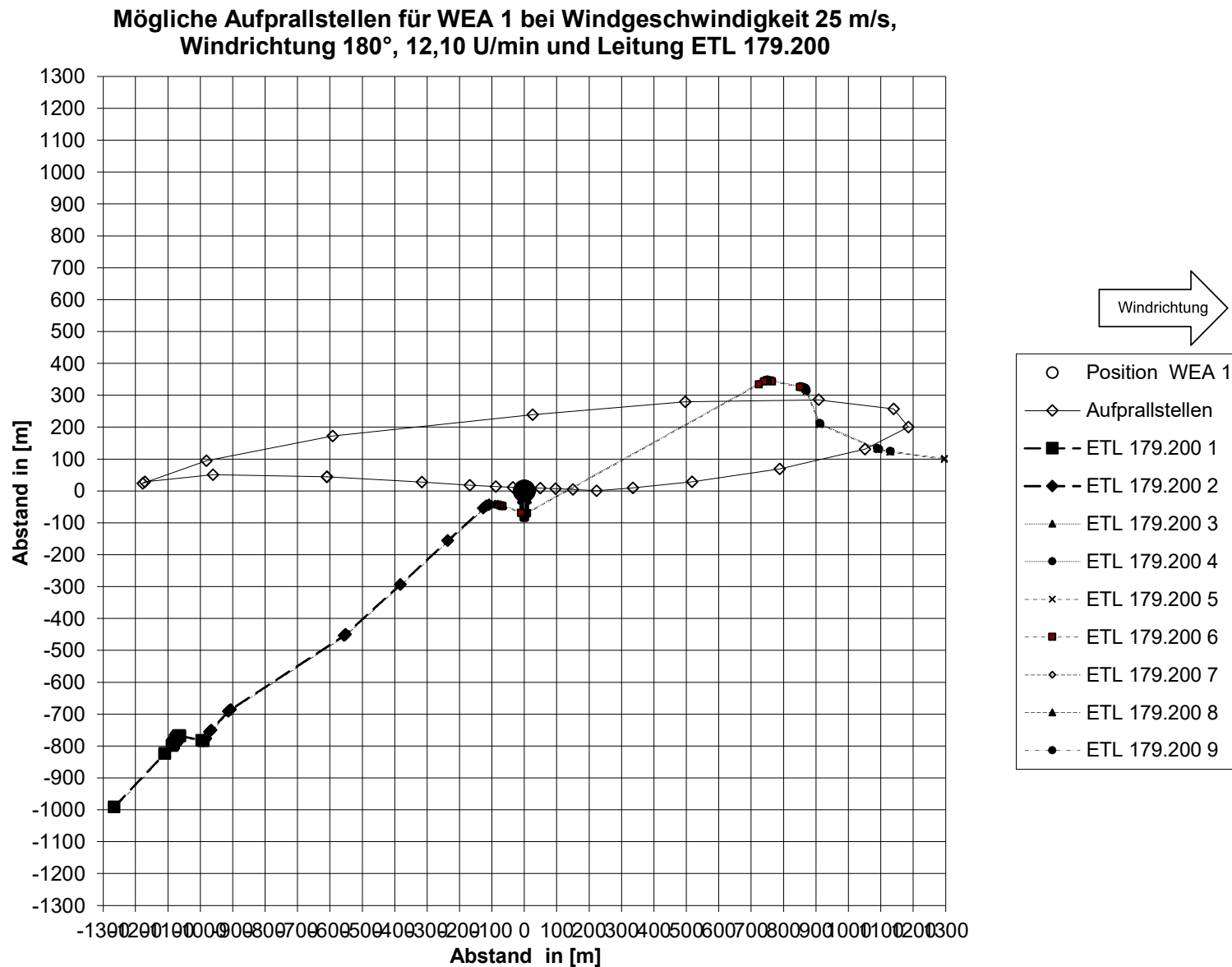


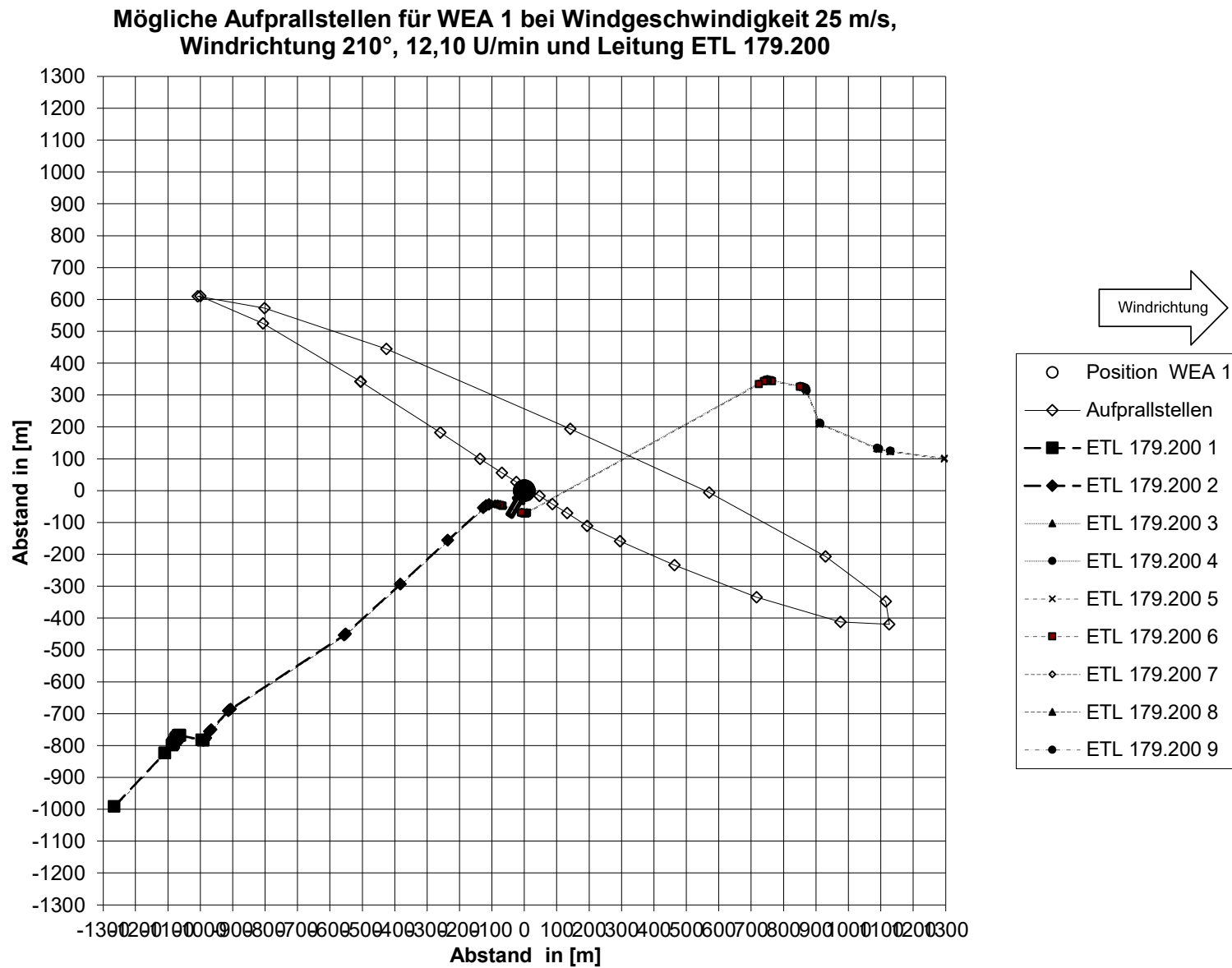




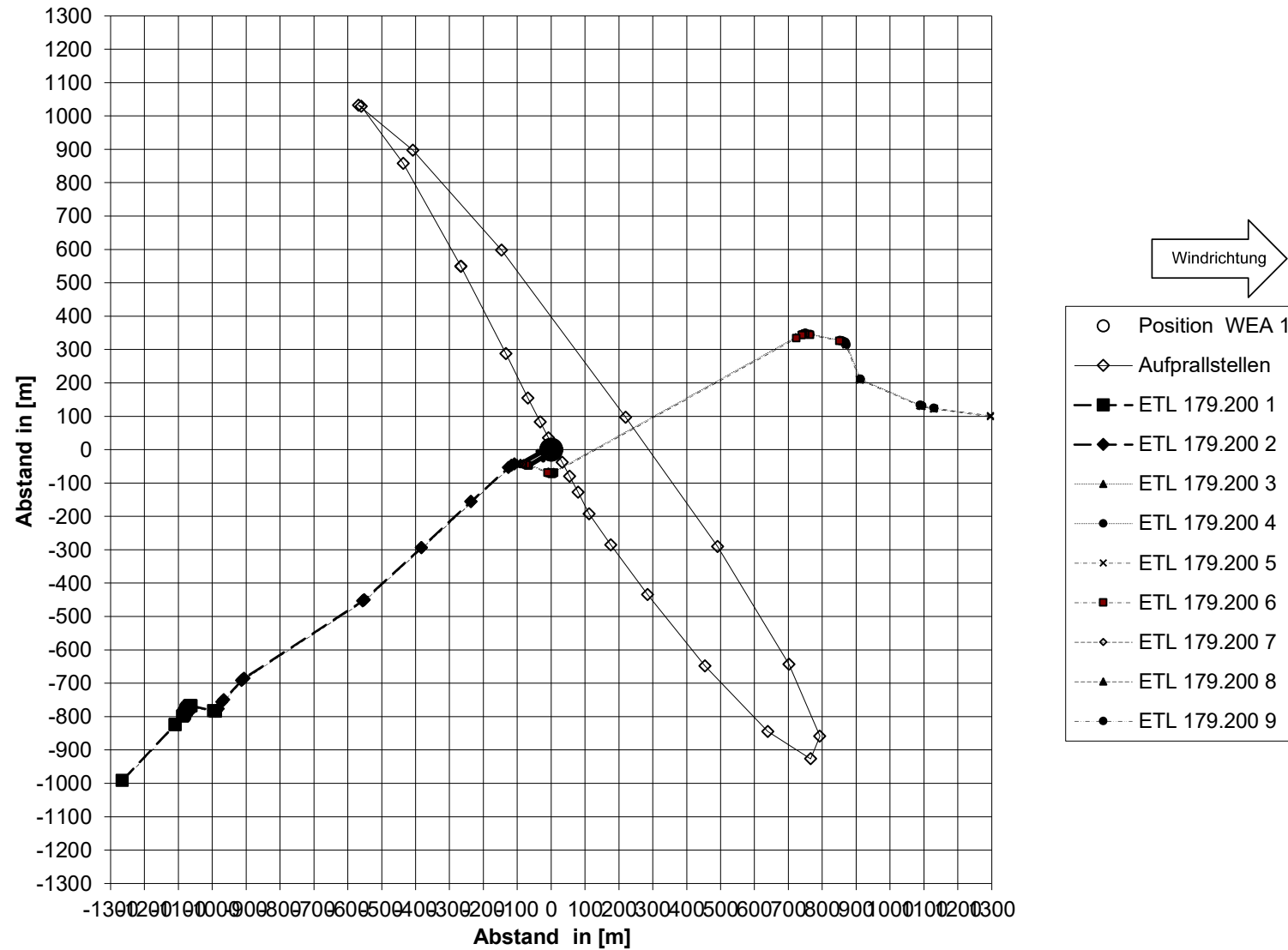




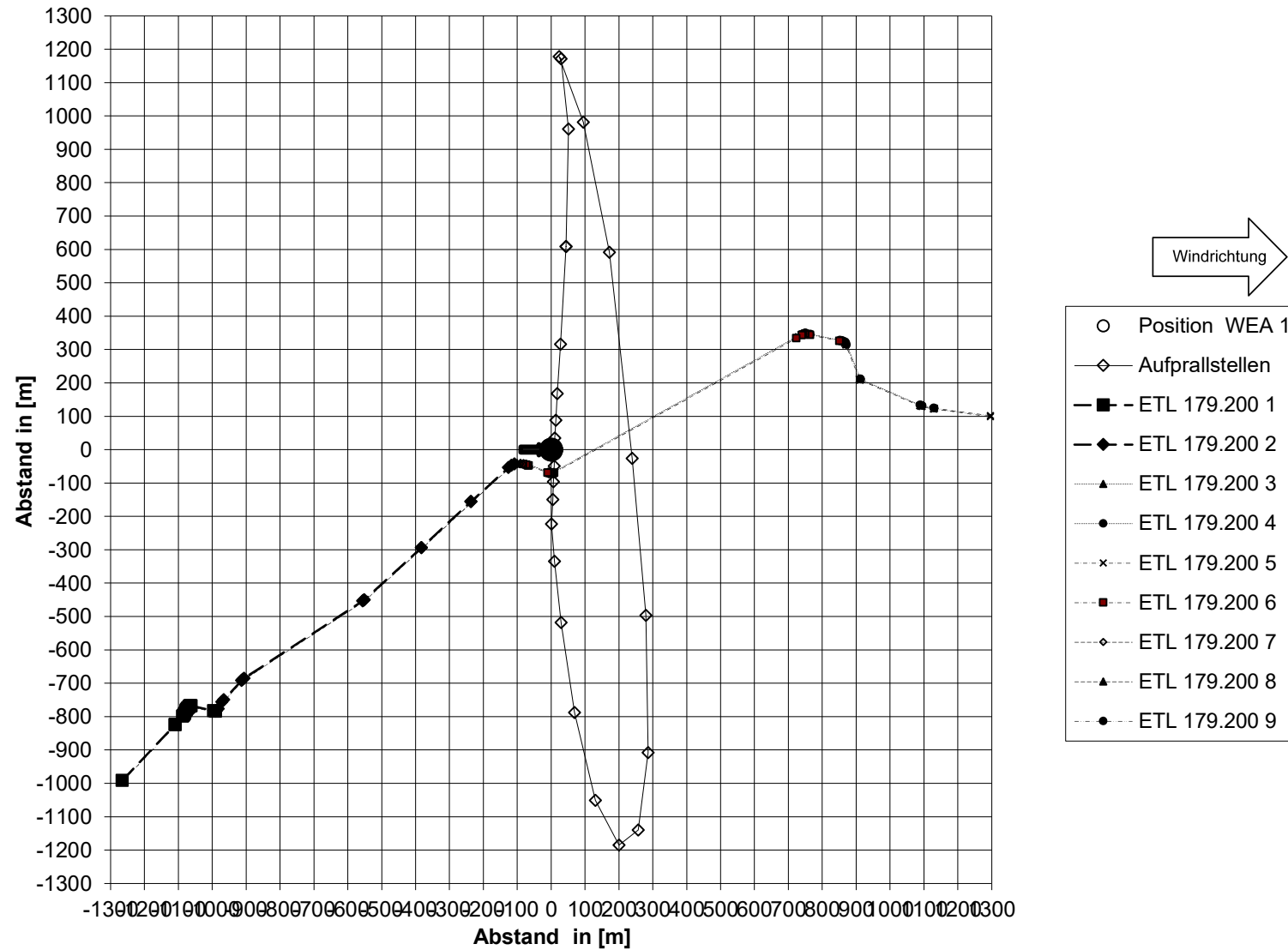


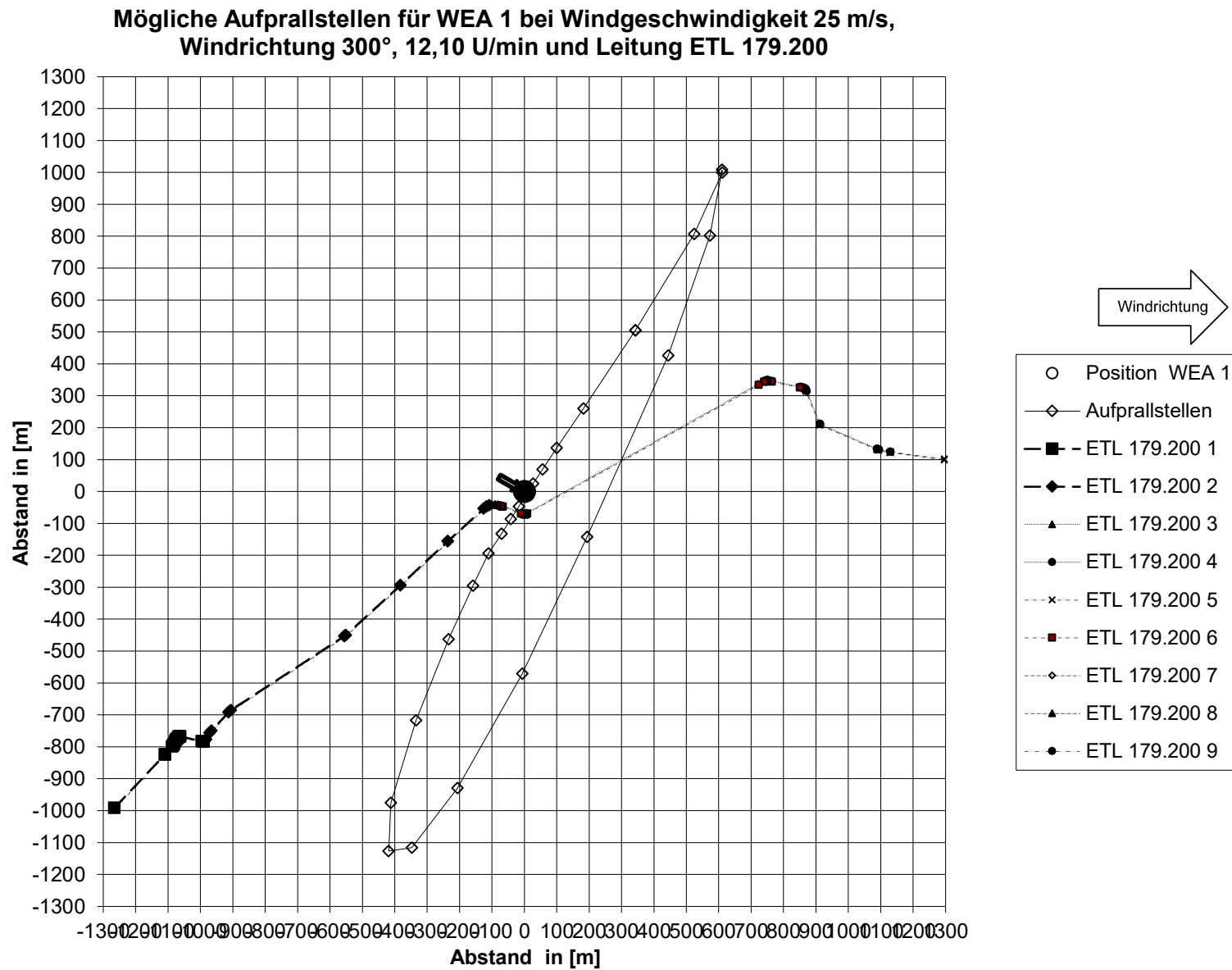


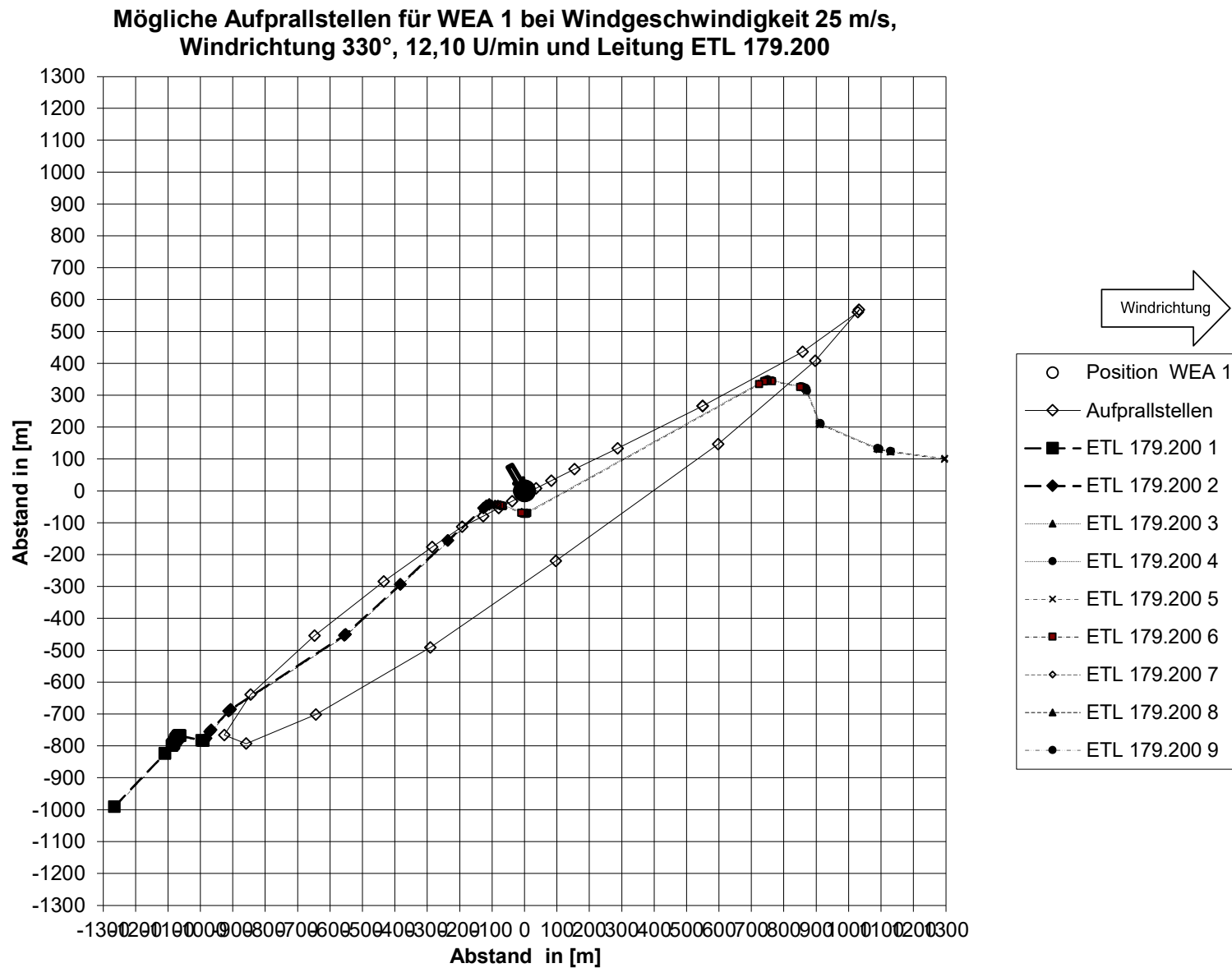
**Mögliche Aufprallstellen für WEA 1 bei Windgeschwindigkeit 25 m/s,
Windrichtung 240°, 12,10 U/min und Leitung ETL 179.200**



**Mögliche Aufprallstellen für WEA 1 bei Windgeschwindigkeit 25 m/s,
Windrichtung 270°, 12,10 U/min und Leitung ETL 179.200**

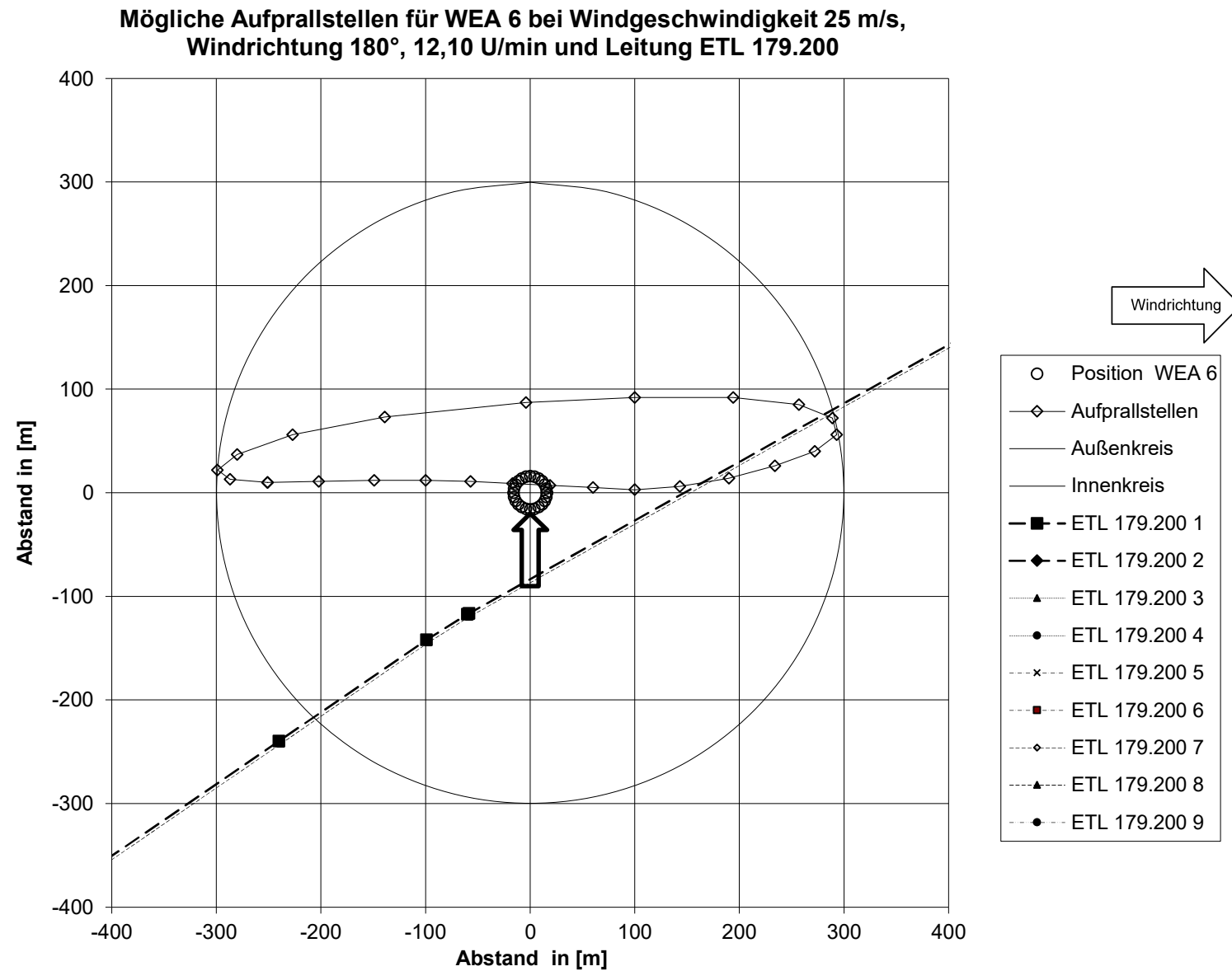




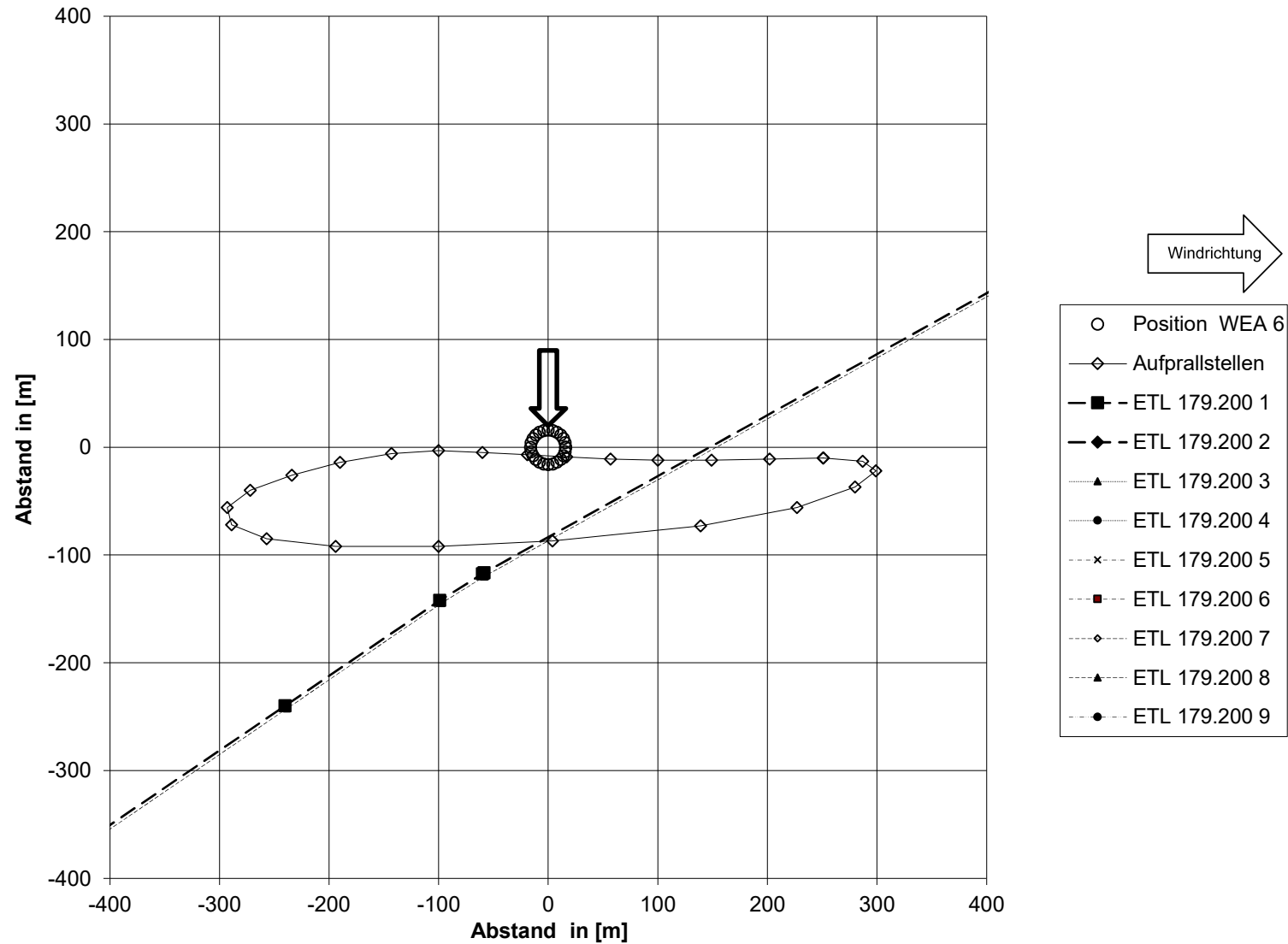


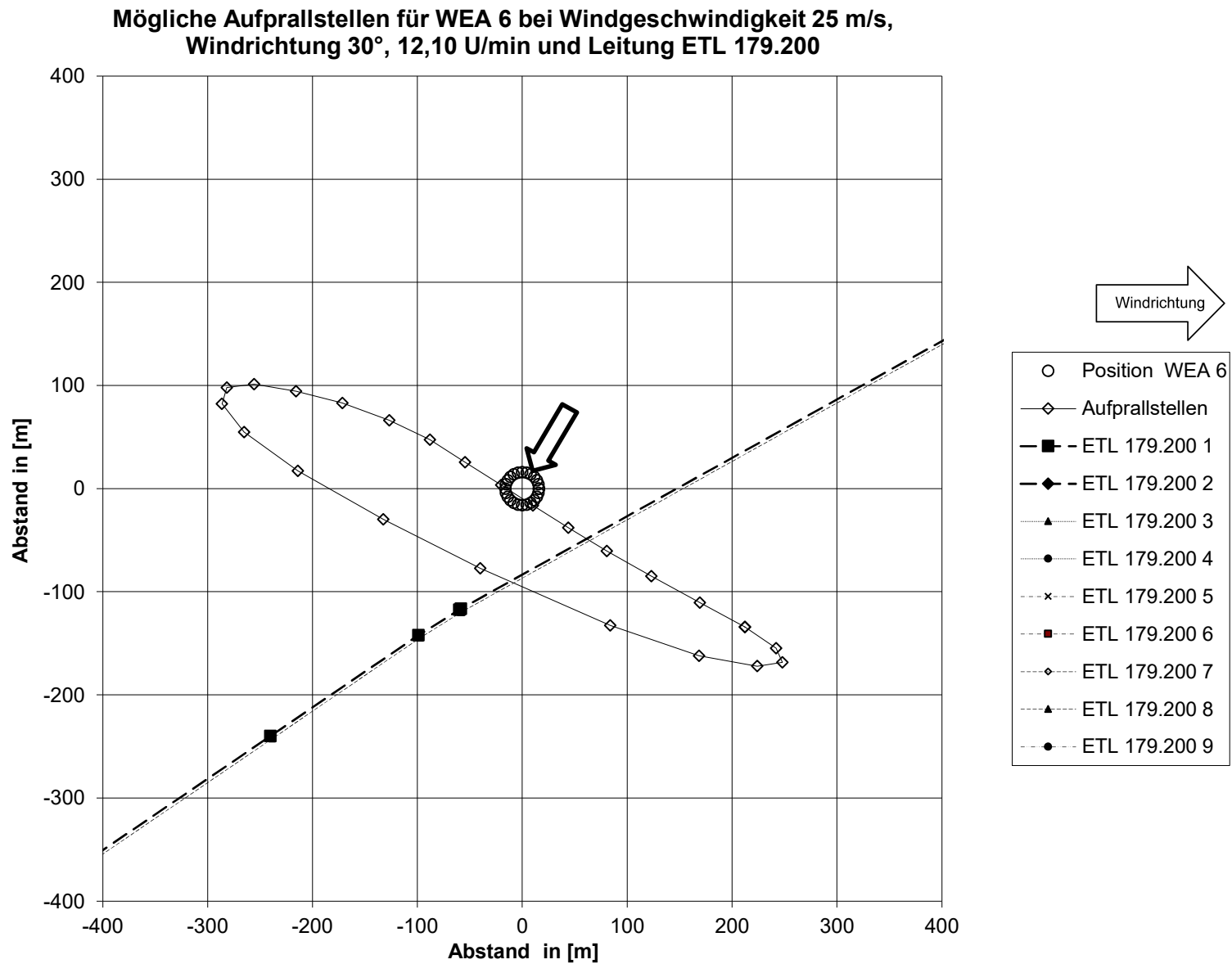
Anlage

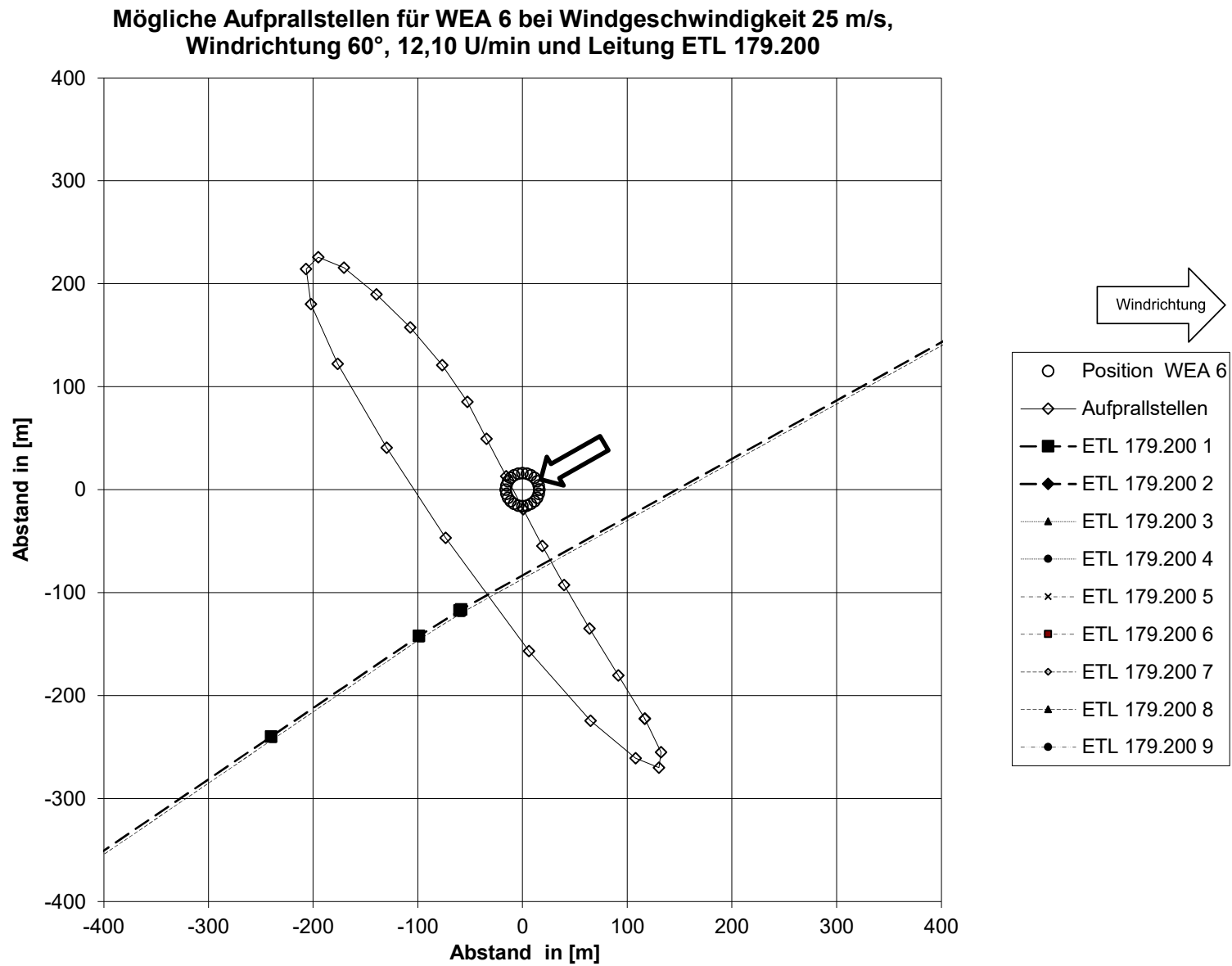
A 6 ETL 179.200 bei Stade Haddorf - Gefährdung durch Abwurf von 100-
%-Rotorblatt durch WEA 6

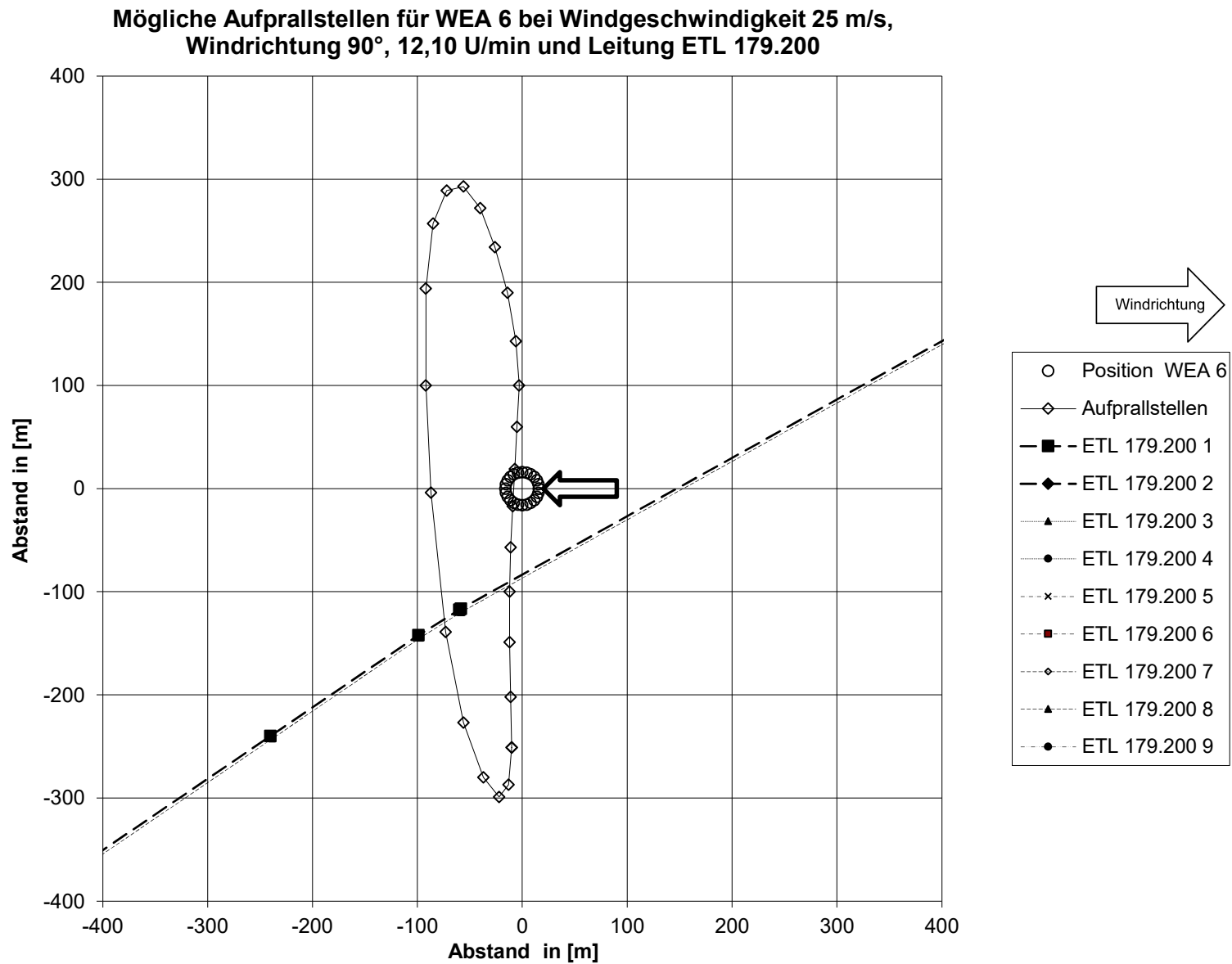


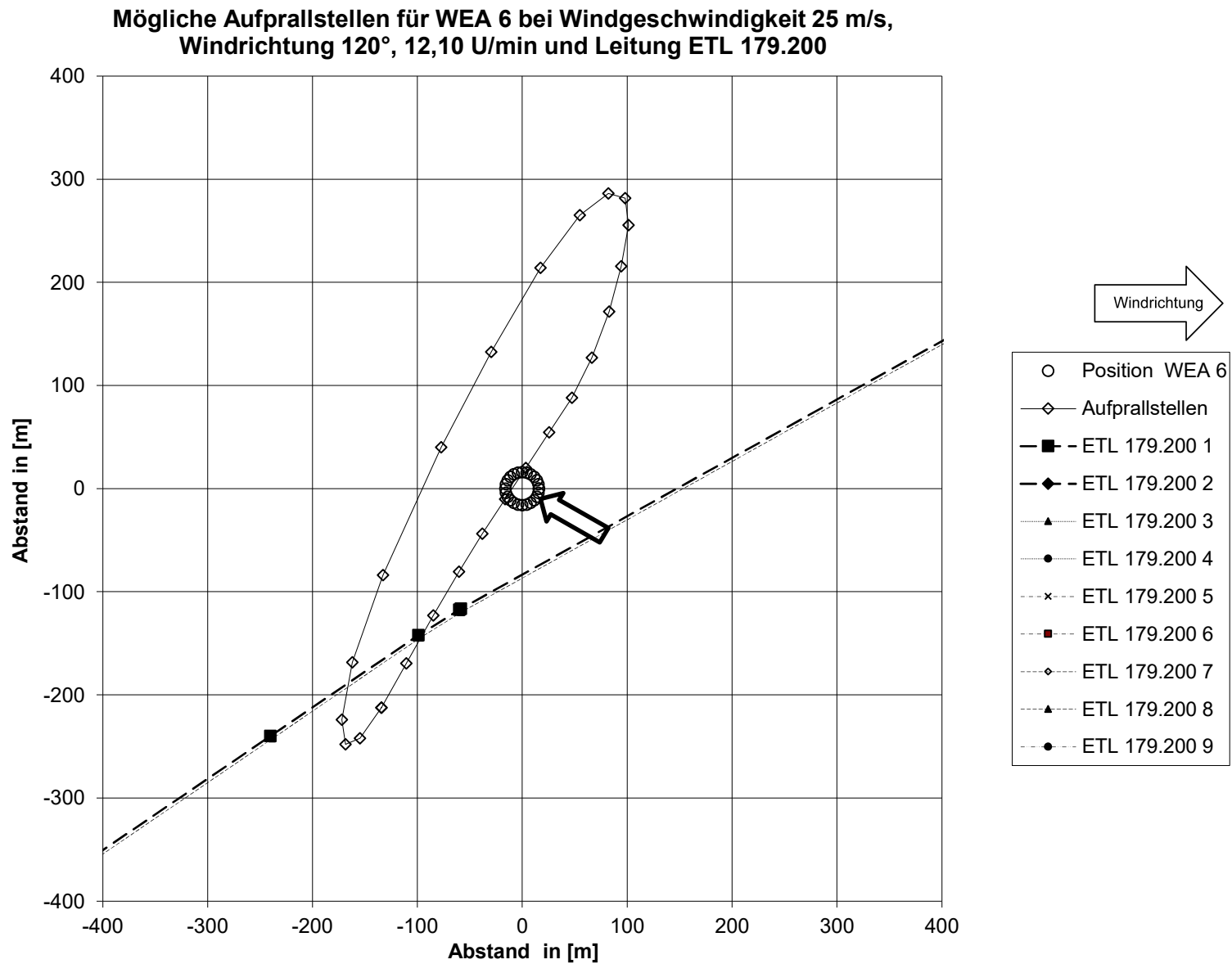
**Mögliche Aufprallstellen für WEA 6 bei Windgeschwindigkeit 25 m/s,
Windrichtung 0°, 12,10 U/min und Leitung ETL 179.200**

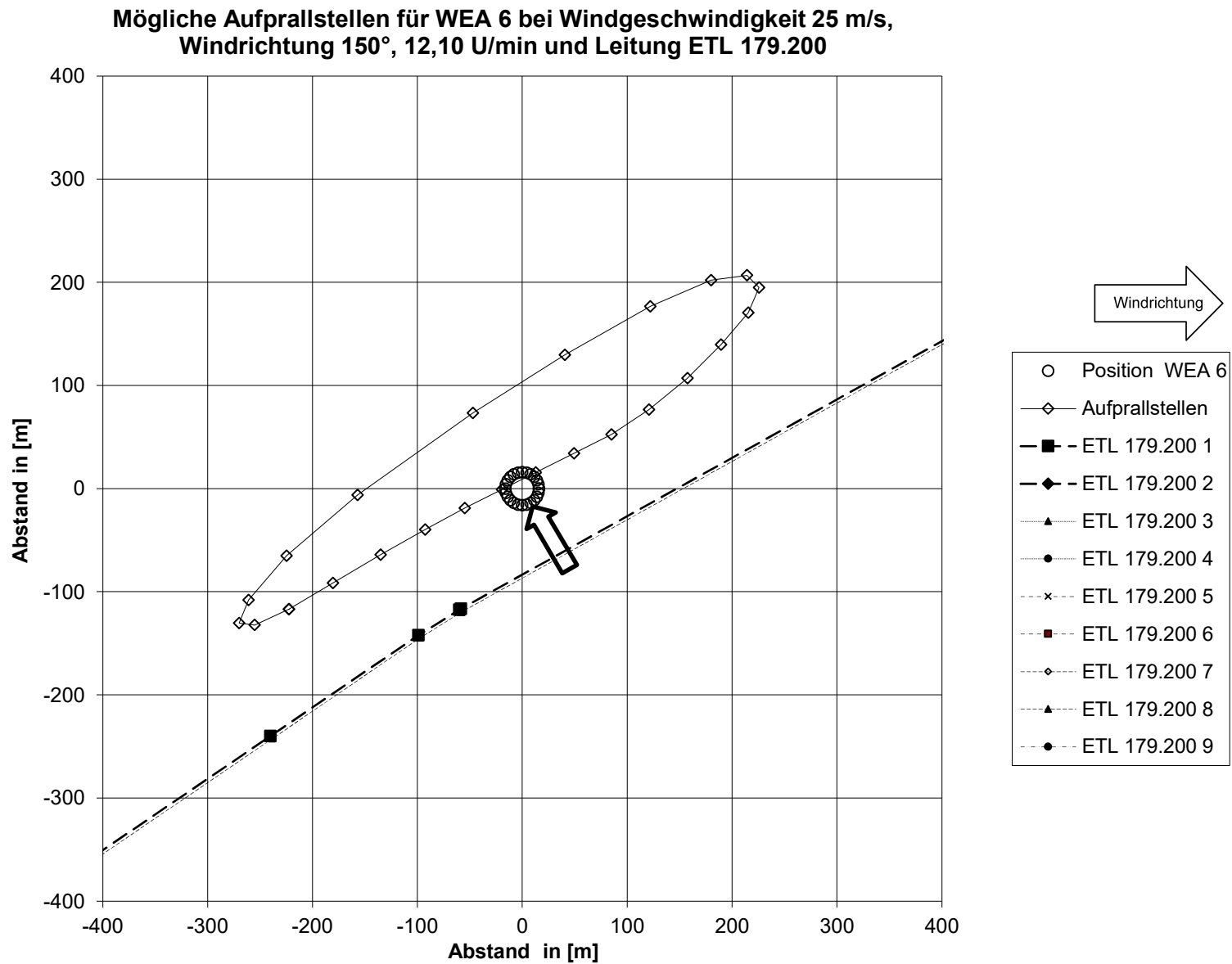


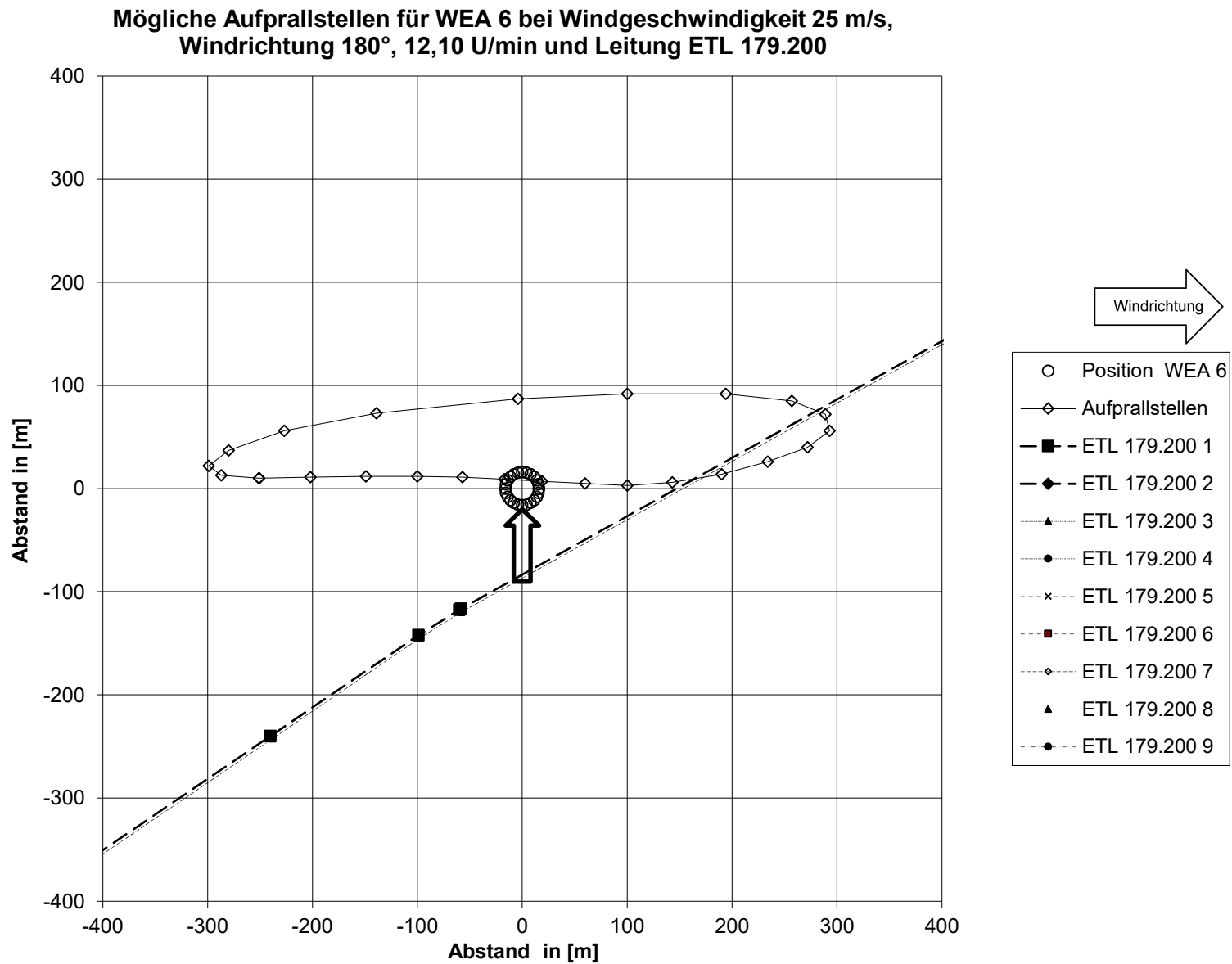




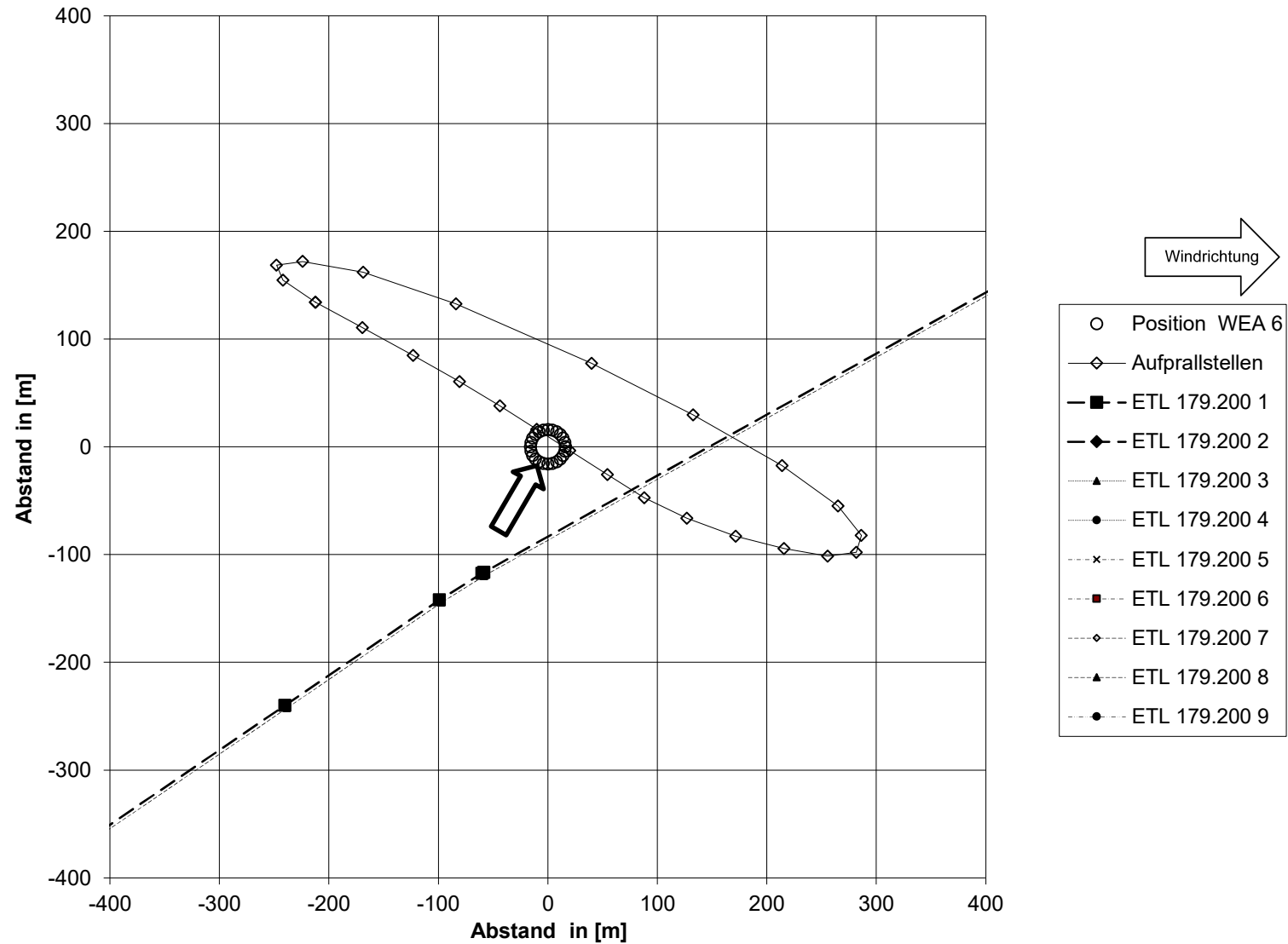


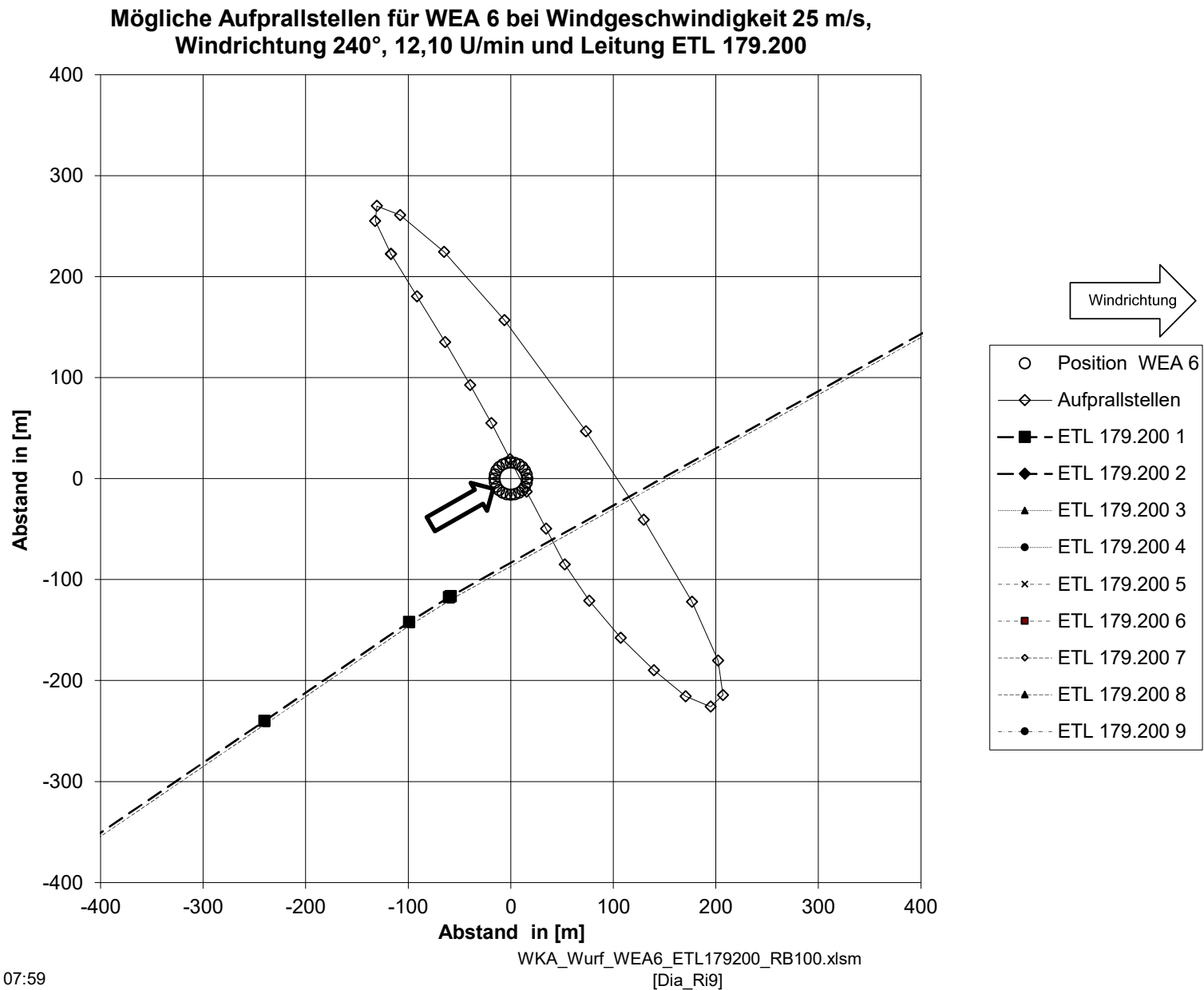




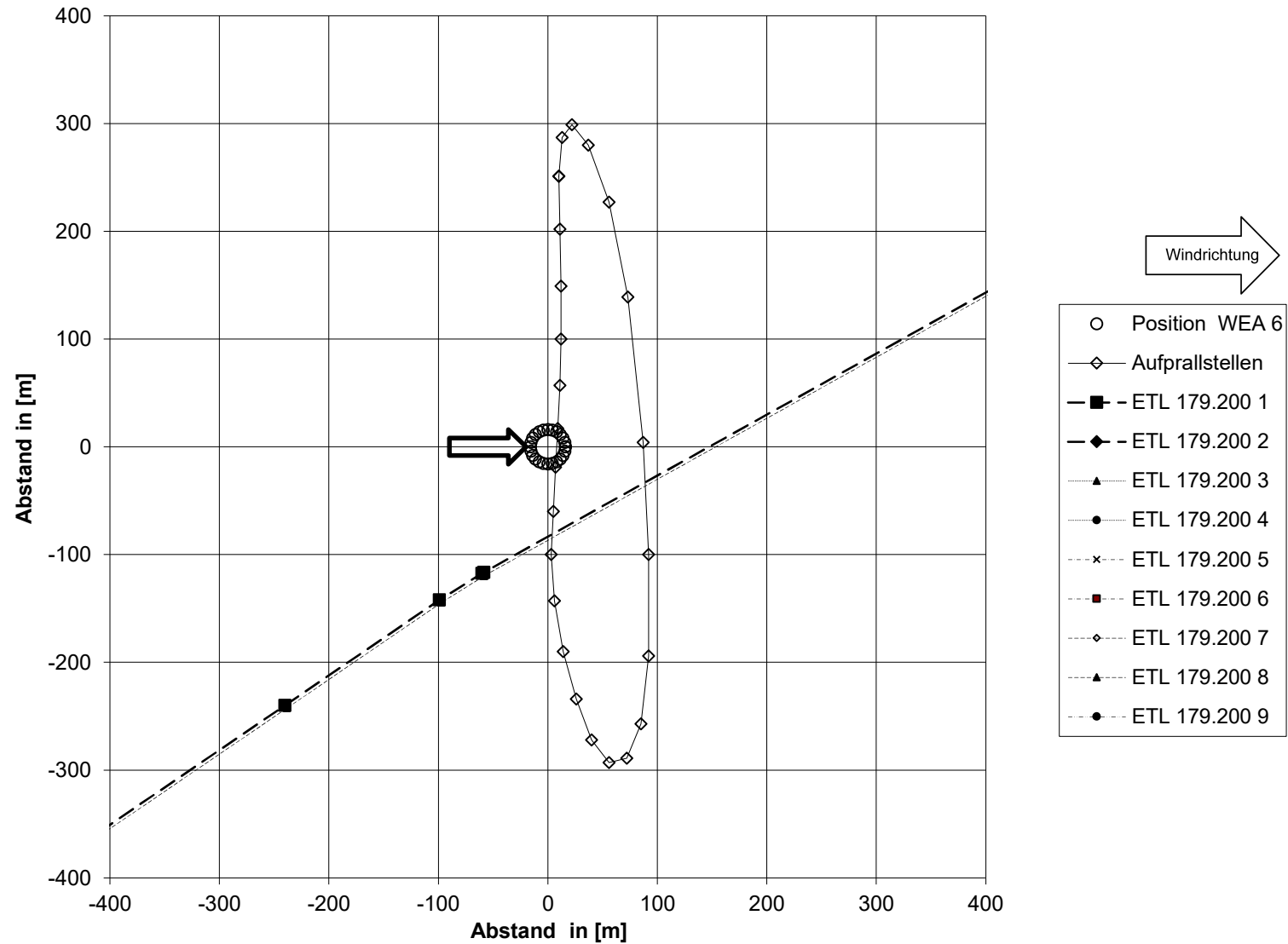


**Mögliche Aufprallstellen für WEA 6 bei Windgeschwindigkeit 25 m/s,
Windrichtung 210°, 12,10 U/min und Leitung ETL 179.200**

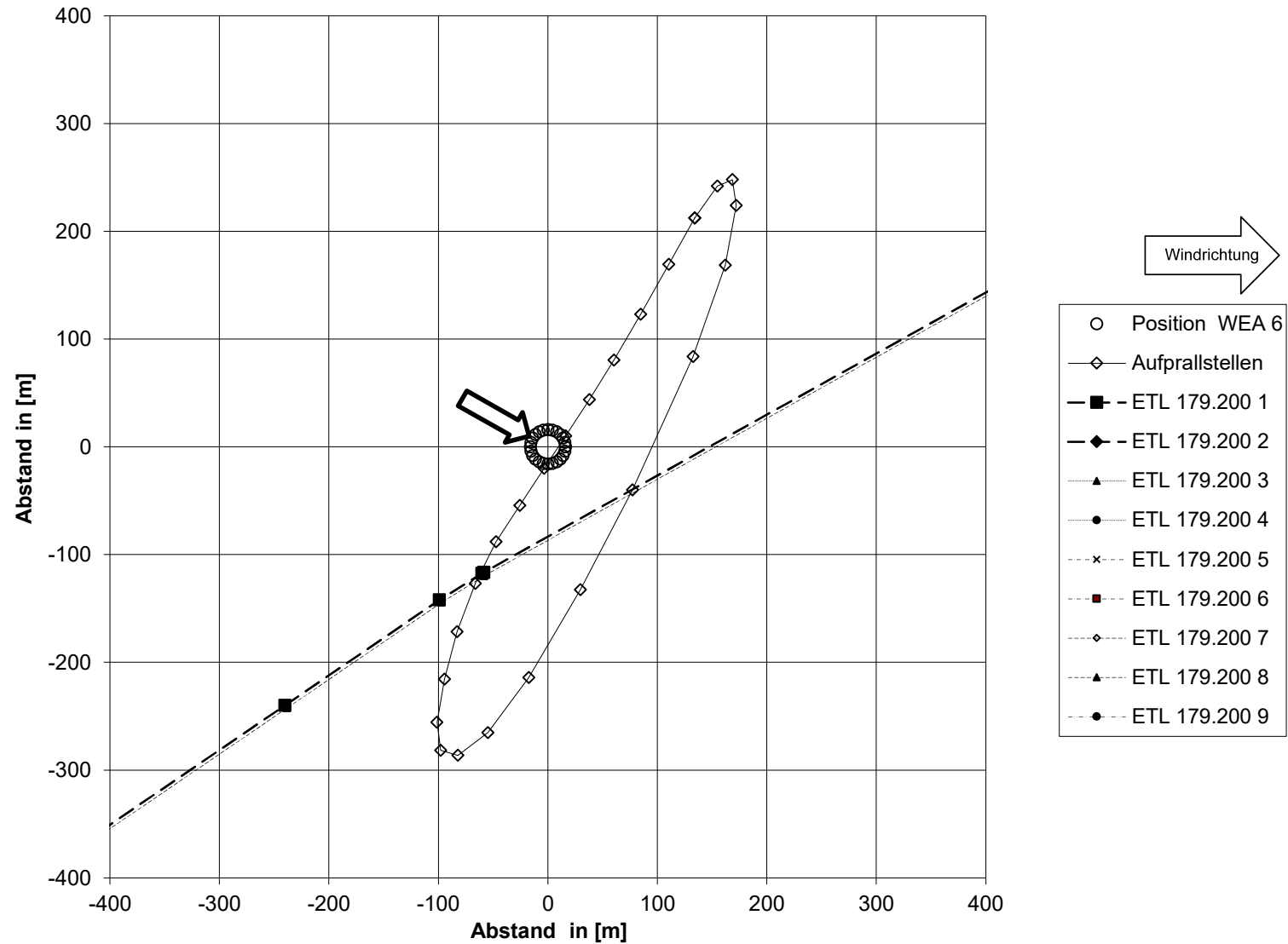


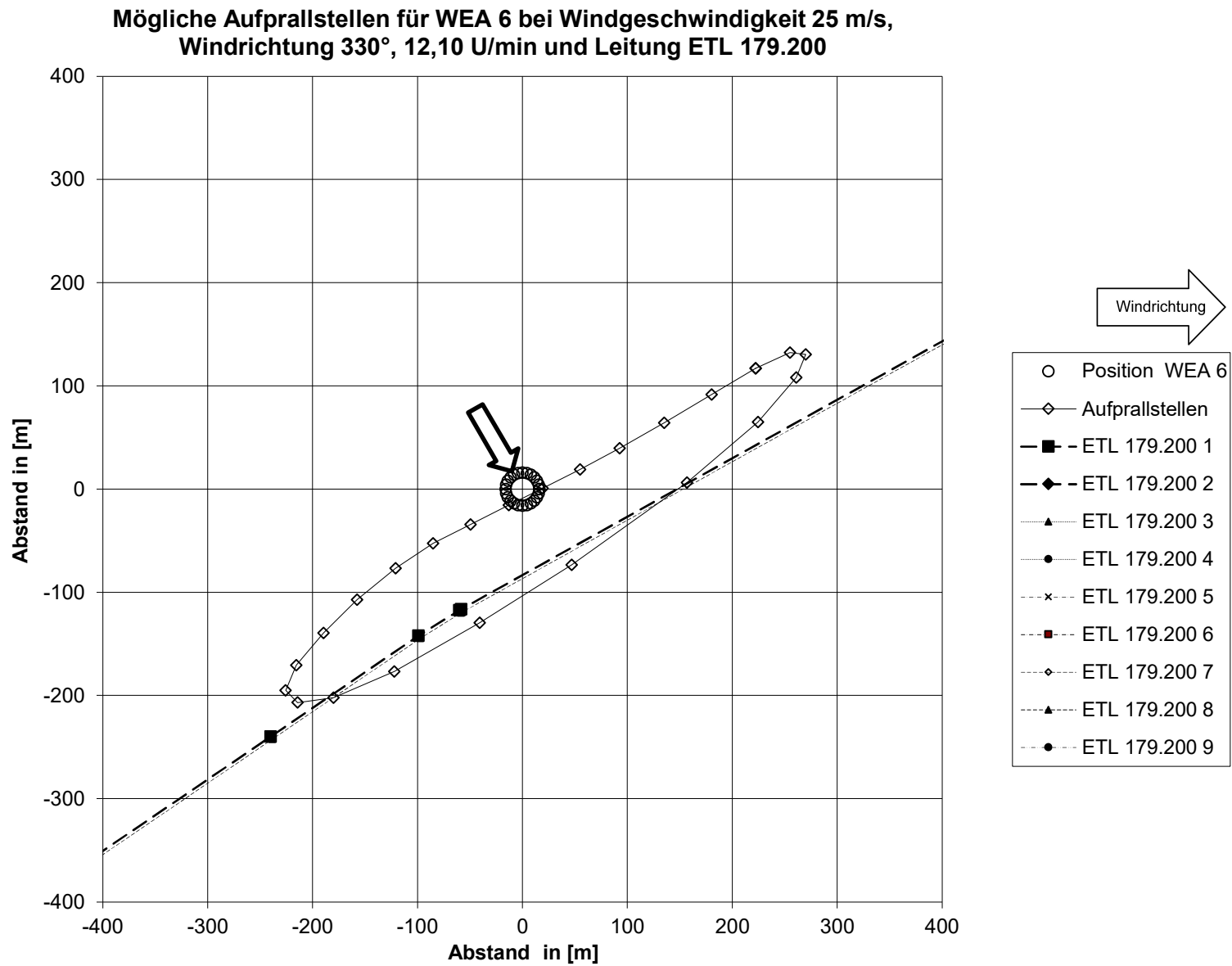


**Mögliche Aufprallstellen für WEA 6 bei Windgeschwindigkeit 25 m/s,
Windrichtung 270°, 12,10 U/min und Leitung ETL 179.200**



**Mögliche Aufprallstellen für WEA 6 bei Windgeschwindigkeit 25 m/s,
Windrichtung 300°, 12,10 U/min und Leitung ETL 179.200**

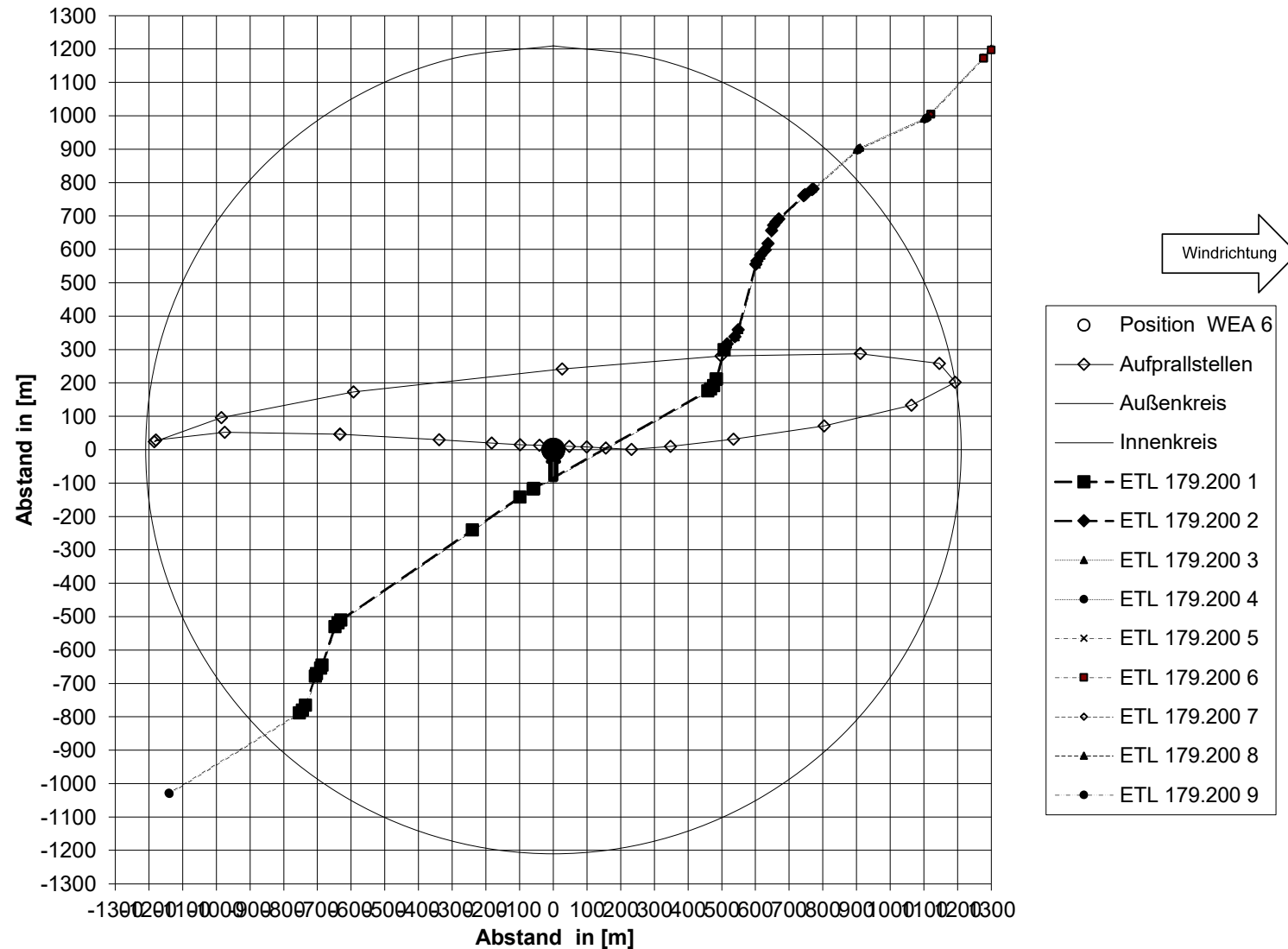


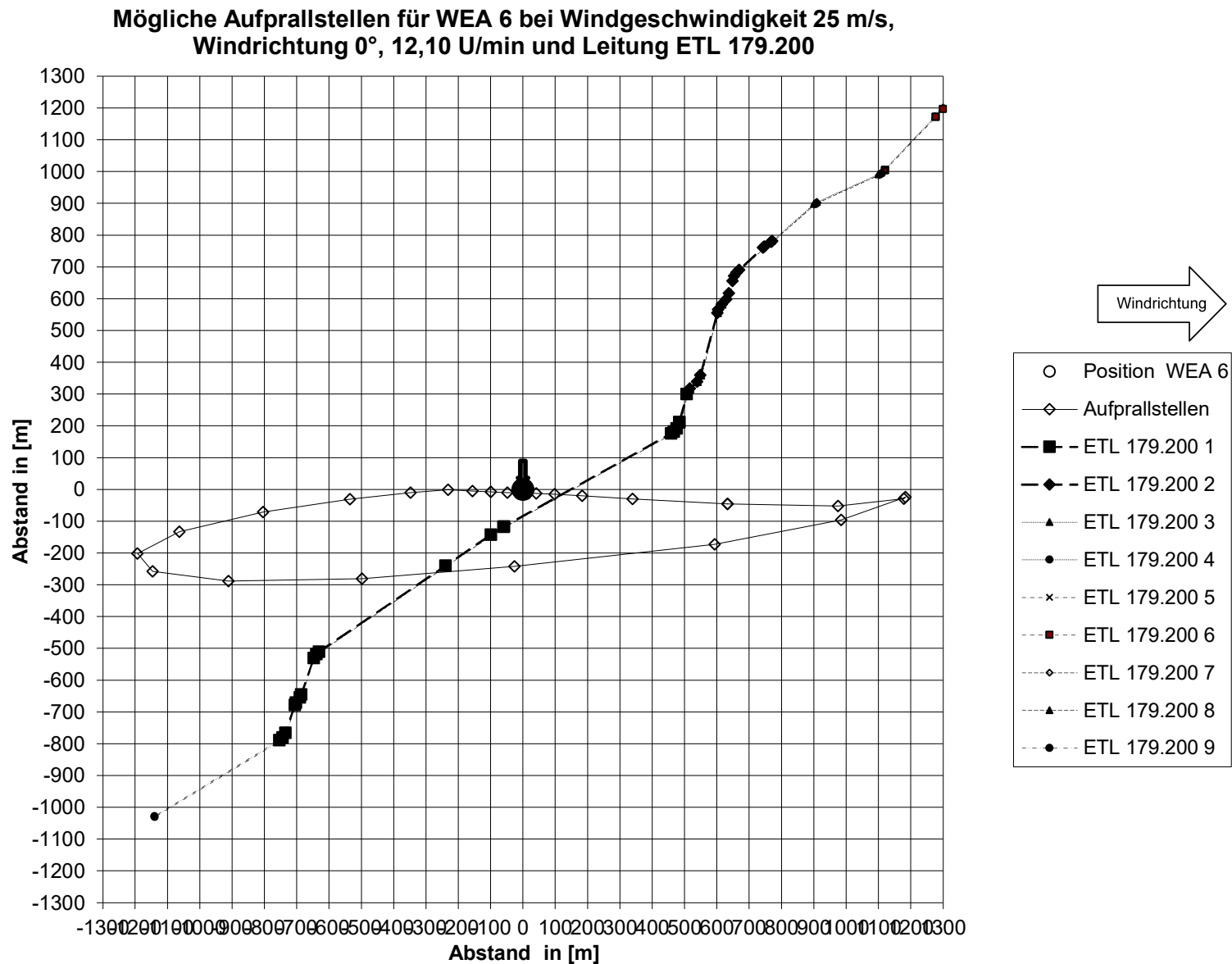


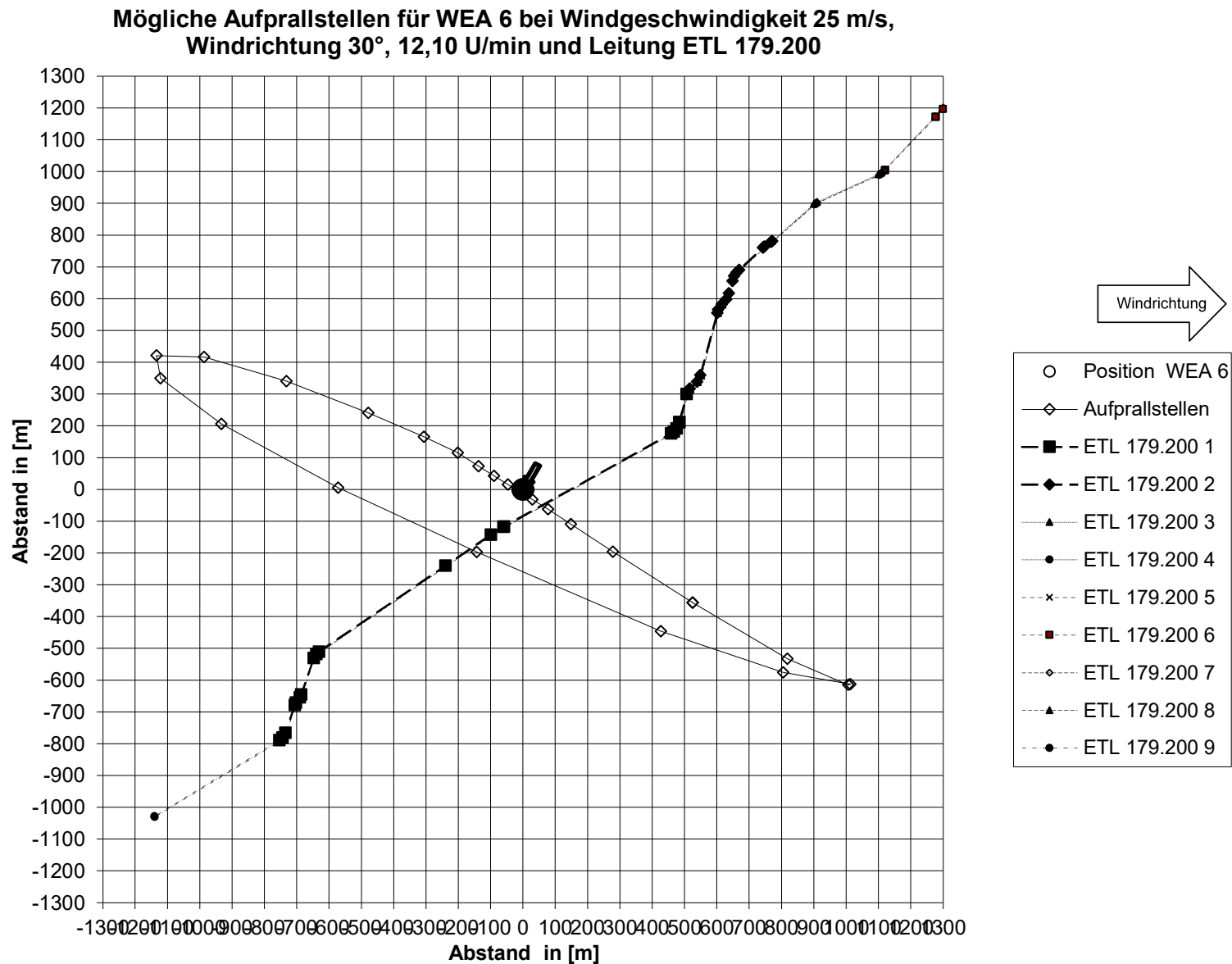
Anlage

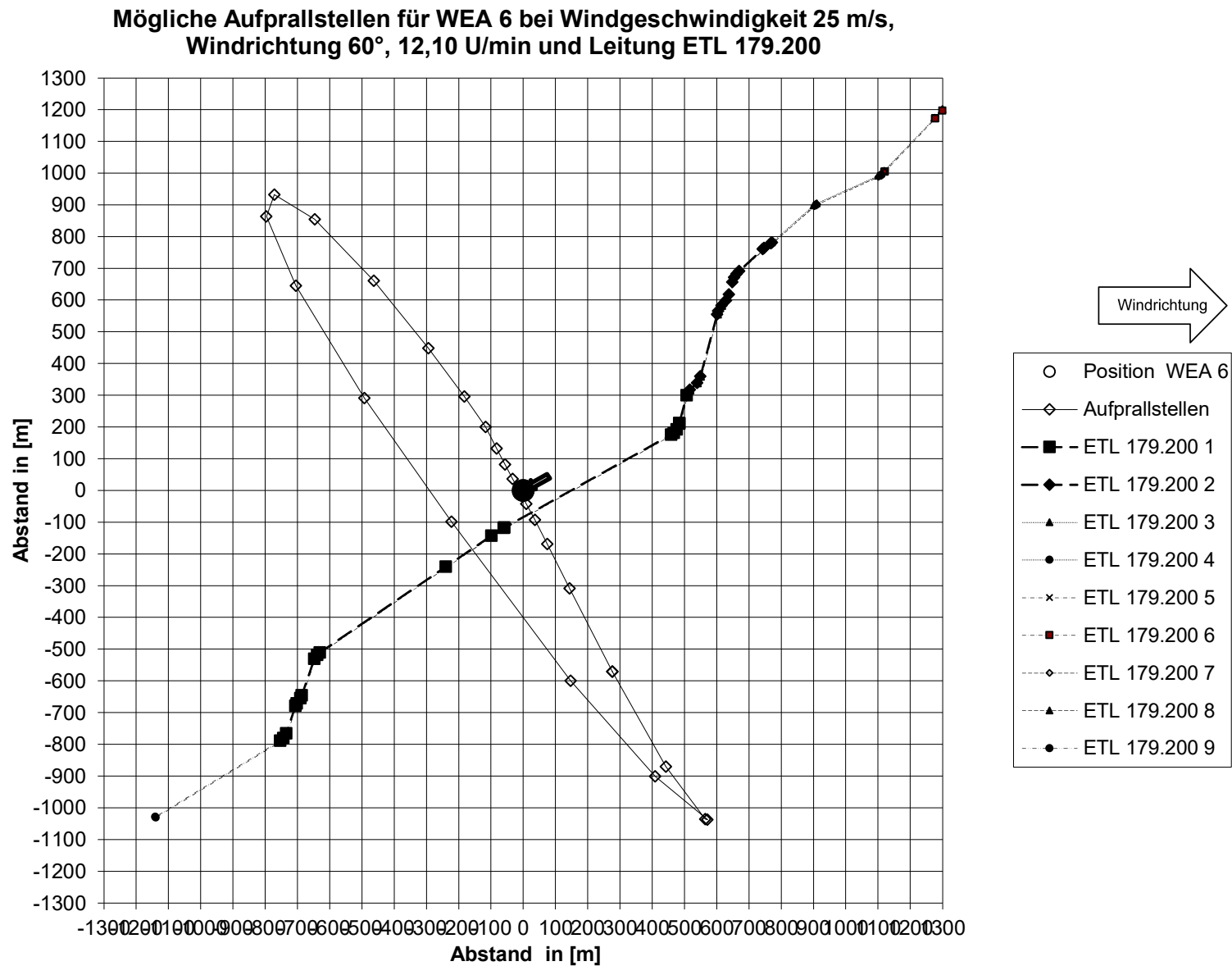
A 7 ETL 179.200 bei Stade Haddorf - Gefährdung durch Abwurf von 30-
%-Rotorblatt durch WEA 6

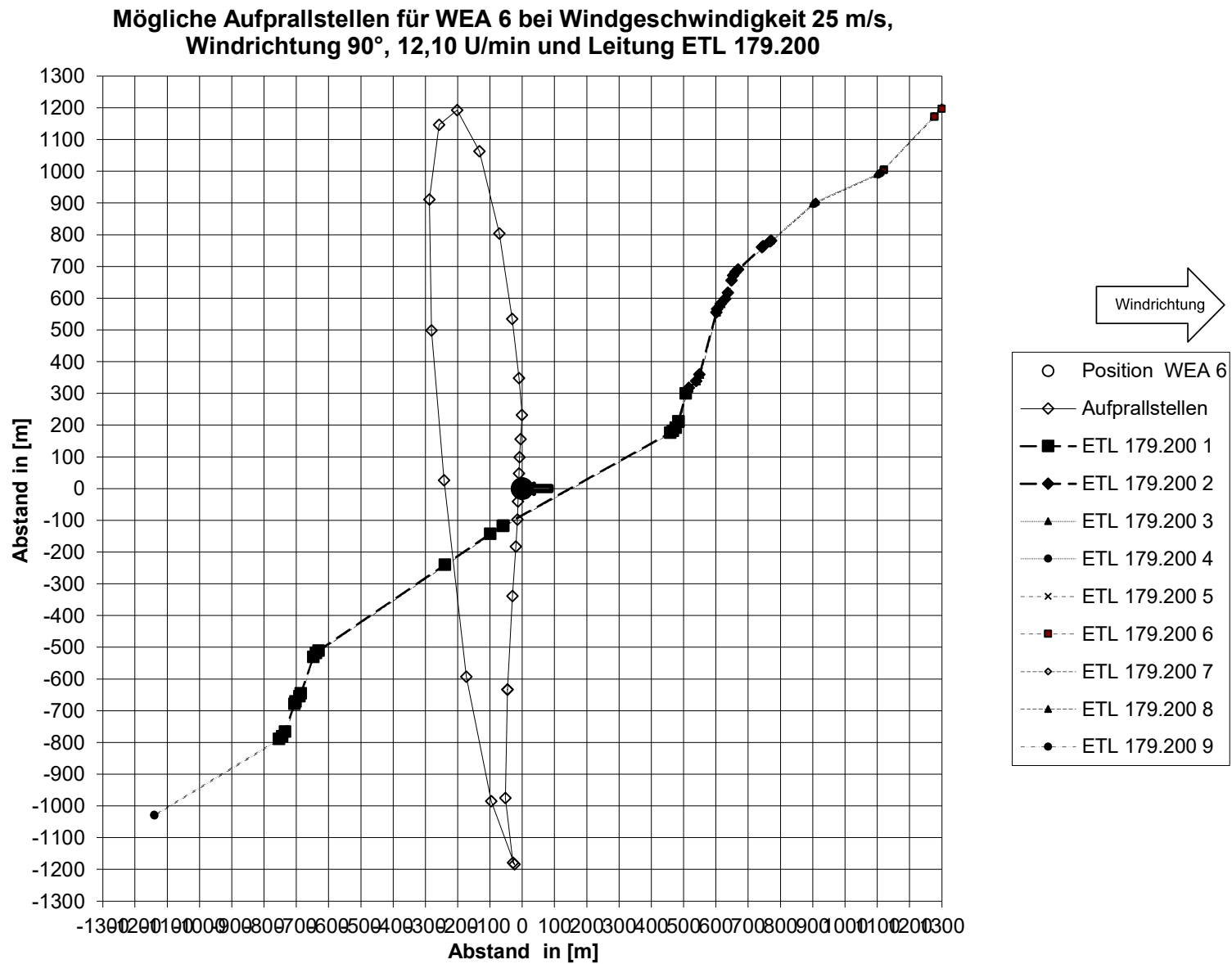
**Mögliche Aufprallstellen für WEA 6 bei Windgeschwindigkeit 25 m/s,
Windrichtung 180°, 12,10 U/min und Leitung ETL 179.200**

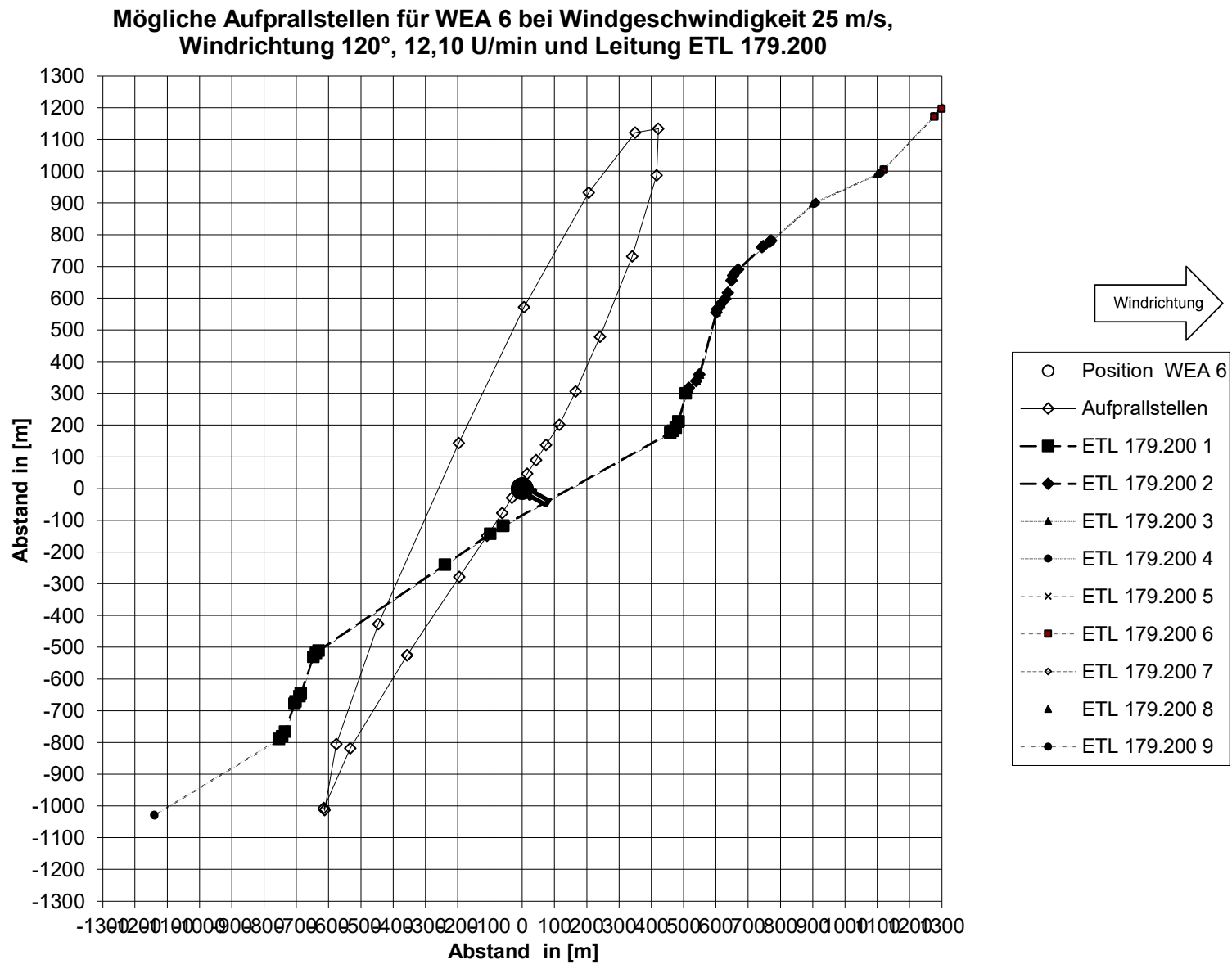


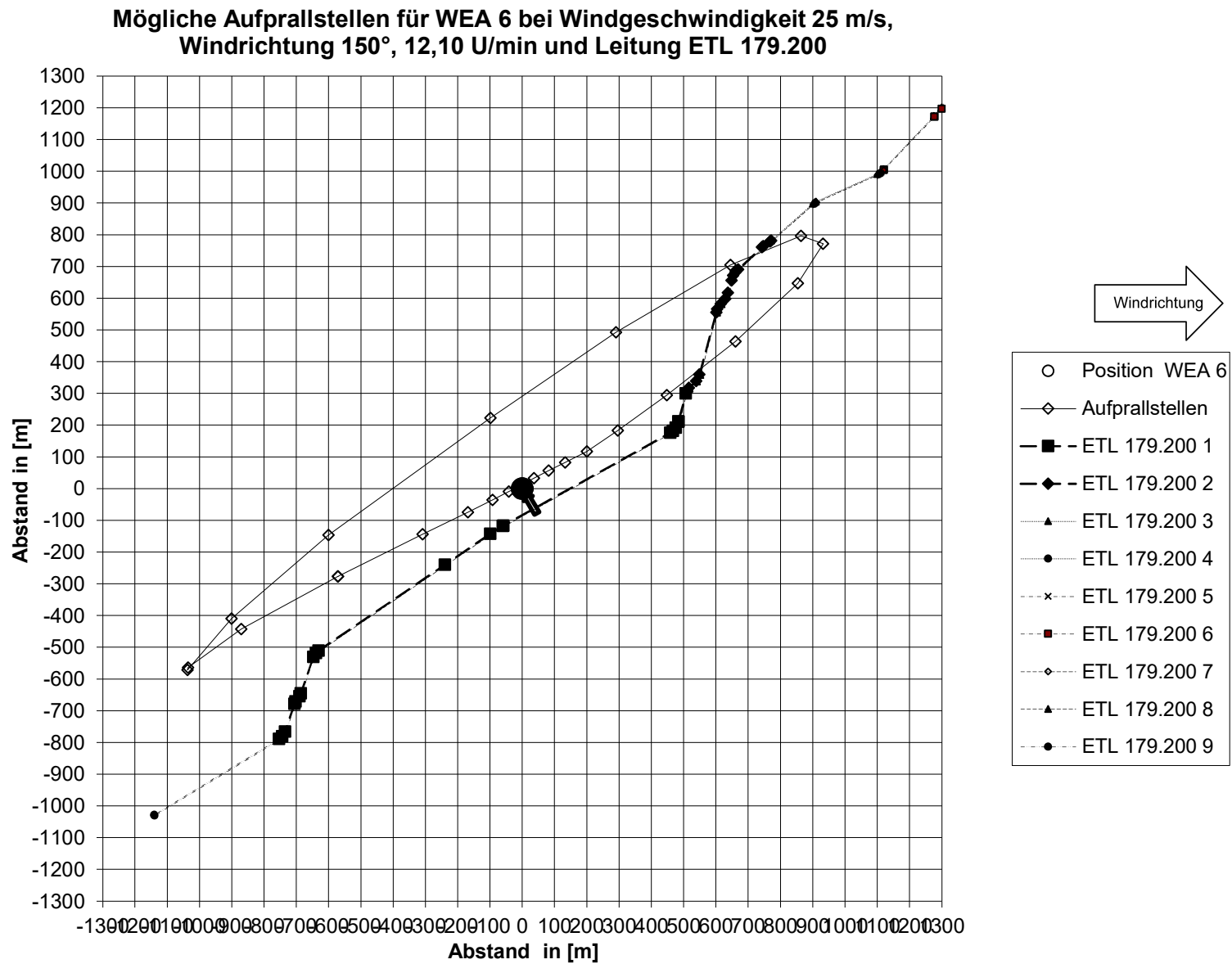


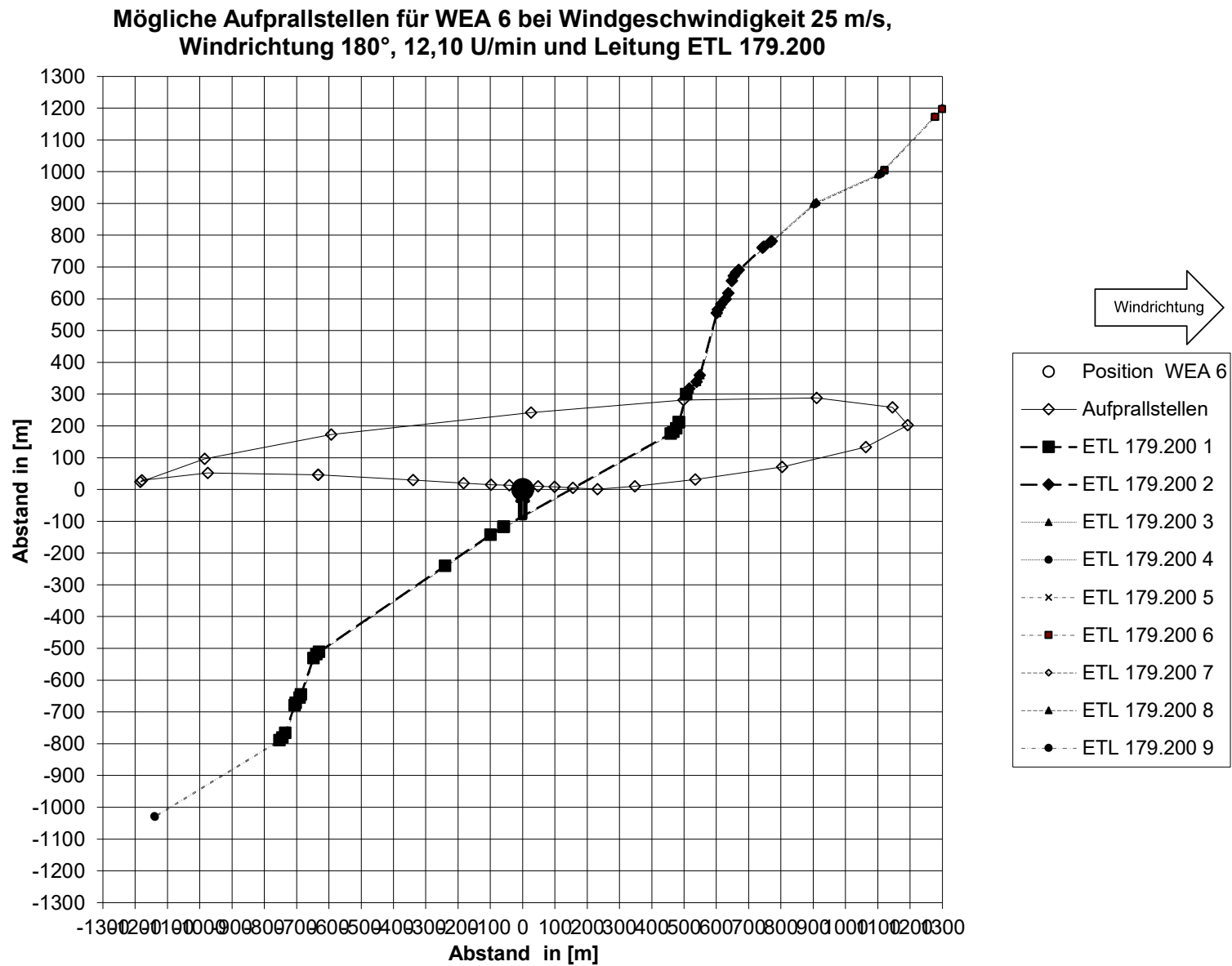


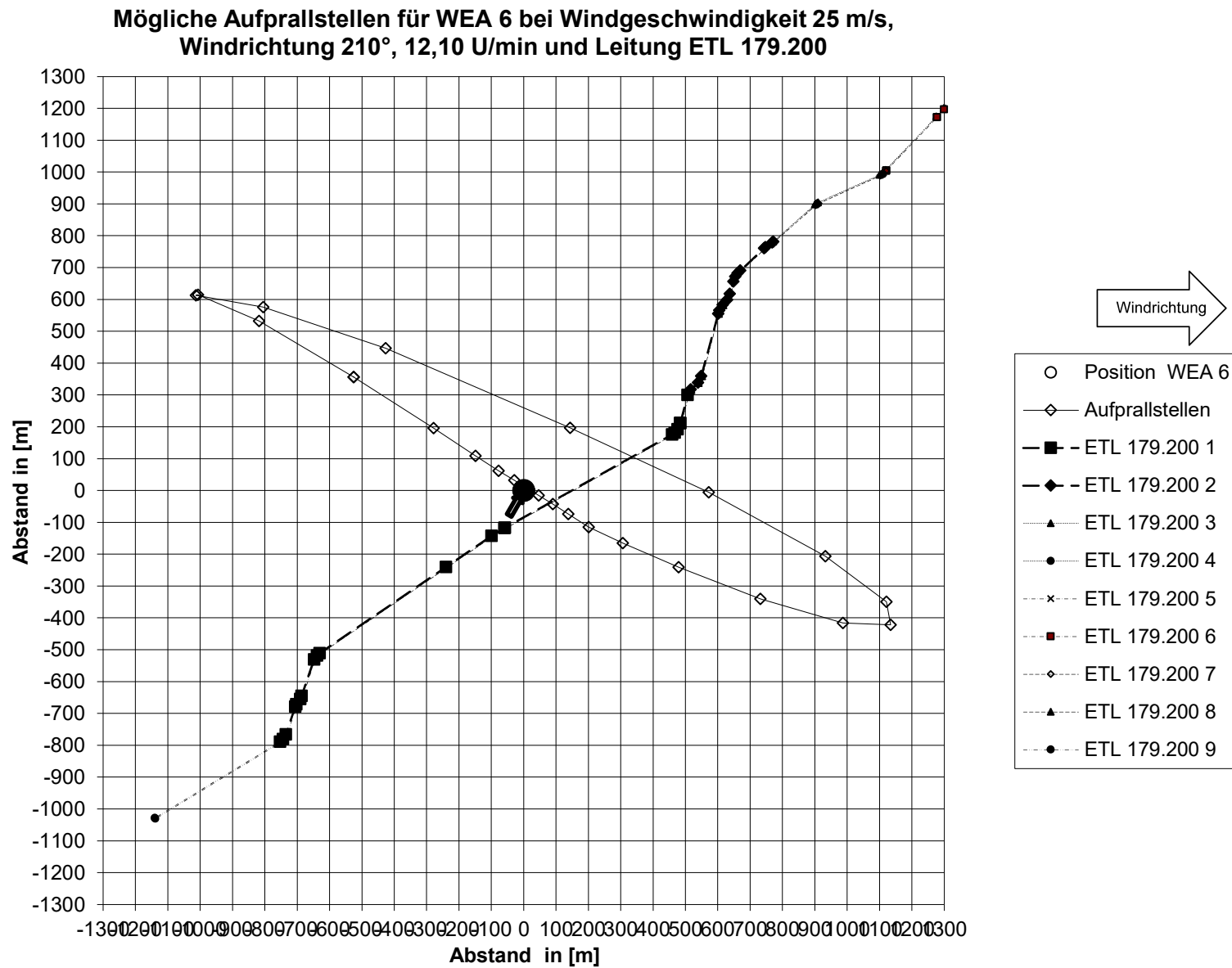




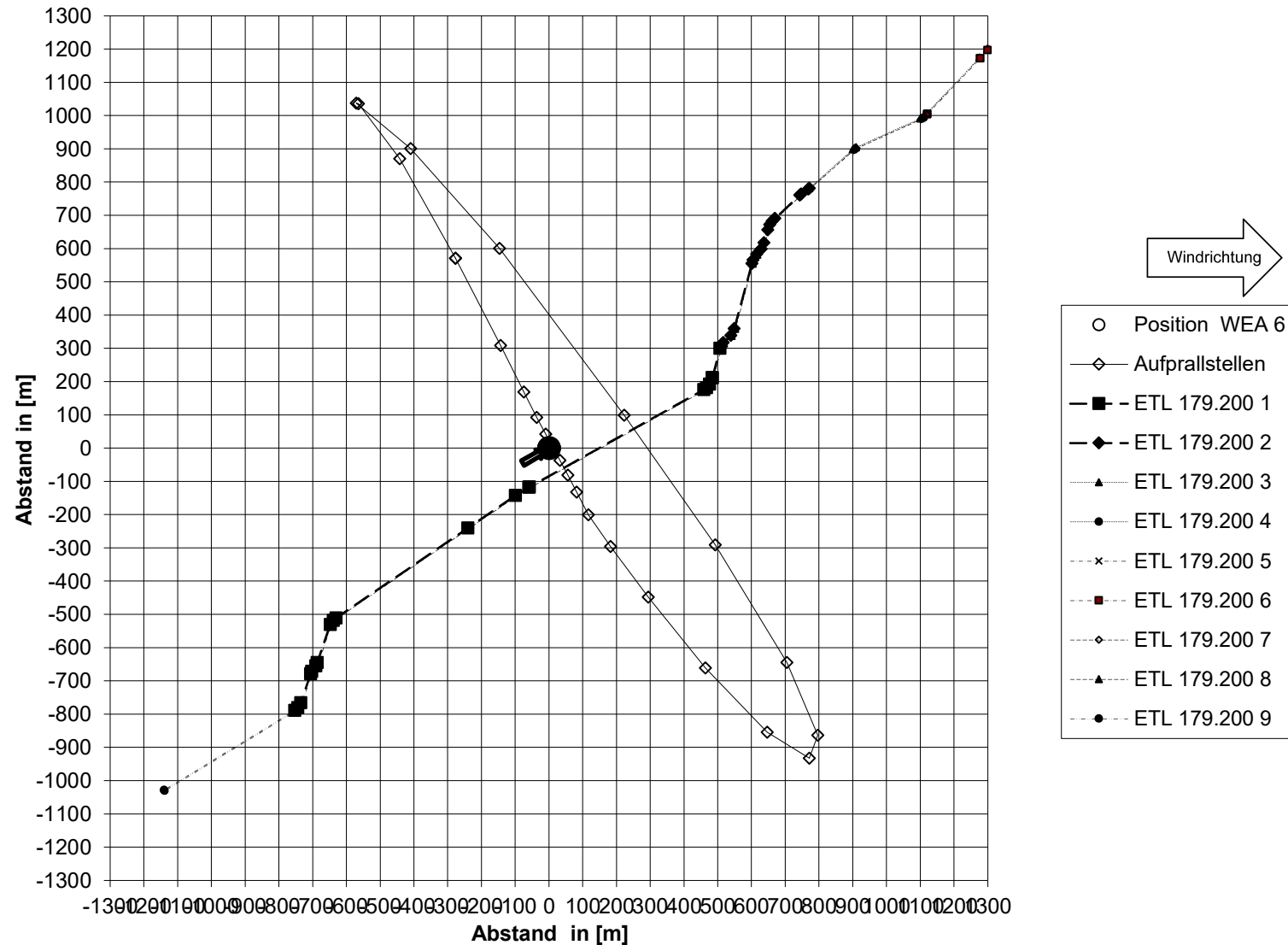








**Mögliche Aufprallstellen für WEA 6 bei Windgeschwindigkeit 25 m/s,
Windrichtung 240°, 12,10 U/min und Leitung ETL 179.200**



**Mögliche Aufprallstellen für WEA 6 bei Windgeschwindigkeit 25 m/s,
Windrichtung 270°, 12,10 U/min und Leitung ETL 179.200**

