

Antragsunterlagen zum
Planfeststellungsverfahren

Neubau der Energietransportleitung

ETL 182

Elbe Süd - Achim

Teil F – Materialband

**F4-1 – 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: Andreas Jordan

Generalplaner:



ILF Beratende Ingenieure GmbH

Werner-Eckert-Straße 7

81829 München

Projektleiter: Carles Giro

Antragsunterlagen zum Planfeststellungsverfahren

Neubau der Energietransportleitung ETL 182 Elbe Süd - Achim

F4-1 – Fachgutachten – Nähe zu Windenergieanlagen

Stand: 14.10.2024

Hannover – Leipzig

Dr.-Ing. Veenker
Ingenieurgesellschaft mbH

Heiligengeiststraße 19
30173 Hannover

Leibnizstraße 25
04105 Leipzig

mail@veenkerghmbh.de
www.veenkerghmbh.de

Gutachten

Bewertung des Risikos der Leitung ETL 182

infolge des Betriebs diverser Windparks

Auftraggeber: ILF Beratende Ingenieure GmbH

Projekt: 20624

Rev.	Anmerkungen	Datum	Erstellt	Freigegeben
00	Erstfassung	05.06.2024	Ludzay	Daschevski
01	Unterlagen aktualisiert	07.10.2024	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	14
1.1 Vorgang	14
1.2 Zusammenfassung	15
2. Unterlagen	16
3. Nachweiskonzept	17
3.1 Allgemeines	17
3.2 Vorgehen	17
3.3 Grundsatzuntersuchung – ETL 182	18
3.4 Nachweisführung	22
4. Angaben zu den Daten	23
4.1 Daten zu den Schutzobjekten	23
4.2 Abstände	23
4.3 Ergänzende Angaben zu den zulässigen Grenzwerten	26
4.4 Daten zu WEA	27
4.5 Ergänzende Angaben zum Abwurf von Rotorblättern oder Teilen davon	29
4.6 Ergänzende Angaben zum Eisansatz	30
4.6.1 Allgemeines	30
4.6.2 Zuordnung zur Eiskarte	30
4.6.3 Betriebsparameter bei Abwurf von Eisfragmenten	30

4.6.4	Betriebsparameter bei Fall von Eisfragmenten	31
5.	Bewertung der Gefährdung durch den umstürzenden Turm	32
6.	Station AP Klein Reith	33
6.1	Bewertung der Gefährdung durch Rotorblattabwurf und Teilen davon	33
6.1.1	Gefährdungsradien für Rotorblatt und Teilen davon	33
6.1.1.1	Abwurf ganzes Rotorblatt	33
6.1.1.2	Abwurf von Rotorblattteilen	33
6.1.2	Berechnung der Gefährdung	34
6.1.3	Auswertung	34
6.2	Bewertung der Gefährdung durch Fall und Abwurf von Eisfragmenten	35
6.2.1	Wurf- und Fallweiten von Eisfragmenten	35
6.2.1.1	Abwurf von Eisfragmenten	35
6.2.1.2	Fall von Eisfragmenten	36
6.3	Bewertung der Gefährdung durch Abwurf des Maschinenhauses	36
6.3.1	Wurfweite des Maschinenhauses	36
6.3.2	Auswertung für das oberirdische Schutzobjekt	36
6.4	Gesamtbewertung	37
7.	Station AP Vorwerk	40
7.1	Bewertung der Gefährdung durch Rotorblattabwurf und Teilen davon	40
7.1.1	Gefährdungsradien für Rotorblatt und Teilen davon	40

7.1.1.1	Abwurf ganzes Rotorblatt	40
7.1.1.2	Abwurf von Rotorblattteilen	40
7.1.2	Berechnung der Gefährdung	41
7.1.3	Auswertung	41
7.2	Bewertung der Gefährdung durch Fall und Abwurf von Eisfragmenten	42
7.2.1	Wurf- und Fallweiten von Eisfragmenten	42
7.2.1.1	Abwurf von Eisfragmenten	42
7.2.1.2	Fall von Eisfragmenten	42
7.3	Bewertung der Gefährdung durch Abwurf des Maschinenhauses	43
7.3.1	Wurfweite des Maschinenhauses	43
7.3.2	Auswertung für das oberirdische Schutzobjekt	43
7.4	Gesamtbewertung	44
8.	ETL 182 bei Helmste	46
8.1	Bewertung der Gefährdung durch Rotorblattabwurf und Teilen davon	46
8.1.1	Gefährdungsradien für Rotorblatt und Teilen davon	46
8.1.1.1	Abwurf ganzes Rotorblatt	46
8.1.1.2	Abwurf von Rotorblattteilen	46
8.1.2	Berechnung der Gefährdung	47
8.1.3	Auswertung	47
8.2	Bewertung der Gefährdung durch Abwurf des Maschinenhauses	48

8.2.1	Wurfweite des Maschinenhauses	48
8.2.2	Auswertung für das eingeeordnete Schutzobjekt	48
8.2.2.1	Gefährdung durch ein abgeworfenes Maschinenhaus	48
8.2.2.2	Gefährdung durch abstehende Rotorblätter am abgeworfenen Maschinenhaus	49
8.3	Gesamtbewertung	50
9.	ETL 182 bei Brest	52
9.1	Bewertung der Gefährdung durch Rotorblattabwurf und Teilen davon	52
9.1.1	Gefährdungsradien für Rotorblatt und Teilen davon	52
9.1.1.1	Abwurf ganzes Rotorblatt	52
9.1.1.2	Abwurf von Rotorblattteilen	52
9.1.2	Berechnung der Gefährdung	53
9.1.3	Auswertung	53
9.2	Bewertung der Gefährdung durch Abwurf des Maschinenhauses	54
9.2.1	Wurfweite des Maschinenhauses	54
9.2.2	Auswertung für das eingeeordnete Schutzobjekt	54
9.2.2.1	Gefährdung durch ein abgeworfenes Maschinenhaus	54
9.2.2.2	Gefährdung durch abstehende Rotorblätter am abgeworfenen Maschinenhaus	55
9.3	Gesamtbewertung	55
10.	ETL 182 bei Dipshorn Mitte	58
10.1	Bewertung der Gefährdung durch Rotorblattabwurf und Teilen davon	58

10.1.1	Gefährdungsradien für Rotorblatt und Teilen davon	58
10.1.1.1	Abwurf ganzes Rotorblatt	58
10.1.1.2	Abwurf von Rotorblattteilen	58
10.1.2	Berechnung der Gefährdung	59
10.1.3	Auswertung	59
10.2	Bewertung der Gefährdung durch Abwurf des Maschinenhauses	60
10.2.1	Wurfweite des Maschinenhauses	60
10.2.2	Auswertung für das eingeeerdete Schutzobjekt	60
10.2.2.1	Gefährdung durch ein abgeworfenes Maschinenhaus	60
10.2.2.2	Gefährdung durch abstehende Rotorblätter am abgeworfenen Maschinenhaus	61
10.2.2.3	Berechnung der Gefährdung	62
10.2.2.4	Ermittlung der Gefährdung durch abstehende Rotorblätter am abgeworfenen Maschinenhaus	62
10.3	Gesamtbewertung	63
11.	ETL 182 bei Quelkhorn	65
11.1	Bewertung der Gefährdung durch Rotorblattabwurf und Teilen davon	65
11.1.1	Gefährdungsradien für Rotorblatt und Teilen davon	65
11.1.1.1	Abwurf ganzes Rotorblatt	65
11.1.1.2	Abwurf von Rotorblattteilen	65
11.1.2	Berechnung der Gefährdung	66
11.1.3	Auswertung	66

11.2	Bewertung der Gefährdung durch Abwurf des Maschinenhauses	67
11.2.1	Wurfweite des Maschinenhauses	67
11.2.2	Auswertung für das eingeeordnete Schutzobjekt	68
11.2.2.1	Gefährdung durch ein abgeworfenes Maschinenhaus	68
11.2.2.2	Gefährdung durch abstehende Rotorblätter am abgeworfenen Maschinenhaus	68
11.3	Gesamtbewertung	69
12.	ETL 182 bei Oyten-Bassen-West	72
12.1	Bewertung der Gefährdung durch Rotorblattabwurf und Teilen davon	72
12.1.1	Gefährdungsradien für Rotorblatt und Teilen davon	72
12.1.2	Abwurf ganzes Rotorblatt	72
12.1.3	Berechnung der Gefährdung	72
12.1.4	Auswertung	73
12.2	Bewertung der Gefährdung durch Abwurf des Maschinenhauses	74
12.2.1	Wurfweite des Maschinenhauses	74
12.2.2	Auswertung für das eingeeordnete Schutzobjekt	74
12.2.2.1	Gefährdung durch ein abgeworfenes Maschinenhaus	74
12.2.2.2	Gefährdung durch abstehende Rotorblätter am abgeworfenen Maschinenhaus	75
12.3	Gesamtbewertung	76

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	SP 12.500 bis 16.400	18
Tabelle 2:	SP 23.900 bis 26.000	19
Tabelle 3:	SP 34.200 bis SP 34.400	19
Tabelle 4:	SP 62.900 bis SP 64.700	20
Tabelle 5:	SP 68.400 bis SP 69.600	20
Tabelle 6:	SP 78.400 bis SP 78.900	21
Tabelle 7:	SP 82.800 bis SP 84.000	21
Tabelle 8:	Daten zu den Schutzobjekten	23
Tabelle 9:	Abstand WEA – ETL 182 bei Helmste	24
Tabelle 10:	Abstand WEA – ETL 182 bei Brest	24
Tabelle 11:	Abstand WEA – Station AP Klein Reith	24
Tabelle 12:	Abstand WEA – ETL 182 bei Dipshorn Mitte	25
Tabelle 13:	Abstand WEA – Station AP Vorwerk	25
Tabelle 14:	Abstand WEA – ETL 182 bei Quelkhorn	26
Tabelle 15:	Abstand WEA – ETL 182 bei Oyten-Bassen-West	26
Tabelle 16:	Daten zu WEA	27
Tabelle 17:	Zuordnung der WEA-Typen zu den Windparks	28
Tabelle 18:	Betriebsdaten der Windenergieanlagen für Gefährdung durch Rotorblattabwurf	29
Tabelle 19:	Windgeschwindigkeiten und Drehzahlen bei WEA TYP 1 und TYP 3 – Abwurf von Eisfragmenten	30
Tabelle 20:	Windgeschwindigkeiten und Drehzahlen bei WEA TYP 1 und TYP 3 – Fall von Eisfragmenten	31
Tabelle 21:	Station AP Klein Reith - Gefährdungsradien für Rotorblatt und von Teilen davon	33
Tabelle 22:	Station AP Klein Reith - Gefährdung infolge Abwurfs von Rotorblattteilen	35
Tabelle 23:	Station AP Klein Reith - Wurf- und Fallweiten von Eisfragmenten	35

Tabelle 24:	Station AP Klein Reith - Wurfweite bei Abwurf des Maschinenhauses	36
Tabelle 25:	Station AP Klein Reith - Gefährdungsradius bei Maschinenhausabwurf mit abstehendem Rotorblatt für das oberirdische Schutzobjekt	37
Tabelle 26:	Station AP Klein Reith - Gesamtgefährdung aller WEA für das Schutzobjekt	38
Tabelle 27:	Station AP Vorwerk - Gefährdungsradien für Rotorblatt und von Teilen davon	40
Tabelle 28:	Station AP Vorwerk - Gefährdung infolge Abwurfs von Rotorblattteilen	41
Tabelle 29:	Station AP Vorwerk - Wurf- und Fallweiten von Eisfragmenten	42
Tabelle 30:	Station AP Vorwerk - Wurfweite bei Abwurf des Maschinenhauses	43
Tabelle 31:	Station AP Vorwerk - Gefährdungsradius bei Maschinenhausabwurf mit abstehendem Rotorblatt für das oberirdische Schutzobjekt	43
Tabelle 32:	Station AP Vorwerk - Gesamtgefährdung aller WEA für das Schutzobjekt	44
Tabelle 33:	WP bei Helmste - Gefährdungsradien für Rotorblatt und von Teilen davon	46
Tabelle 34:	ETL 182 bei Helmste - Gefährdung infolge Abwurfs von Rotorblattteilen	48
Tabelle 35:	ETL 182 bei Helmste - Wurfweite bei Abwurf des Maschinenhauses	48
Tabelle 36:	ETL 182 bei Helmste - Aufprallradius bei Maschinenhausabwurf	49
Tabelle 37:	ETL 182 bei Helmste - Gefährdungsradius bei Maschinenhausabwurf mit abstehendem Rotorblatt für das eingerdete Schutzobjekt	49
Tabelle 38:	ETL 182 bei Helmste - Gesamtgefährdung aller WEA für das Schutzobjekt	50

Tabelle 39: ETL 182 bei Brest - Gefährdungsradien für Rotorblatt und von Teilen davon	52
Tabelle 40: ETL 182 bei Brest - Gefährdung infolge Abwurfs von Rotorblattteilen	54
Tabelle 41: ETL 182 bei Brest - Wurfweite bei Abwurf des Maschinenhauses	54
Tabelle 42: ETL 182 bei Brest - Aufprallradius bei Maschinenhausabwurf	55
Tabelle 43: ETL 182 bei Brest - Gefährdungsradius bei Maschinenhausabwurf mit abstehendem Rotorblatt für das eingeardete Schutzobjekt	55
Tabelle 44: ETL 182 bei Brest - Gesamtgefährdung aller WEA für das Schutzobjekt	56
Tabelle 45: ETL 182 bei Dipshorn Mitte - Gefährdungsradien für Rotorblatt und von Teilen davon	58
Tabelle 46: ETL 182 bei Dipshorn Mitte - Gefährdung infolge Abwurfs von Rotorblattteilen	60
Tabelle 47: ETL 182 bei Dipshorn Mitte - Wurfweite bei Abwurf des Maschinenhauses	60
Tabelle 48: ETL 182 bei Dipshorn Mitte - Aufprallradius bei Maschinenhausabwurf	61
Tabelle 49: ETL 182 bei Dipshorn Mitte - Gefährdungsradius bei Maschinenhausabwurf mit abstehendem Rotorblatt für das eingeardete Schutzobjekt	61
Tabelle 50: ETL 182 bei Dipshorn Mitte - Eintrittswahrscheinlichkeit bei Maschinenhausabwurf mit abstehendem Rotorblatt für das Schutzobjekt	62
Tabelle 51: ETL 182 bei Dipshorn Mitte - Gesamtgefährdung aller WEA für das Schutzobjekt	63
Tabelle 52: ETL 182 bei Quelkhorn - Gefährdungsradien für Rotorblatt und von Teilen davon	65
Tabelle 53: ETL 182 bei Quelkhorn - Gefährdung infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes und von Teilen davon – TYP 4	67

Tabelle 54: ETL 182 bei Quelkhorn - Gefährdung infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes – TYP 5	67
Tabelle 55: ETL 182 bei Quelkhorn - Wurfweite bei Abwurf des Maschinenhauses	68
Tabelle 56: ETL 182 bei Quelkhorn - Aufprallradius bei Maschinenhausabwurf	68
Tabelle 57: ETL 182 bei Quelkhorn - Gefährdungsradius bei Maschinenhausabwurf mit abstehendem Rotorblatt für das eingeardete Schutzobjekt	69
Tabelle 58: ETL 182 bei Quelkhorn - Gesamtgefährdung aller WEA für das Schutzobjekt	70
Tabelle 59: ETL 182 bei Oyten-Bassen-West - Gefährdungsradien für Rotorblatt und von Teilen davon	72
Tabelle 60: ETL 182 bei Oyten-Bassen-West - Gefährdung infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes – TYP 6	73
Tabelle 61: ETL 182 bei Oyten-Bassen-West - Gefährdung infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes – TYP 7	74
Tabelle 62: ETL 182 bei Oyten-Bassen-West - Wurfweite bei Abwurf des Maschinenhauses	74
Tabelle 63: ETL 182 bei Oyten-Bassen-West - Aufprallradius bei Maschinenhausabwurf	75
Tabelle 64: ETL 182 bei Oyten-Bassen-West - Gefährdungsradius bei Maschinenhausabwurf mit abstehendem Rotorblatt für das eingeardete Schutzobjekt	75
Tabelle 65: ETL 182 bei Oyten-Bassen-West - Gesamtgefährdung aller WEA für das Schutzobjekt	76

Anlagenverzeichnis

A 1	Lageplan Helmste
A 2	Lageplan Brest
A 3	Lageplan Dipshorn Mitte
A 4	Lageplan Quelkhorn
A 5	Lageplan Oyten-Bassen-West
A 6	Windverteilung
A 7	Station AP Klein Reith - Gefährdung durch Abwurf von 30-%-Rotorblatt durch WEA 17
A 8	Station AP Klein Reith - Gefährdung durch Abwurf von Tip durch WEA 17
A 9	Station AP Vorwerk - Gefährdung durch Abwurf von 30-%-Rotorblatt durch WEA 2
A 10	ETL 182 bei Helmste - Gefährdung durch Abwurf von 30-%-Rotorblatt durch WEA 2
A 11	ETL 182 bei Brest - Gefährdung durch Abwurf von 30-%-Rotorblatt durch WEA 17
A 12	ETL 182 bei Dipshorn Mitte - Gefährdung durch Abwurf von 100-%-Rotorblatt durch WEA 6
A 13	ETL 182 bei Dipshorn Mitte - Gefährdung durch Abwurf von 30-%-Rotorblatt durch WEA 6
A 14	ETL 182 bei Quelkhorn - Gefährdung durch Abwurf von 100-%-Rotorblatt durch WEA 7
A 15	ETL 182 bei Quelkhorn - Gefährdung durch Abwurf von 30-%-Rotorblatt durch WEA 7
A 16	ETL 182 bei Quelkhorn - Gefährdung durch Abwurf von 100-%-Rotorblatt durch WEA 10
A 17	ETL 182 bei Oyten-Bassen-West - Gefährdung durch Abwurf von 100-%-Rotorblatt durch WEA 4

\\file\projekte_rw\2024\20624\01_1.Leistungsabruf_Windgutachten_ETL_182\02_Bericht\20624_Ga_R01.docx

20624

A 18 ETL 182 bei Oyten-Bassen-West - Gefährdung durch Abwurf von
100-%-Rotorblatt durch WEA 5

1. Vorgang und Zusammenfassung

1.1 Vorgang

Die ILF BERATENDE INGENIEURE GMBH (ILF) plant im Auftrag der Gasunie Deutschland GmbH & Co. KG (Gasunie) die Verlegung der Energietransportleitung (ETL) 182 von Elbe Süd / Steinkirchen nach Achim über eine Länge von ca. 86 km (Unterlage U 4). Entlang der Trasse quert bzw. tangiert die ETL 182 diverse Windparks. Außerdem plant die ILF die Errichtung von diversen Stationen (Absperr- und Abzweigarmaturengruppen), wobei sich zwei Stationen in der Nähe von Windparks befinden. Die Station „AP Klein Reith“ liegt in der Nähe der Ortschaft Brest und die Station „AP Vorwerk“ in der Nähe der Ortschaft Wilstedt. Die Energietransportleitung und die Stationen werden im Weiteren als Schutzobjekte bezeichnet, wobei es sich bei der Energietransportleitung um ein eingeardetes und bei den Stationen um oberirdische Schutzobjekte handelt. Im Folgenden werden die Gefährdungen der ETL 182 und der beiden Stationen infolge des Betriebes der bestehenden und 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 werden die Grenzwerte - die zulässigen Eintrittswahrscheinlichkeiten (zul Pf) - nach Unterlage U 1 zugrunde gelegt für:

- Station für Ferngasleitung:
zul Pf = $1,00 \cdot 10^{-6}$ Ereignisse pro Jahr und
- 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 – ent-

sprechend unserer Erfahrung und unter Verwendung interner Datenbanken sowie öffentlich zugänglichen 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 182 entlang der Trasse und der beiden Stationen infolge der vorgenannten Gefährdungspotenziale mit den angegebenen Grenzwerten zeigt, dass die Grenzwerte für die betrachteten WEA eingehalten werden.

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, 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 Eiskarte Deutschland, Quelle: Finnisches Meteorologisches Institut (FMI), Bengt Tammelin
- U 4 Allgemeine Projektbeschreibung, übermittelt per E-Mail durch ILF am 19.03.2024 und 22.04.2024
- U 5 Lageplan mit Kennzeichnung der Standorte und Daten der Windenergieanlagen und Lage der Stationen, übermittelt als SHP-Dateien durch ILF am 19.04.2024 und 25.09.2024
- U 6 Übersicht WEA und Windverteilung, interne Unterlage als Excel
- U 7 Kartenmaterial vom Bundesland Niedersachsen, online unter: [Bing Karten - Wegbeschreibungen, Reiseplanung, Verkehrskameras und mehr](#), letzter Aufruf: 23.04.2024; 10:08 Uhr
- U 8 Angaben zur ETL 182: „Anlage 4 Übersicht technische Daten“, übermittelt als PDF-Dokument durch ILF am 19.04.2024
- U 9 Protokoll des Ortstermins vom 30.05.2024, aufgestellt von der Dr.-Ing. Veenker Ingenieurgesellschaft mbH

3. Nachweiskonzept

3.1 Allgemeines

Die ETL 182 quert bzw. tangiert diverse Windparks. Für die Bewertung der Gefährdung der ETL 182 infolge der Näherung zu WEA wird zunächst geprüft, ob die jeweilige Konstellation zwischen den WEA aus Unterlage U 5 und der ETL 182 vom Generalgutachten (Unterlage U 1) abgedeckt ist. Insofern die Konstellation zwischen den WEA und der ETL 182 vom Generalgutachten abgedeckt ist, gilt, dass die vorliegende Gefährdung der ETL 182 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 182 vom Generalgutachten nicht abgedeckt ist, erfolgt die Ermittlung und Bewertung der Gefährdung im Rahmen einer Einzelfalluntersuchung. Wir haben die einzelnen Örtlichkeiten der WEA gemäß Unterlage U 5 mit öffentlich zugänglichem Kartenmaterial (Unterlage U 7) abgeglichen und sind bei Widersprüchen wie folgt verfahren:

- Weichen die Koordinaten gemäß Unterlage U 5 von der grafischen Darstellung vom Kartenmaterial (Unterlage U 7) ab, so haben wir den konservativen Fall bewertet.
- Existiert im Kartenmaterial (Unterlage U 7) zu den Koordinaten keine passende WEA, so haben wir diese Koordinaten gemäß Unterlage U 5 nicht weiter betrachtet.

Die Ermittlung der Abstände im Kartenmaterial (Unterlage U 7) 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.

Die Gefährdungen der Stationen werden im Rahmen einer eigenständigen Einzelfalluntersuchung ermittelt und bewertet.

3.2 Vorgehen

Die Untersuchung, ob die jeweiligen Konstellationen zwischen den WEA und der ETL 182 vom Generalgutachten abgedeckt sind, erfolgt in folgenden Schritten:

- 1) Mit Bezug auf die Trassierung haben wir - beginnend bei Elbe Süd / Steinkirchen - die WEA innerhalb der allgemeinen Unbedenklichkeitsgrenze von 995 m nach Örtlichkeiten gruppiert. Windenergieanlagen, deren Abstand 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 182 klassifiziert und diese hinsichtlich der klassenspezifischen Unbedenklichkeitsgrenze betrachtet. WEA, deren Abstand zur ETL 182 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 182 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 182

Gemäß den o. g. Ausführungen haben wir die Gefährdung der ETL 182 geprüft. Die jeweiligen Teilergebnisse sind nach Örtlichkeiten entlang der Trasse gruppiert und nachfolgenden tabelliert.

Trassenabschnitt	SP 12.500 bis 16.400	
Örtlichkeit/Bezeichnung	Deinste-Helmste	Helmste Repowering; Variante VII
WEA innerhalb der allgemeinen Unbedenklichkeitsgrenze	13 WEA	
WEA außerhalb der klassenspezifischen Unbedenklichkeitsgrenze	4 WEA	
WEA außerhalb des klassenspezifischen Mindestabstandswertes	3 WEA	6 WEA
Fazit	Es ist eine Einzelfallbetrachtung erforderlich. Die Konstellation ist durch das Generalgutachten <u>nicht</u> abgedeckt.	

\\file\projekte_rw\2024\20624\01_1.Leistungsabruf_Windgutachten_ETL_182\02_Bericht\20624_Ga_R01.docx

20624

Tabelle 1: SP 12.500 bis 16.400

Trassenabschnitt	SP 23.900 bis 26.000
Örtlichkeit/Bezeichnung	Brest II
WEA innerhalb der allgemeinen Unbedenklichkeitsgrenze	5 WEA
WEA außerhalb der klassenspezifischen Unbedenklichkeitsgrenze	0 WEA
WEA außerhalb des klassenspezifischen Mindestabstandswertes	5 WEA
Fazit	Es ist eine Einzelfallbetrachtung erforderlich. Die Konstellation ist durch das Generalgutachten <u>nicht</u> abgedeckt.

Tabelle 2: SP 23.900 bis 26.000

Trassenabschnitt	SP 34.200 bis SP 34.400
Örtlichkeit/Bezeichnung	Ohrel
WEA innerhalb der allgemeinen Unbedenklichkeitsgrenze	3 WEA
WEA außerhalb der klassenspezifischen Unbedenklichkeitsgrenze	0 WEA
WEA außerhalb des klassenspezifischen Mindestabstandswertes	3 WEA
Fazit	Es ist keine weitere Betrachtung erforderlich. Die Konstellation ist durch das Generalgutachten abgedeckt.

Tabelle 3: SP 34.200 bis SP 34.400

Trassenabschnitt	SP 62.900 bis SP 64.700
Örtlichkeit/Bezeichnung	Dipshorn Mitte
WEA innerhalb der allgemeinen Unbedenklichkeitsgrenze	11 WEA
WEA außerhalb der klassenspezifischen Unbedenklichkeitsgrenze	1 WEA
WEA außerhalb des klassenspezifischen Mindestabstandswertes	11 WEA
Fazit	Es ist eine Einzelfallbetrachtung erforderlich. Die Konstellation ist durch das Generalgutachten <u>nicht</u> abgedeckt.

Tabelle 4: SP 62.900 bis SP 64.700

Trassenabschnitt	SP 68.400 bis 69.600		
Örtlichkeit/Bezeichnung	Buchholz / Vorwerk	Quelkhorn	Quelkhorn II
WEA innerhalb der allgemeinen Unbedenklichkeitsgrenze	6 WEA		
WEA außerhalb der klassenspezifischen Unbedenklichkeitsgrenze	0 WEA		
WEA außerhalb des klassenspezifischen Mindestabstandswertes	3 WEA	1 WEA	2 WEA
Fazit	Es ist eine Einzelfallbetrachtung erforderlich. Die Konstellation ist durch das Generalgutachten <u>nicht</u> abgedeckt.		

Tabelle 5: SP 68.400 bis SP 69.600

Trassenabschnitt	SP 78.400 bis SP 78.900
Örtlichkeit/Bezeichnung	Oyten-Bassen-West
WEA innerhalb der allgemeinen Unbedenklichkeitsgrenze	4 WEA
WEA außerhalb der klassenspezifischen Unbedenklichkeitsgrenze	0 WEA
WEA außerhalb des klassenspezifischen Mindestabstandswertes	4 WEA
Fazit	Es ist eine Einzelfallbetrachtung erforderlich. Die Konstellation ist durch das Generalgutachten <u>nicht</u> abgedeckt.

Tabelle 6: SP 78.400 bis SP 78.900

Trassenabschnitt	SP 82.800 bis SP 84.000
Örtlichkeit/Bezeichnung	Achim-Embsen
WEA innerhalb der allgemeinen Unbedenklichkeitsgrenze	4 WEA
WEA außerhalb der klassenspezifischen Unbedenklichkeitsgrenze	1 WEA
WEA außerhalb des klassenspezifischen Mindestabstandswertes	3 WEA
Fazit	Es ist keine weitere Betrachtung erforderlich. Die Konstellation ist durch das Generalgutachten abgedeckt.

Tabelle 7: SP 82.800 bis SP 84.000

Zusammenfassend haben wir entlang der Trasse ETL 182 an fünf Örtlichkeiten Konstellationen zwischen den WEA und der ETL 182 festgestellt, die durch das Generalgutachten nicht abgedeckt sind. Diese fünf Konstellationen werden im Folgenden im Rahmen von Einzelfallbetrachtungen untersucht.

Hierbei handelt es sich um folgende Konstellationen bzw. Örtlichkeiten:

- a) SP 12.500 bis SP 16.400: Helmste (Anlage A 1),
- b) SP 23.900 bis SP 26.000: Brest (Anlage A 2),
- c) SP 62.900 bis SP 64.700: Dipshorn Mitte (Anlage A 3),
- d) SP 68.400 bis SP 69.600: Quelkhorn (Anlage A 4) und
- e) SP 78.400 bis SP 78.900: Oyten-Bassen-West (Anlage A 5).

Für alle weitere Konstellationen bzw. Örtlichkeiten bedarf es keiner weiteren Betrachtung, denn sie sind durch das Generalgutachten abgedeckt und somit zulässig.

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 182 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 den Schutzobjekten

Die für die Bewertung der Gefährdung relevanten Daten der ETL 182 sind der Unterlage U 8 entnommen und nachfolgend tabelliert.

Parameter	Schutzobjekt		
	Trasse	Station	
Bezeichnung	ETL 182	AP Klein Reith	AP Vorwerk
Betreiber	Gasunie Deutschland GmbH & Co. KG		
Art des Schutzobjektes	eingeardet	oberirdisch	oberirdisch
Medium	Erdgas	Erdgas	Erdgas
Durchmesser (DN)	1400	-	-
Nennndruck (PN)	84 bar	-	-
Fläche (inkl. Stellflächen)	-	500 m ²	500 m ²

Tabelle 8: Daten zu den Schutzobjekten

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 182 bzw. zu den Stationen tabelliert.

Weitere Details zur Abstandsermittlung sind in Kapitel 3.4 vermerkt.

Windenergieanlage	TYP	Abstand WEA – Schutzobjekt [m]
WEA 1	TYP 1	719
WEA 2*		342
WEA 3		891
WEA 6		871
WEA 7		436
WEA 11		808
WEA 4	TYP 2	707
WEA 5		955
WEA 8*		556
WEA 9		809
WEA 10		914
WEA 12		610
WEA 13		654
* = Referenz-WEA des jeweiligen WEA-Typs (gem. Kapitel 3.4)		

Tabelle 9: Abstand WEA – ETL 182 bei Helmste

Windenergieanlage	TYP	Abstand WEA – Schutzobjekt [m]
WEA 17*	TYP 3	463
WEA 18		696
WEA 19		847
WEA 20		521
WEA 21		582
* = Referenz-WEA (gem. Kapitel 3.4)		

Tabelle 10: Abstand WEA – ETL 182 bei Brest

Windenergieanlage	TYP	Abstand WEA – Schutzobjekt [m]
WEA 17*	TYP 3	521
WEA 18		846
WEA 19		1.043
WEA 20		968
WEA 21		1.293
* = Referenz-WEA (gem. Kapitel 3.4)		

Tabelle 11: Abstand WEA – Station AP Klein Reith

\\file\projekte_rw\2024\20624\01_1.Leis
tungsabruf_Windgutachten_ETL_182\02
_Bericht\20624_Ga_R01.docx

20624

Windenergieanlage	TYP	Abstand WEA – Schutzobjekt [m]
WEA 1	TYP 1	345
WEA 2		281
WEA 3		116
WEA 4		570
WEA 5		765
WEA 6*		36
WEA 7		361
WEA 8		240
WEA 9		1.008
WEA 10		629
WEA 11		589
WEA 12		797
* = Referenz-WEA (gem. Kapitel 3.4)		

Tabelle 12: Abstand WEA – ETL 182 bei Dipshorn Mitte

Windenergieanlage	TYP	Abstand WEA – Schutzobjekt [m]
WEA 1	TYP 1	1.712
WEA 2*		782
WEA 3		872
WEA 4		1.281
WEA 5		1.855
WEA 6		1.277
WEA 7		1.172
WEA 8		1.637
WEA 9		1.922
WEA 10		1.569
WEA 11		1.888
WEA 12		2.215
* = Referenz-WEA (gem. Kapitel 3.4)		

Tabelle 13: Abstand WEA – Station AP Vorwerk

Windenergieanlage	TYP	Abstand WEA – Schutzobjekt [m]
WEA 7*	TYP 4	169
WEA 8		395
WEA 9		378
WEA 10*	TYP 5	107
WEA 11		318
WEA 12		244
* = Referenz-WEA des jeweiligen WEA-Typs (gem. Kapitel 3.4)		

Tabelle 14: Abstand WEA – ETL 182 bei Quelkhorn

Windenergieanlage	TYP	Abstand WEA – Schutzobjekt [m]
WEA 3	TYP 6	219
WEA 4*		72
WEA 5*	TYP 7	149
WEA 6		329
* = Referenz-WEA des jeweiligen WEA-Typs (gem. Kapitel 3.4)		

Tabelle 15: Abstand WEA – ETL 182 bei Oyten-Bassen-West

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.

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

- Station für Ferngasleitung
zul Pf = $1,00 \cdot 10^{-6}$ Ereignisse pro 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 zugänglichen Daten - angenommen bzw. im Rahmen eines Ortstermins protokolliert (Unterlage U 9). Nachfolgend werden die angenommenen Daten benannt und die Zulässigkeit der Annahme bewertet.

Gemäß Angaben der Unterlage U 6 und dem Generalgutachten (Unterlage U 1) gehen wir für die jeweilige Örtlichkeit von folgenden Charakteristika der WEA aus:

Parameter	TYP 1	TYP 2	TYP 3	TYP 4
Nabenhöhe	162,0 m	98,0 m	166,0 m	135,0 m
Rotordurchmesser	175,0 m	66,0 m	150,0 m	127,0 m
Neigung der Rotorachse	6°	4°	6°	5°
Rotorblattmasse	27.000 kg	4.200 kg	16.400 kg	24.408 kg
Rotorblattlänge	85,97 m	33,00 m	73,66 m	59,70 m
Maximale Drehzahl	8,75 min ⁻¹	22,0 min ⁻¹	12,0 min ⁻¹	11,2 min ⁻¹
Abschaltwindgeschwindigkeit	25,0 m/s	25,0 m/s	25,0 m/s	34,0 m/s
Maschinenhauslänge	19,85 m	11,60 m	17,44 m	18,88 m
Parameter	TYP 5	TYP 6	TYP 7	
Nabenhöhe	74,0 m	75,6 m	117 m	
Rotordurchmesser	53,0 m	48,0 m	66,0 m	
Neigung der Rotorachse	4°	4°	6°	
Rotorblattmasse	2.700 kg	2.000 kg	3.800 kg	
Rotorblattlänge	25,3 m	23,0 m	32,0 m	
Maximale Drehzahl	27,7 min ⁻¹	31,5 min ⁻¹	24,4 min ⁻¹	
Abschaltwindgeschwindigkeit	34,0 m/s	34,0 m/s	25,0 m/s	
Maschinenhauslänge	11,70 m	11,60 m	13,80 m	

Tabelle 16: Daten zu WEA

\\file\projekte_rw\2024\20624\01_1.Leistungsabruf_Windgutachten_ETL_182\02_Bericht\20624_Ga_R01.docx

20624

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

Windpark	WEA-Typ
Station AP Klein Reith	TYP 3
Station AP Vorwerk	TYP 1
ETL 182 bei Helmste	TYP 1 und TYP 2
ETL 182 bei Brest	TYP 3
ETL 182 bei Dipshorn Mitte	TYP 1
ETL 182 bei Quelkhorn	TYP 4 und TYP 5
ETL 182 bei Oyten-Bassen-West	TYP 6 und TYP 7

Tabelle 17: 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 (Weibull-Verteilung: $A = 8,26 \text{ m/s}$, $k = 2,4$) wurde aus einem internen Projekt von einem Windpark in der angrenzenden Gemeinde Langwedel übernommen (Unterlage U 6). Diese Annahme ist zulässig, da keine signifikanten Abweichungen in der Verteilung der Windgeschwindigkeiten und -richtungen bei aneinander grenzenden Gemeinden (ca. 20 km Abstand) zu erwarten sind. Die statistische Verteilung der Windrichtung ist in der Anlage A 6 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	8,75
TYP 2	25,0	22,0
TYP 3	25,0	12,0
TYP 4	34,0	11,2
TYP 5	34,0	27,7
TYP 6	34,0	31,5
TYP 7	25,0	24,4

Tabelle 18: Betriebsdaten der Windenergieanlagen für Gefährdung durch Rotorblattabwurf

Da es sich bei der ETL 182 um ein eingedetes Schutzobjekt handelt, besteht gemäß Ausführungen der Unterlage U 1 keine Gefährdung infolge eines möglichen Abwurfs von Rotorblattspitzen (Tip) sowie von Rotorblatttrümmern (30%-Rotorblatt) von Windenergieanlagen mit einer Gesamtrotorblattmasse von weniger als 15 t. Demnach erfolgt bei der Bewertung der Gefährdung der ETL 182 bei TYP 2, TYP 5, TYP 6 und TYP 7 keine Berücksichtigung des Abwurfs von Rotorblatttrümmern (30%-Rotorblatt).

4.6 Ergänzende Angaben zum Eisansatz

4.6.1 Allgemeines

Bei der ETL 182 handelt es sich um ein eingearbeitetes Schutzobjekt. Gemäß Ausführungen der Unterlage U 1 besteht für eingearbeitete Schutzobjekte keine Gefährdung infolge von Abwurf und Fall von Eisfragmenten.

Bei den Stationen AP Klein Reith und AP Vorwerk wird die Gefährdung durch Abwurf und Fall von Eisfragmenten berücksichtigt.

4.6.2 Zuordnung zur Eiskarte

Der Unterlage U 3 ist zu entnehmen, dass für den Standort eine leichte Vereisung zu erwarten ist. Den Berechnungen ist der Maximalwert von sieben Eistagen zugrunde gelegt.

4.6.3 Betriebsparameter bei Abwurf von Eisfragmenten

Für die Bewertung des Risikos infolge von Abwurf von Eisfragmenten wird angenommen, dass dies bei unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten stattfindet. In den Berechnungen werden Windgeschwindigkeiten von 5 m/s bis 20 m/s angesetzt. Diese Windgeschwindigkeiten sind repräsentativ. Die bei den Windgeschwindigkeiten vorliegenden Drehzahlen sind in Tabelle 19 zusammengestellt.

Windgeschwindigkeit [m/s]	Drehzahl [min ⁻¹]	
	TYP 1	TYP 3
5	4,59	6,48
10	7,36	10,42
15	8,75	12,0
20	8,75	12,0

Tabelle 19: Windgeschwindigkeiten und Drehzahlen bei WEA TYP 1 und TYP 3
– Abwurf von Eisfragmenten

Für die probabilistische Bewertung wird die statistische Verteilung der Windgeschwindigkeit zugrunde gelegt.

4.6.4 Betriebsparameter bei Fall von Eisfragmenten

Für die Bewertung der Gefährdung infolge des Falls von Eisfragmenten wird vorausgesetzt, dass dieser während des Auftretens hoher Windgeschwindigkeiten und im Trudelbetrieb stattfindet. Es wird der ungünstige Fall für die WEA-Typen angenommen.

Windgeschwindigkeit [m/s]	Drehzahl [min ⁻¹]	
	TYP 1	TYP 3
20,0	1,5	2,0

Tabelle 20: Windgeschwindigkeiten und Drehzahlen bei WEA TYP 1 und TYP 3
– 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. Station AP Klein Reith

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 und Tip) sind für den WEA TYP 3 nachfolgend dargestellt.

Max. Wurfweiten [m]		
100-%-RB	30-%-RB	Tip
293	932	524

Tabelle 21: Station AP Klein Reith - 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 17, WEA 18, WEA 19, WEA 20 und WEA 21 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.

6.1.1.2 Abwurf von Rotorblattteilen

Die Abstände (Kapitel 4.2) zwischen dem Schutzobjekt und den Windenergieanlagen WEA 19, WEA 20 und WEA 21 des Windparks sind höher als die maximal zu berücksichtigenden Wurfweiten von Rotorblattteilen (30-%-RB, Kapitel 6.1.1), sodass aus dem Betrieb dieser WEA keine Gefährdung für das Schutzobjekt resultiert. Dementsprechend sind WEA 17 bis WEA 18 zu berücksichtigen.

Die Abstände (Kapitel 4.2) zwischen dem Schutzobjekt und den Windenergieanlagen WEA 18, WEA 19, WEA 20 und WEA 21 des Windparks sind höher als die maximal zu berücksichtigenden Wurfweiten von Rotorblattteilen (Tip, Kapitel 6.1.1), sodass aus dem Betrieb dieser WEA keine Gefährdung für das Schutzobjekt resultiert. Dementsprechend ist die WEA 17 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 sonstige Einflüsse.

Als Referenz wird die nächststehende WEA 17 vom TYP 3 gewählt.

Die Detailergebnisse zur Bewertung der Gefährdung des Schutzobjektes durch die Referenz-WEA 17 sind im Kapitel 6.1.3 zusammengestellt.

Für die WEA 17 sind in der Anlage A 7 die grafischen Auswertungen für die Ermittlung des Abwurfs vom 30-%-Rotorblatt und in der Anlage A 8 der Abwurf von Tip dargestellt.

6.1.3 Auswertung

Im Nachfolgenden sind die Ergebnisse der Gefährdung des Schutzobjektes infolge Abwurfs von Rotorblattteilen (30-%-RB und Tip) für die WEA 17 zusammengestellt.

WEA 17	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignis/Jahr]	
	30-%-RB	Tip
Pf1	$7,00 \cdot 10^{-5}$	$1,40 \cdot 10^{-4}$
Pf2	$3,13 \cdot 10^{-1}$	$1,73 \cdot 10^{-1}$
Pf3	$1,45 \cdot 10^{-3}$	$5,13 \cdot 10^{-5}$
Pf4	$1,00 \cdot 10^0$	$1,00 \cdot 10^0$
nPf	$3,17 \cdot 10^{-8}$	$1,24 \cdot 10^{-9}$
$\sum Pf$	$3,29 \cdot 10^{-8}$	

Tabelle 22: Station AP Klein Reith - Gefährdung infolge Abwurfs von Rotorblattteilen

Die Gesamtbewertung erfolgt im Kapitel 6.4.

6.2 Bewertung der Gefährdung durch Fall und Abwurf von Eisfragmenten

6.2.1 Wurf- und Fallweiten von Eisfragmenten

Die Wurf- und Fallweiten von Eisfragmenten sind für den WEA TYP 3 nachfolgend dargestellt.

Max. Wurfweiten [m]				
Eisabwurf bei Windgeschwindigkeiten				Eisfall
20 m/s	15 m/s	10 m/s	5 m/s	
316	274	258	184	202

Tabelle 23: Station AP Klein Reith - Wurf- und Fallweiten von Eisfragmenten

6.2.1.1 Abwurf von Eisfragmenten

Die Abstände (Kapitel 4.2) zwischen dem Schutzobjekt und den Windenergieanlagen WEA 17, WEA 18, WEA 19, WEA 20 und WEA 21 des Windparks sind höher als die maximal zu berücksichtigenden Wurfweiten von Eisfragmenten (Kapitel 6.2.1), sodass aus dem Betrieb dieser WEA keine Gefährdung für das Schutzobjekt resultiert.

6.2.1.2 Fall von Eisfragmenten

Die Abstände (Kapitel 4.2) zwischen dem Schutzobjekt und den Windenergieanlagen WEA 17, WEA 18, WEA 19, WEA 20 und WEA 21 des Windparks sind höher als die maximal zu berücksichtigende Fallweite von Eisfragmenten (Kapitel 6.2.1), so dass aus dem Betrieb dieser WEA keine Gefährdung für das Schutzobjekt resultiert.

6.3 Bewertung der Gefährdung durch Abwurf des Maschinenhauses

6.3.1 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 folgender Wert.

WEA-Typ	Max. Wurfweite [m]
TYP 3	12,4

Tabelle 24: Station AP Klein Reith - Wurfweite bei Abwurf des Maschinenhauses

6.3.2 Auswertung für das oberirdische Schutzobjekt

Der maximalen Wurfweite für die Gefährdung eines oberirdischen Schutzobjektes (Station) durch ein am Maschinenhaus abstehendes Rotorblatt errechnet sich wie folgt. Der maximalen Wurfweite aus Kapitel 6.3.1 werden gemäß Unterlage U 1 die halbe Länge des Maschinenhauses und der halbe Rotordurchmesser hinzugerechnet. Mit einem Sicherheitszuschlag von 20 % ergibt sich der folgende Gefährdungsradius für Personen durch ein abgeworfenes Maschinenhaus mit abstehenden Rotorblättern.

WEA-Typ	Max. Gefährdungsradius [m]
TYP 3	115,3

Tabelle 25: Station AP Klein Reith - Gefährdungsradius bei Maschinenhausabwurf mit abstehendem Rotorblatt für das oberirdische Schutzobjekt

Der ermittelte Gefährdungsradius von 115,3 m ist kleiner als der in Kapitel 4.2 angegebene Abstand zwischen WEA 17 und dem Schutzobjekt, sodass eine Gefährdung infolge des Abwurfes des Maschinenhauses ausgeschlossen wird.

Die Gesamtbewertung erfolgt im Kapitel 6.4.

6.4 Gesamtbewertung

In der nachfolgenden Tabelle sind die Bewertungsergebnisse der Gesamtgefährdung des Schutzobjektes infolge Abwurfs von Rotorblattteilen (30-%-RB und Tip) der Referenz-WEA 17 zusammengestellt.

Ferner ist die ermittelte Gefährdung der WEA 17 als Referenz-WEA auf die weiteren zu berücksichtigenden 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 eines ganzen Rotorblattes (100-%-RB), Abwurfs des Maschinenhauses sowie Abwurfs und Falls von Eisfragmenten.

WEA-Bezeichnung		Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignisse/Jahr]	
		30-%-RB	Tip
WEA 17*	TYP 3	$3,17 \cdot 10^{-8}$	$1,24 \cdot 10^{-9}$
WEA 18		$3,17 \cdot 10^{-8}$	-
WEA 19		-	-
WEA 20		-	-
WEA 21		-	-
ΣPf (30-%-RB, Tip)		$6,34 \cdot 10^{-8}$	$1,24 \cdot 10^{-9}$
ΣPf (Windpark)		$6,46 \cdot 10^{-8}$	
* = Referenz-WEA			

Tabelle 26: Station AP Klein Reith - Gesamtgefährdung aller WEA für das Schutzobjekt

Gemäß den Ausführungen im Generalgutachten (Unterlage U 1) ist die tatsächlich gefährdete Fläche in Relation zur normierten Fläche (3.000 m²) zu berücksichtigen. In Abhängigkeit der jeweiligen Gefährdungen ergeben sich Faktoren:

- 30-%-RB: 0,2 und
- Tip: 0,1,

mit denen die Gefährdungen zu multiplizieren sind.

Es resultiert somit eine Gesamtgefährdung von

$$1,06 \cdot 10^{-8} \text{ Ereignissen/Jahr.}$$

Der Nachweis hat die Form:

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

$$\sum Pf = 1,06 \cdot 10^{-8} \text{ Ereignisse/Jahr}$$

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

$$1,06 \cdot 10^{-8} \text{ Ereignisse/Jahr} < 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr.}$$

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

Es sind keine Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

7. Station AP Vorwerk

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 und Tip) sind für den WEA TYP 1 nachfolgend dargestellt.

Max. Wurfweiten [m]		
100-%-RB	30-%-RB	Tip
299	884	489

Tabelle 27: Station AP Vorwerk - 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 bis WEA 12 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.

7.1.1.2 Abwurf von Rotorblattteilen

Die Abstände (Kapitel 4.2) zwischen dem Schutzobjekt und den Windenergieanlagen WEA 1, WEA 4 bis WEA 12 des Windparks sind höher als die maximal zu berücksichtigenden Wurfweiten von Rotorblattteilen (30-%-RB, Kapitel 7.1.1), sodass aus dem Betrieb dieser WEA keine Gefährdung für das Schutzobjekt resultiert. Dementsprechend sind WEA 2 und WEA 3 zu berücksichtigen.

Die Abstände (Kapitel 4.2) zwischen dem Schutzobjekt und den Windenergieanlagen WEA 1 bis WEA 12 des Windparks sind höher als die maximal zu berücksichtigenden Wurfweiten von Rotorblattteilen (Tip, Kapitel 7.1.1), sodass aus dem Betrieb dieser WEA keine Gefährdung für das Schutzobjekt resultiert.

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 sonstige Einflüsse.

Als Referenz wird die nächststehende WEA 2 vom TYP 1 gewählt.

Die Detailergebnisse zur Bewertung der Gefährdung des Schutzobjektes durch die Referenz-WEA 2 sind im Kapitel 7.1.3 zusammengestellt.

Für die WEA 2 sind in der Anlage A 9 die grafischen Auswertungen für die Ermittlung des Abwurfs vom 30-%-Rotorblatt dargestellt.

7.1.3 Auswertung

Im Nachfolgenden sind die Ergebnisse der Gefährdung des Schutzobjektes infolge Abwurfs von Rotorblattteilen (30-%-RB) für die WEA 2 zusammengestellt.

WEA 2	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignis/Jahr]
	30-%-RB
Pf1	$7,00 \cdot 10^{-5}$
Pf2	$1,63 \cdot 10^{-1}$
Pf3	$1,96 \cdot 10^{-3}$
Pf4	$1,00 \cdot 10^0$
nPf	$2,24 \cdot 10^{-8}$

Tabelle 28: Station AP Vorwerk - Gefährdung infolge Abwurfs von Rotorblattteilen

\\file\projekte_rw\2024\20624\01_1.Leistungsabruf_Windgutachten_ETL_182\02_Bericht\20624_Ga_R01.docx

20624

Die Gesamtbewertung erfolgt im Kapitel 7.4.

7.2 Bewertung der Gefährdung durch Fall und Abwurf von Eisfragmenten

7.2.1 Wurf- und Fallweiten von Eisfragmenten

Die Wurf- und Fallweiten von Eisfragmenten sind für den WEA TYP 1 nachfolgend dargestellt.

Max. Wurfweiten [m]				
Eisabwurf bei Windgeschwindigkeiten				Eisfall
20 m/s	15 m/s	10 m/s	5 m/s	
305	255	213	183	203

Tabelle 29: Station AP Vorwerk - Wurf- und Fallweiten von Eisfragmenten

7.2.1.1 Abwurf von Eisfragmenten

Die Abstände (Kapitel 4.2) zwischen dem Schutzobjekt und den Windenergieanlagen WEA 1 bis WEA 12 des Windparks sind höher als die maximal zu berücksichtigenden Wurfweiten von Eisfragmenten (Kapitel 7.2.1), sodass aus dem Betrieb dieser WEA keine Gefährdung für das Schutzobjekt resultiert.

7.2.1.2 Fall von Eisfragmenten

Die Abstände (Kapitel 4.2) zwischen dem Schutzobjekt und den Windenergieanlagen WEA 1 bis WEA 12 des Windparks sind höher als die maximal zu berücksichtigende Fallweite von Eisfragmenten (Kapitel 7.2.1), sodass aus dem Betrieb dieser WEA keine Gefährdung für das Schutzobjekt resultiert.

7.3 Bewertung der Gefährdung durch Abwurf des Maschinenhauses

7.3.1 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 folgender Wert.

WEA-Typ	Max. Wurfweite [m]
TYP 1	12,2

Tabelle 30: Station AP Vorwerk - Wurfweite bei Abwurf des Maschinenhauses

7.3.2 Auswertung für das oberirdische Schutzobjekt

Der maximalen Wurfweite für die Gefährdung eines oberirdischen Schutzobjektes (Station) durch ein am Maschinenhaus abstehendes Rotorblatt errechnet sich wie folgt. Der maximalen Wurfweite aus Kapitel 7.3.1 werden gemäß Unterlage U 1 die halbe Länge des Maschinenhauses und der halbe Rotordurchmesser hinzugegerechnet. Mit einem Sicherheitszuschlag von 20 % ergibt sich der folgende Gefährdungsradius für Personen durch ein abgeworfenes Maschinenhaus mit abstehenden Rotorblättern.

WEA-Typ	Max. Gefährdungsradius [m]
TYP 1	131,6

Tabelle 31: Station AP Vorwerk - Gefährdungsradius bei Maschinenhausabwurf mit abstehendem Rotorblatt für das oberirdische Schutzobjekt

Der ermittelte Gefährdungsradius von 131,6 m ist kleiner als der in Kapitel 4.2 angegebene Abstand zwischen WEA 2 und dem Schutzobjekt, sodass eine Gefährdung infolge des Abwurfes des Maschinenhauses ausgeschlossen wird.

Die Gesamtbewertung erfolgt im Kapitel 7.4.

7.4 Gesamtbewertung

In der nachfolgenden Tabelle sind die Bewertungsergebnisse der Gesamtgefährdung des Schutzobjektes infolge Abwurfs von Rotorblattteilen (30-%-RB) der Referenz-WEA 2 zusammengestellt.

Ferner ist die ermittelte Gefährdung der WEA 2 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 eines ganzen Rotorblattes (100-%-RB), Abwurfs von Rotorblattteilen (Tip), Abwurfs des Maschinenhauses sowie Abwurfs und Falls von Eisfragmenten.

WEA-Bezeichnung		Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignisse/Jahr]
		30-%-RB
WEA 1	TYP 1	-
WEA 2*		$2,24 \cdot 10^{-8}$
WEA 3		$2,24 \cdot 10^{-8}$
WEA 4		-
WEA 5		-
WEA 6		-
WEA 7		-
WEA 8		-
WEA 9		-
WEA 10		-
WEA 11		-
WEA 12		-
ΣPf (Windpark)		$4,47 \cdot 10^{-8}$
* = Referenz-WEA		

Tabelle 32: Station AP Vorwerk - Gesamtgefährdung aller WEA für das Schutzobjekt

Gemäß den Ausführungen im Generalgutachten (Unterlage U 1) ist die tatsächlich gefährdete Fläche in Relation zur normierten Fläche (3.000 m²) zu berücksichtigen. In Abhängigkeit der jeweiligen Gefährdungen ergibt sich der Faktor:

➤ 30-%-RB: 0,2,

mit dem die Gefährdungen zu multiplizieren sind.

Es resultiert somit eine Gesamtgefährdung von

$$7,45 \cdot 10^{-9} \text{ Ereignissen/Jahr.}$$

Der Nachweis hat die Form:

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

$$\sum P_f = 7,45 \cdot 10^{-9} \text{ Ereignisse/Jahr}$$

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

$$7,45 \cdot 10^{-9} \text{ Ereignisse/Jahr} < 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr.}$$

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

Es sind keine Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

8. ETL 182 bei Helmste

8.1 Bewertung der Gefährdung durch Rotorblattabwurf und Teilen davon

8.1.1 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 und den WEA-TYP 2 nachfolgend dargestellt.

WEA-Typ	Max. Wurfweiten [m]	
	100-%-RB	30-%-RB
TYP 1	231	864
TYP 2	134	Keine Signifikanz

Tabelle 33: WP bei Helmste - Gefährdungsradien für Rotorblatt und von Teilen davon

8.1.1.1 Abwurf ganzes Rotorblatt

Die Abstände (Kapitel 4.2) zwischen dem Schutzobjekt und den Windenergieanlagen (WEA-TYP 1) WEA 1, WEA 2, WEA 3, WEA 6, WEA 7 und WEA 11 des Windparks sind höher als die maximal zu berücksichtigenden Wurfweiten von Rotorblättern (Kapitel 8.1.1), sodass aus dem Betrieb dieser WEA keine Gefährdung für das Schutzobjekt resultiert.

Die Abstände (Kapitel 4.2) zwischen dem Schutzobjekt und den Windenergieanlagen (WEA-TYP 2) WEA 4, WEA 5, WEA 8, WEA 9, WEA 10, WEA 12 und WEA 13 des Windparks sind höher als die maximal zu berücksichtigenden Wurfweiten von Rotorblättern (Kapitel 8.1.1), sodass aus dem Betrieb dieser WEA keine Gefährdung für das Schutzobjekt resultiert.

8.1.1.2 Abwurf von Rotorblattteilen

Die Abstände (Kapitel 4.2) zwischen dem Schutzobjekt und den Windenergieanlagen (WEA-TYP 1) WEA 3 und WEA 6 des Windparks sind höher als die maximal zu

berücksichtigenden Wurfweiten von Rotorblattteilen (30-%-RB, Kapitel 8.1.1), so dass aus dem Betrieb dieser WEA keine Gefährdung für das Schutzobjekt resultiert. Dementsprechend sind WEA 1, WEA 2, WEA 7 und WEA 11 zu berücksichtigen.

8.1.2 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 wird die nächststehende WEA 2 vom TYP 1 gewählt.

Die Detailergebnisse zur Bewertung der Gefährdung des Schutzobjektes durch die Referenz-WEA 2 sind im Kapitel 8.1.3 zusammengestellt.

Für die WEA 2 sind in der Anlage A 10 die grafischen Auswertungen für die Ermittlung des Abwurfs von Rotorblattteilen (30-%-RB) dargestellt.

8.1.3 Auswertung

Im Nachfolgenden sind die Ergebnisse der Gefährdung des Schutzobjektes infolge Abwurfs von Rotorblattteilen (30-%-RB) für die WEA 2 zusammengestellt:

WEA 2	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignis/Jahr]
	30-%-RB
Pf1	$7,00 \cdot 10^{-5}$
Pf2	$8,53 \cdot 10^{-1}$
Pf3	$2,12 \cdot 10^{-3}$
Pf4	$6,67 \cdot 10^{-2}$
nPf	$8,43 \cdot 10^{-9}$

Tabelle 34: ETL 182 bei Helmste - Gefährdung infolge Abwurfs von Rotorblattteilen

Die Gesamtbewertung erfolgt im Kapitel 8.3.

8.2 Bewertung der Gefährdung durch Abwurf des Maschinenhauses

8.2.1 Wurfweite des Maschinenhauses

Die allgemeine Theorie zur Ermittlung der Wurfparabel bei Abwurf des Maschinenhauses ist in der Unterlage U 1 aufgezeigt. Es ergeben sich für die WEA-Typen folgende Werte.

WEA-Typ	Max. Wurfweite [m]
TYP 1	12,2
TYP 2	9,4

Tabelle 35: ETL 182 bei Helmste - Wurfweite bei Abwurf des Maschinenhauses

8.2.2 Auswertung für das eingearbeitete Schutzobjekt

8.2.2.1 Gefährdung durch ein abgeworfenes Maschinenhaus

Der maximalen Wurfweite aus Kapitel 8.2.1 werden die halbe Länge des Maschinenhauses und ein Sicherheitszuschlag von 2,00 m hinzugerechnet. Es ergeben sich für die zu untersuchenden WEA-Typen folgende Aufprallradien des Maschinenhauses.

WEA-Typ	Max. Aufprallradius [m]
TYP 1	24,2
TYP 2	17,3

Tabelle 36: ETL 182 bei Helmste - Aufprallradius bei Maschinenhausabwurf

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

8.2.2.2 Gefährdung durch abstehende Rotorblätter am abgeworfenen Maschinenhaus

Gemäß Ausführungen der Unterlage U 1 kann ein am abgeworfenen Maschinenhaus abstehendes Rotorblatt ein eingeordnetes Schutzobjekt treffen. Ausgehend von der in Kapitel 8.2.1 ermittelten Wurfweite werden die halbe Länge des Maschinenhauses und ein Viertel der Rotorblattlänge sowie ein Sicherheitszuschlag von 20 % hinzugerechnet. Es ergeben sich für die zu untersuchenden WEA-Typen folgende Gefährdungsradien.

WEA-Typ	Max. Gefährdungsradius [m]
TYP 1	79,1
TYP 2	38,1

Tabelle 37: ETL 182 bei Helmste - Gefährdungsradius bei Maschinenhausabwurf mit abstehendem Rotorblatt für das eingeordnete Schutzobjekt

Da die Abstände der jeweiligen WEA zum eingeordneten Schutzobjekt gemäß Kapitel 4.2 größer sind als die Gefährdungsradien, ist die Gefährdung des eingeordneten Schutzobjektes durch dieses Szenario ausgeschlossen.

8.3 Gesamtbewertung

In der nachfolgenden Tabelle sind die Bewertungsergebnisse der Gesamtgefährdung des Schutzobjektes infolge Abwurfs von Rotorblattteilen (30-%-RB) der Referenz-WEA 2 zusammengestellt.

Ferner ist die ermittelte Gefährdung der WEA 2 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 eines ganzen Rotorblattes (100-%-RB), Abwurfs von Rotorblattteilen (Tip), Abwurfs des Maschinenhauses sowie Abwurfs und Falls von Eisfragmenten.

WEA-Bezeichnung		Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignisse/Jahr]
		30-%-RB
WEA 1	TYP 1	$8,43 \cdot 10^{-9}$
WEA 2*		$8,43 \cdot 10^{-9}$
WEA 3		-
WEA 6		-
WEA 7		$8,43 \cdot 10^{-9}$
WEA 11		$8,43 \cdot 10^{-9}$
WEA 4	TYP 2	-
WEA 5		-
WEA 8*		-
WEA 9		-
WEA 10		-
WEA 12		-
WEA 13		-
ΣPf (Windpark)		$3,37 \cdot 10^{-8}$
* = Referenz-WEA des jeweiligen WEA-Typs		

Tabelle 38: ETL 182 bei Helmste - Gesamtgefährdung aller WEA für das Schutzobjekt

\\file\projekte_rw\2024\20624\01_1.Leistungsabruf_Windgutachten_ETL_182\02_Bericht\20624_Ga_R01.docx

20624

Gemäß den Ausführungen im Generalgutachten (Unterlage U 1) ist die tatsächlich gefährdete Länge des Schutzobjektes (innerhalb der maximalen Wurfweite, siehe Kapitel 8.1.1) zu berücksichtigen und in Relation zur normierten Länge (1.000 m) des Grenzwertes zu stellen.

In Abhängigkeit der Gefährdung ergibt sich der Faktor:

➤ 30-%-RB: 3,4,

mit dem die Gefährdung zu multiplizieren ist.

Es resultiert somit eine Gesamtgefährdung von

$1,13 \cdot 10^{-7}$ Ereignissen/Jahr · Kilometer.

Der Nachweis hat die Form:

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

$$\sum P_f = 1,13 \cdot 10^{-7} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{Kilometer}$$

$$\text{zul } P_f = 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{Kilometer}$$

$$1,13 \cdot 10^{-7} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{Kilometer} < 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{Kilometer.}$$

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

Es sind keine Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

9. ETL 182 bei Brest

9.1 Bewertung der Gefährdung durch Rotorblattabwurf und Teilen davon

9.1.1 Gefährdungsradien für Rotorblatt und Teilen davon

Die Gefährdungsradien eines ganzen Rotorblattes (100-%-RB) und von Teilen davon (30-%-RB) sind für den WEA TYP 3 nachfolgend dargestellt.

Max. Wurfweiten [m]	
100-%-RB	30-%-RB
235	915

Tabelle 39: ETL 182 bei Brest - Gefährdungsradien für Rotorblatt und von Teilen davon

9.1.1.1 Abwurf ganzes Rotorblatt

Die Abstände (Kapitel 4.2) zwischen dem Schutzobjekt und den Windenergieanlagen WEA 17, WEA 18, WEA 19, WEA 20 und WEA 21 des Windparks sind höher als die maximal zu berücksichtigenden Wurfweiten von Rotorblättern (Kapitel 9.1.1), sodass aus dem Betrieb dieser WEA keine Gefährdung für das Schutzobjekt resultiert.

9.1.1.2 Abwurf von Rotorblatteilen

Die Abstände (Kapitel 4.2) zwischen dem Schutzobjekt und den Windenergieanlagen WEA 17, WEA 18, WEA 19, WEA 20 und WEA 21 des Windparks sind kleiner als die maximal zu berücksichtigende Wurfweite von Rotorblatteilen (30-%-RB, Kapitel 9.1.1), sodass aus dem Betrieb dieser WEA eine Gefährdung für das Schutzobjekt resultiert. Dementsprechend sind diese WEA zu berücksichtigen.

9.1.2 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 wird die nächststehende WEA 17 vom TYP 3 gewählt.

Die Detailergebnisse zur Bewertung der Gefährdung des Schutzobjektes durch die Referenz-WEA 17 sind im Kapitel 9.1.3 zusammengestellt.

Für die WEA 17 sind in der Anlage A 11 die grafischen Auswertungen für die Ermittlung des Abwurfs vom 30-%-Rotorblatt dargestellt.

9.1.3 Auswertung

Im Nachfolgenden sind die Ergebnisse der Gefährdung des Schutzobjektes infolge Abwurfs von Rotorblattteilen (30-%-RB) für die WEA 17 zusammengestellt:

WEA 17	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignis/Jahr]
	30-%-RB
Pf1	$7,00 \cdot 10^{-5}$
Pf2	$6,47 \cdot 10^{-1}$
Pf3	$1,52 \cdot 10^{-3}$
Pf4	$6,67 \cdot 10^{-2}$
nPf	$4,58 \cdot 10^{-9}$

Tabelle 40: ETL 182 bei Brest - Gefährdung infolge Abwurfs von Rotorblattteilen

Die Gesamtbewertung erfolgt im Kapitel 9.3.

9.2 Bewertung der Gefährdung durch Abwurf des Maschinenhauses

9.2.1 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 folgender Wert.

WEA-Typ	Max. Wurfweite [m]
TYP 3	12,4

Tabelle 41: ETL 182 bei Brest - Wurfweite bei Abwurf des Maschinenhauses

9.2.2 Auswertung für das eingearbeitete Schutzobjekt

9.2.2.1 Gefährdung durch ein abgeworfenes Maschinenhaus

Der maximalen Wurfweite aus Kapitel 9.2.1 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 3	23,1

Tabelle 42: ETL 182 bei Brest - Aufprallradius bei Maschinenhausabwurf

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

9.2.2.2 Gefährdung durch abstehende Rotorblätter am abgeworfenen Maschinenhaus

Gemäß Ausführungen der Unterlage U 1 kann ein am abgeworfenen Maschinenhaus abstehendes Rotorblatt ein eingeordnetes Schutzobjekt treffen. Ausgehend von der in Kapitel 9.2.1 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 3	70,3

Tabelle 43: ETL 182 bei Brest - Gefährdungsradius bei Maschinenhausabwurf mit abstehendem Rotorblatt für das eingeordnete Schutzobjekt

Da die Abstände der jeweiligen WEA zum eingeordneten Schutzobjekt gemäß Kapitel 4.2 größer sind als der Gefährdungsradius, ist die Gefährdung des eingeordneten Schutzobjektes durch dieses Szenario ausgeschlossen.

9.3 Gesamtbewertung

In der nachfolgenden Tabelle sind die Bewertungsergebnisse der Gesamtgefährdung des Schutzobjektes infolge Abwurfs von Rotorblattteilen (30-%-RB) der Referenz-WEA 17 zusammengestellt.

Ferner ist die ermittelte Gefährdung der WEA 17 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 eines ganzen Rotorblattes (100-%-RB) und von Teilen davon (Tip), Abwurfs des Maschinenhauses sowie Abwurfs und Falls von Eisfragmenten.

WEA-Bezeichnung		Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignisse/Jahr]
		30-%-RB
WEA 17*	TYP 3	$4,58 \cdot 10^{-9}$
WEA 18		$4,58 \cdot 10^{-9}$
WEA 19		$4,58 \cdot 10^{-9}$
WEA 20		$4,58 \cdot 10^{-9}$
WEA 21		$4,58 \cdot 10^{-9}$
ΣPf (Windpark)		$2,29 \cdot 10^{-8}$
* = Referenz-WEA		

Tabelle 44: ETL 182 bei Brest - 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 9.1.1) zu berücksichtigen und in Relation zur normierten Länge (1.000 m) des Grenzwertes zu stellen.

In Abhängigkeit der Gefährdung ergibt sich der Faktor:

➤ 30-%-RB: 3,5,

mit dem die Gefährdung zu multiplizieren ist.

Es resultiert somit eine Gesamtgefährdung von

$7,92 \cdot 10^{-8}$ Ereignissen/Jahr · Kilometer.

Der Nachweis hat die Form:

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

$$\sum P_f = 7,92 \cdot 10^{-8} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{Kilometer}$$

$$\text{zul } P_f = 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{Kilometer}$$

$$7,92 \cdot 10^{-8} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{Kilometer} < 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{Kilometer.}$$

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

Es sind keine Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

10. ETL 182 bei Dipshorn Mitte

10.1 Bewertung der Gefährdung durch Rotorblattabwurf und Teilen davon

10.1.1 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
231	864

Tabelle 45: ETL 182 bei Dipshorn Mitte - Gefährdungsradien für Rotorblatt und von Teilen davon

10.1.1.1 Abwurf ganzes Rotorblatt

Die Abstände (Kapitel 4.2) zwischen dem Schutzobjekt und den Windenergieanlagen WEA 1 und WEA 2, WEA 4 und WEA 5, WEA 7 bis WEA 12 des Windparks sind höher als die maximal zu berücksichtigenden Wurfweiten von Rotorblättern (Kapitel 10.1.1), sodass aus dem Betrieb dieser WEA keine Gefährdung für das Schutzobjekt resultiert. Dementsprechend sind WEA 3 und WEA 6 zu berücksichtigen.

10.1.1.2 Abwurf von Rotorblattteilen

Der Abstand (Kapitel 4.2) zwischen dem Schutzobjekt und der Windenergieanlage WEA 9 des Windparks ist höher als die maximal zu berücksichtigende Wurfweite von Rotorblattteilen (30-%-RB, Kapitel 10.1.1), sodass aus dem Betrieb dieser WEA keine Gefährdung für das Schutzobjekt resultiert. Dementsprechend sind WEA 1 bis WEA 8 sowie WEA 10 bis WEA 12 zu berücksichtigen.

10.1.2 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 wird die nächststehende WEA 6 vom TYP 1 gewählt.

Die Detailergebnisse zur Bewertung der Gefährdung des Schutzobjektes durch die Referenz-WEA 6 sind im Kapitel 10.1.3 zusammengestellt.

Für die WEA 6 sind in der Anlage A 12 die grafischen Auswertungen für die Ermittlung des Abwurfs vom 100-%-Rotorblatt und in der Anlage A 13 der Abwurf vom 30-%-Rotorblatt dargestellt.

10.1.3 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	$1,40 \cdot 10^{-4}$	$7,00 \cdot 10^{-5}$
Pf2	$9,54 \cdot 10^{-1}$	$1,00 \cdot 10^0$
Pf3	$8,44 \cdot 10^{-3}$	$2,27 \cdot 10^{-3}$
Pf4	$6,67 \cdot 10^{-2}$	$6,67 \cdot 10^{-2}$
nPf	$7,52 \cdot 10^{-8}$	$1,06 \cdot 10^{-8}$
$\sum Pf$	$8,58 \cdot 10^{-8}$	

Tabelle 46: ETL 182 bei Dipshorn Mitte - Gefährdung infolge Abwurfs von Rotorblattteilen

Die Gesamtbewertung erfolgt im Kapitel 10.3.

10.2 Bewertung der Gefährdung durch Abwurf des Maschinenhauses

10.2.1 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 folgender Wert.

WEA-Typ	Max. Wurfweite [m]
TYP 1	12,2

Tabelle 47: ETL 182 bei Dipshorn Mitte - Wurfweite bei Abwurf des Maschinenhauses

10.2.2 Auswertung für das eingearbeitete Schutzobjekt

10.2.2.1 Gefährdung durch ein abgeworfenes Maschinenhaus

Der maximalen Wurfweite aus Kapitel 10.2.1 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	24,2

Tabelle 48: ETL 182 bei Dipshorn Mitte - Aufprallradius bei Maschinenhausabwurf

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

10.2.2.2 Gefährdung durch abstehende Rotorblätter am abgeworfenen Maschinenhaus

Gemäß Ausführungen der Unterlage U 1 kann ein am abgeworfenen Maschinenhaus abstehendes Rotorblatt ein eingeordnetes Schutzobjekt treffen. Ausgehend von der in Kapitel 10.2.1 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	79,1

Tabelle 49: ETL 182 bei Dipshorn Mitte - Gefährdungsradius bei Maschinenhausabwurf mit abstehendem Rotorblatt für das eingeordnete Schutzobjekt

Aus dem Abgleich der Abstände der jeweiligen WEA zum eingeordneten Schutzobjekt gemäß Kapitel 4.2 ergibt sich eine grundsätzliche Gefährdung für die ETL 182 durch die WEA 6.

10.2.2.3 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.

10.2.2.4 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	$9,00 \cdot 10^{-5}$
Pf2	$1,00 \cdot 10^0$
Pf3	$2,15 \cdot 10^{-2}$
Pf4	$1,00 \cdot 10^{-1}$
nPf	$1,94 \cdot 10^{-7}$

Tabelle 50: ETL 182 bei Dipshorn Mitte - Eintrittswahrscheinlichkeit bei Maschinenhausabwurf mit abstehendem Rotorblatt für das Schutzobjekt

Die Gesamtbewertung erfolgt im Kapitel 10.3.

10.3 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 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 1	-	$1,06 \cdot 10^{-8}$	-
WEA 2		-	$1,06 \cdot 10^{-8}$	-
WEA 3		$7,52 \cdot 10^{-8}$	$1,06 \cdot 10^{-8}$	-
WEA 4		-	$1,06 \cdot 10^{-8}$	-
WEA 5		-	$1,06 \cdot 10^{-8}$	-
WEA 6*		$7,52 \cdot 10^{-8}$	$1,06 \cdot 10^{-8}$	$1,94 \cdot 10^{-7}$
WEA 7		-	$1,06 \cdot 10^{-8}$	-
WEA 8		-	$1,06 \cdot 10^{-8}$	-
WEA 9		-	-	-
WEA 10		-	$1,06 \cdot 10^{-8}$	-
WEA 11		-	$1,06 \cdot 10^{-8}$	-
WEA 12		-	$1,06 \cdot 10^{-8}$	-
ΣPf (100-%-RB, 30-%-RB, MH)		$1,50 \cdot 10^{-7}$	$1,16 \cdot 10^{-7}$	$1,94 \cdot 10^{-7}$
ΣPf (Windpark)		$4,60 \cdot 10^{-7}$		
* = Referenz-WEA				

Tabelle 51: ETL 182 bei Dipshorn Mitte - Gesamtgefährdung aller WEA für das Schutzobjekt

\\file\projekte_rw\2024\20624\01_1.Leistungsabruf_Windgutachten_ETL_182\02_Bericht\20624_Ga_R01.docx

20624

Gemäß den Ausführungen im Generalgutachten (Unterlage U 1) ist die tatsächlich gefährdete Länge des Schutzobjektes (innerhalb der maximalen Wurfweite, siehe Kapitel 10.1.1 und 10.2.1) 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: 0,9,
- 30-%-RB: 3,0 und
- MH: 0,15,

mit denen die Gefährdung zu multiplizieren ist.

Es resultiert somit eine Gesamtgefährdung von

$$5,13 \cdot 10^{-7} \text{ Ereignissen/Jahr} \cdot \text{Kilometer.}$$

Der Nachweis hat die Form:

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

$$\begin{aligned} \sum P_f &= 5,13 \cdot 10^{-7} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{Kilometer} \\ \text{zul } P_f &= 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{Kilometer} \end{aligned}$$

$$5,13 \cdot 10^{-7} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{Kilometer} < 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{Kilometer.}$$

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

Es sind keine Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

11. ETL 182 bei Quelkhorn

11.1 Bewertung der Gefährdung durch Rotorblattabwurf und Teilen davon

11.1.1 Gefährdungsradien für Rotorblatt und Teilen davon

Die Gefährdungsradien eines ganzen Rotorblattes (100-%-RB) und von Teilen davon (30-%-RB) sind für die WEA vom TYP 4 und TYP 5 nachfolgend dargestellt.

WEA-Typ	Max. Wurfweiten [m]	
	100-%-RB	30-%-RB
TYP 4	224	778
TYP 5	143	Keine Signifikanz

Tabelle 52: ETL 182 bei Quelkhorn - Gefährdungsradien für Rotorblatt und von Teilen davon

11.1.1.1 Abwurf ganzes Rotorblatt

Die Abstände (Kapitel 4.2) zwischen dem Schutzobjekt und den Windenergieanlagen (WEA-TYP 4) WEA 8 und WEA 9 des Windparks sind höher als die maximal zu berücksichtigende Wurfweite von Rotorblättern (Kapitel 11.1.1), sodass aus dem Betrieb dieser WEA keine Gefährdung für das Schutzobjekt resultiert. Dementsprechend ist die WEA 7 zu berücksichtigen.

Die Abstände (Kapitel 4.2) zwischen dem Schutzobjekt und den Windenergieanlagen (WEA-TYP 5) WEA 11 und WEA 12 des Windparks sind höher als die maximal zu berücksichtigende Wurfweite von Rotorblättern (Kapitel 11.1.1), sodass aus dem Betrieb dieser WEA keine Gefährdung für das Schutzobjekt resultiert. Dementsprechend ist die WEA 10 zu berücksichtigen.

11.1.1.2 Abwurf von Rotorblattteilen

Die Abstände (Kapitel 4.2) zwischen dem Schutzobjekt und den Windenergieanlagen WEA 7, WEA 8 und WEA 9 des Windparks sind kleiner als die maximal zu berücksichtigende Wurfweite von Rotorblattteilen (30-%-RB, Kapitel 11.1.1), sodass

aus dem Betrieb dieser WEA eine Gefährdung für das Schutzobjekt resultiert. Dementsprechend sind diese WEA zu berücksichtigen.

11.1.2 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 wird die nächststehende WEA 7 vom TYP 4 und die WEA 10 vom TYP 5 gewählt.

Die Detailergebnisse zur Bewertung der Gefährdung des Schutzobjektes durch die Referenz-WEA 7 und WEA 10 sind im Kapitel 11.1.3 zusammengestellt.

Für die WEA 7 sind in der Anlage A 14 die grafischen Auswertungen für die Ermittlung des Abwurfs vom 100-%-Rotorblatt und in der Anlage A 15 der Abwurf vom 30-%-Rotorblatt dargestellt.

Für die WEA 10 sind in der Anlage A 16 die grafischen Auswertungen für die Ermittlung des Abwurfs vom 100-%-Rotorblatt dargestellt.

11.1.3 Auswertung

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

\\file\projekte_rw\2024\20624\01_1.Leistungsabruf_Windgutachten_ETL_182\02_Bericht\20624_Ga_R01.docx

20624

WEA 7	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignis/Jahr]	
	100-%-RB	30-%-RB
Pf1	$1,40 \cdot 10^{-4}$	$7,00 \cdot 10^{-5}$
Pf2	$5,08 \cdot 10^{-1}$	$9,61 \cdot 10^{-1}$
Pf3	$5,54 \cdot 10^{-3}$	$2,48 \cdot 10^{-3}$
Pf4	$6,67 \cdot 10^{-2}$	$6,67 \cdot 10^{-2}$
nPf	$2,63 \cdot 10^{-8}$	$1,11 \cdot 10^{-8}$
$\sum Pf$	$3,74 \cdot 10^{-8}$	

Tabelle 53: ETL 182 bei Quelkhorn - Gefährdung infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes und von Teilen davon – TYP 4

WEA 10	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignis/Jahr]	
	100-%-RB	
Pf1	$1,40 \cdot 10^{-4}$	
Pf2	$5,68 \cdot 10^{-1}$	
Pf3	$1,10 \cdot 10^{-2}$	
Pf4	$6,67 \cdot 10^{-2}$	
nPf	$5,85 \cdot 10^{-8}$	

Tabelle 54: ETL 182 bei Quelkhorn - Gefährdung infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes – TYP 5

Die Gesamtbewertung erfolgt im Kapitel 11.3.

11.2 Bewertung der Gefährdung durch Abwurf des Maschinenhauses

11.2.1 Wurfweite des Maschinenhauses

Die allgemeine Theorie zur Ermittlung der Wurfparabel bei Abwurf des Maschinenhauses ist in der Unterlage U 1 aufgezeigt. Es ergeben sich für die WEA-Typen folgende Werte.

WEA-Typ	Max. Wurfweite [m]
TYP 4	11,1
TYP 5	8,1

Tabelle 55: ETL 182 bei Quelkhorn - Wurfweite bei Abwurf des Maschinenhauses

11.2.2 Auswertung für das eingeeordnete Schutzobjekt

11.2.2.1 Gefährdung durch ein abgeworfenes Maschinenhaus

Der maximalen Wurfweite aus Kapitel 11.2.1 werden die halbe Länge des Maschinenhauses und ein Sicherheitszuschlag von 2,00 m hinzugerechnet. Es ergeben sich für die zu untersuchenden WEA-Typen folgende Aufprallradien des Maschinenhauses.

WEA-Typ	Max. Aufprallradius [m]
TYP 4	22,6
TYP 5	16,0

Tabelle 56: ETL 182 bei Quelkhorn - Aufprallradius bei Maschinenhausabwurf

Gemäß Ausführungen 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 dem eingeeordneten Schutzobjekt gemäß Kapitel 4.2 größer sind als der Aufprallradius, ist die Gefährdung des eingeeordneten Schutzobjektes durch dieses Szenario ausgeschlossen.

11.2.2.2 Gefährdung durch abstehende Rotorblätter am abgeworfenen Maschinenhaus

Gemäß Ausführungen der Unterlage U 1 kann ein am abgeworfenen Maschinenhaus abstehendes Rotorblatt ein eingeeordnetes Schutzobjekt treffen. Ausgehend von der in Kapitel 11.2.1 ermittelten Wurfweite werden die halbe Länge des Maschinenhauses und ein Viertel der Rotorblattlänge sowie ein Sicherheitszuschlag

von 20 % hinzugerechnet. Es ergeben sich für die zu untersuchenden WEA-Typen folgende Gefährdungsradien.

WEA-Typ	Max. Gefährdungsradius [m]
TYP 4	62,8
TYP 5	32,7

Tabelle 57: ETL 182 bei Quelkhorn - Gefährdungsradius bei Maschinenhausabwurf mit abstehendem Rotorblatt für das eingearbeitete Schutzobjekt

Da die Abstände der jeweiligen WEA zum eingearbeiteten Schutzobjekt gemäß Kapitel 4.2 größer sind als der Gefährdungsradius, ist die Gefährdung des eingearbeiteten Schutzobjektes durch dieses Szenario ausgeschlossen.

11.3 Gesamtbewertung

In der nachfolgenden Tabelle sind die Bewertungsergebnisse der Gesamtgefährdung des Schutzobjektes infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes (100-%-RB) und von Teilen davon (30-%-RB) der Referenz-WEA 7 (WEA-TYP 4) und der Referenz-WEA 10 (WEA-TYP 5) zusammengestellt.

Ferner ist die ermittelte Gefährdung der WEA 7 und der WEA 10 jeweils 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 Abwurfs des Maschinenhauses sowie Abwurfs und Falls von Eisfragmenten.

WEA-Bezeichnung		Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignisse/Jahr]	
		100-%-RB	30-%-RB
WEA 7*	TYP 4	$2,63 \cdot 10^{-8}$	$1,11 \cdot 10^{-8}$
WEA 8		-	$1,11 \cdot 10^{-8}$
WEA 9		-	$1,11 \cdot 10^{-8}$
WEA 10*	TY 5	$5,85 \cdot 10^{-8}$	-
WEA 11		-	-
WEA 12		-	-
ΣPf (100-%-RB, 30-%-RB)		$8,47 \cdot 10^{-8}$	$3,34 \cdot 10^{-8}$
ΣPf (Windpark)		$1,18 \cdot 10^{-7}$	
* = Referenz-WEA des jeweiligen WEA-Typs			

Tabelle 58: ETL 182 bei Quelkhorn - 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 11.1.1) 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: 0,5 und
- 30-%-RB: 2,1,

mit denen die Gefährdung zu multiplizieren ist.

Es resultiert somit eine Gesamtgefährdung von

$1,15 \cdot 10^{-7}$ Ereignissen/Jahr · Kilometer.

Der Nachweis hat die Form:

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

$$\sum P_f = 1,15 \cdot 10^{-7} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{Kilometer}$$

$$\text{zul } P_f = 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{Kilometer}$$

$$1,15 \cdot 10^{-7} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{Kilometer} < 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{Kilometer.}$$

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

Es sind keine Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

12. ETL 182 bei Oyten-Bassen-West

12.1 Bewertung der Gefährdung durch Rotorblattabwurf und Teilen davon

12.1.1 Gefährdungsradien für Rotorblatt und Teilen davon

Die Gefährdungsradien eines ganzen Rotorblattes (100-%-RB) und von Teilen davon (30-%-RB) sind für die WEA vom TYP 6 und TYP 7 nachfolgend dargestellt.

WEA-Typ	Max. Wurfweiten [m]	
	100-%-RB	30-%-RB
TYP 6	143	Keine Signifikanz
TYP 7	156	Keine Signifikanz

Tabelle 59: ETL 182 bei Oyten-Bassen-West - Gefährdungsradien für Rotorblatt und von Teilen davon

12.1.2 Abwurf ganzes Rotorblatt

Der Abstand (Kapitel 4.2) zwischen dem Schutzobjekt und der Windenergieanlage (WEA-TYP 6) WEA 3 des Windparks ist höher als die maximal zu berücksichtigende Wurfweite von Rotorblättern (Kapitel 12.1.1), sodass aus dem Betrieb dieser WEA keine Gefährdung für das Schutzobjekt resultiert. Dementsprechend ist die WEA 4 zu berücksichtigen.

Der Abstand (Kapitel 4.2) zwischen dem Schutzobjekt und der Windenergieanlage (WEA-TYP 7) WEA 6 des Windparks ist höher als die maximal zu berücksichtigende Wurfweite von Rotorblättern (Kapitel 12.1.1), sodass aus dem Betrieb dieser WEA keine Gefährdung für das Schutzobjekt resultiert. Dementsprechend ist die WEA 5 zu berücksichtigen.

12.1.3 Berechnung der Gefährdung

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

\\file\projekte_rw\2024\20624\01_1.Leistungsabruf_Windgutachten_ETL_182\02_Bericht\20624_Ga_R01.docx

20624

- 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 wird die nächststehende WEA 4 vom TYP 6 und die WEA 5 vom TYP 7 gewählt.

Die Detailergebnisse zur Bewertung der Gefährdung des Schutzobjektes durch die Referenz-WEA 4 und 5 sind im Kapitel 12.1.4 zusammengestellt.

Für die WEA 4 sind in der Anlage A 17 und für die WEA 5 sind in der Anlage A 18 die grafischen Auswertungen für die Ermittlung des Abwurfs vom 100-%-Rotorblatt dargestellt.

12.1.4 Auswertung

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

WEA 4	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignis/Jahr]
	100-%-RB
Pf1	$1,40 \cdot 10^{-4}$
Pf2	$6,04 \cdot 10^{-1}$
Pf3	$1,12 \cdot 10^{-2}$
Pf4	$6,67 \cdot 10^{-2}$
nPf	$6,31 \cdot 10^{-8}$

Tabelle 60: ETL 182 bei Oyten-Bassen-West - Gefährdung infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes – TYP 6

WEA 5	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignis/Jahr]
	100-%-RB
Pf1	$1,40 \cdot 10^{-4}$
Pf2	$1,53 \cdot 10^{-1}$
Pf3	$3,50 \cdot 10^{-3}$
Pf4	$6,67 \cdot 10^{-2}$
nPf	$4,99 \cdot 10^{-9}$

Tabelle 61: ETL 182 bei Oyten-Bassen-West - Gefährdung infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes – TYP 7

Die Gesamtbewertung erfolgt im Kapitel 12.3.

12.2 Bewertung der Gefährdung durch Abwurf des Maschinenhauses

12.2.1 Wurfweite des Maschinenhauses

Die allgemeine Theorie zur Ermittlung der Wurfparabel bei Abwurf des Maschinenhauses ist in der Unterlage U 1 aufgezeigt. Es ergeben sich für die WEA-Typen folgende Werte.

WEA-Typ	Max. Wurfweite [m]
TYP 6	8,2
TYP 7	10,3

Tabelle 62: ETL 182 bei Oyten-Bassen-West - Wurfweite bei Abwurf des Maschinenhauses

12.2.2 Auswertung für das eingearbeitete Schutzobjekt

12.2.2.1 Gefährdung durch ein abgeworfenes Maschinenhaus

Der maximalen Wurfweite aus Kapitel 12.2.1 werden die halbe Länge des Maschinenhauses und ein Sicherheitszuschlag von 2,00 m hinzugerechnet. Es ergeben sich für die zu untersuchenden WEA-Typen folgende Aufprallradien des Maschinenhauses.

WEA-Typ	Max. Aufprallradius [m]
TYP 6	16,0
TYP 7	19,2

Tabelle 63: ETL 182 bei Oyten-Bassen-West - Aufprallradius bei Maschinenhausabwurf

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

12.2.2.2 Gefährdung durch abstehende Rotorblätter am abgeworfenen Maschinenhaus

Gemäß Ausführungen der Unterlage U 1 kann ein am abgeworfenen Maschinenhaus abstehendes Rotorblatt ein eingeordnetes Schutzobjekt treffen. Ausgehend von der in Kapitel 12.2.1 ermittelten Wurfweite werden die halbe Länge des Maschinenhauses und ein Viertel der Rotorblattlänge sowie ein Sicherheitszuschlag von 20 % hinzugerechnet. Es ergeben sich für die zu untersuchenden WEA-Typen folgende Gefährdungsradien.

WEA-Typ	Max. Gefährdungsradius [m]
TYP 6	31,2
TYP 7	40,5

Tabelle 64: ETL 182 bei Oyten-Bassen-West - Gefährdungsradius bei Maschinenhausabwurf mit abstehendem Rotorblatt für das eingeordnete Schutzobjekt

Da die Abstände der jeweiligen WEA zum eingeordneten Schutzobjekt gemäß Kapitel 4.2 größer sind als der Gefährdungsradius, ist die Gefährdung des eingeordneten Schutzobjektes durch dieses Szenario ausgeschlossen.

12.3 Gesamtbewertung

In der nachfolgenden Tabelle sind die Bewertungsergebnisse der Gesamtgefährdung des Schutzobjektes infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes (100-%-RB) der Referenz-WEA 4 (WEA-TYP 6) und der Referenz-WEA 5 (WEA-TYP 7) zusammengestellt.

Ferner ist die ermittelte Gefährdung der WEA 4 und der WEA 5 jeweils 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 (30-%-RB) und Abwurfs des Maschinenhauses sowie Abwurfs und Falls von Eisfragmenten.

WEA-Bezeichnung		Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignisse/Jahr]
		100-%-RB
WEA 3	TYP 6	-
WEA 4*		$6,31 \cdot 10^{-8}$
WEA 5*	TY 7	$4,99 \cdot 10^{-9}$
WEA 6		-
ΣPf (Windpark)		$6,81 \cdot 10^{-8}$
* = Referenz-WEA des jeweiligen WEA-Typs		

Tabelle 65: ETL 182 bei Oytten-Bassen-West - 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 12.1.1) zu berücksichtigen und in Relation zur normierten Länge (1.000 m) des Grenzwertes zu stellen.

In Abhängigkeit der Gefährdung ergibt sich der Faktor:

- 100-%-RB: 0,4,

mit dem die Gefährdung zu multiplizieren ist.

Es resultiert somit eine Gesamtgefährdung von

$$2,38 \cdot 10^{-8} \text{ Ereignissen/Jahr} \cdot \text{Kilometer.}$$

Der Nachweis hat die Form:

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

$$\sum P_f = 2,38 \cdot 10^{-8} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{Kilometer}$$

$$\text{zul } P_f = 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{Kilometer}$$

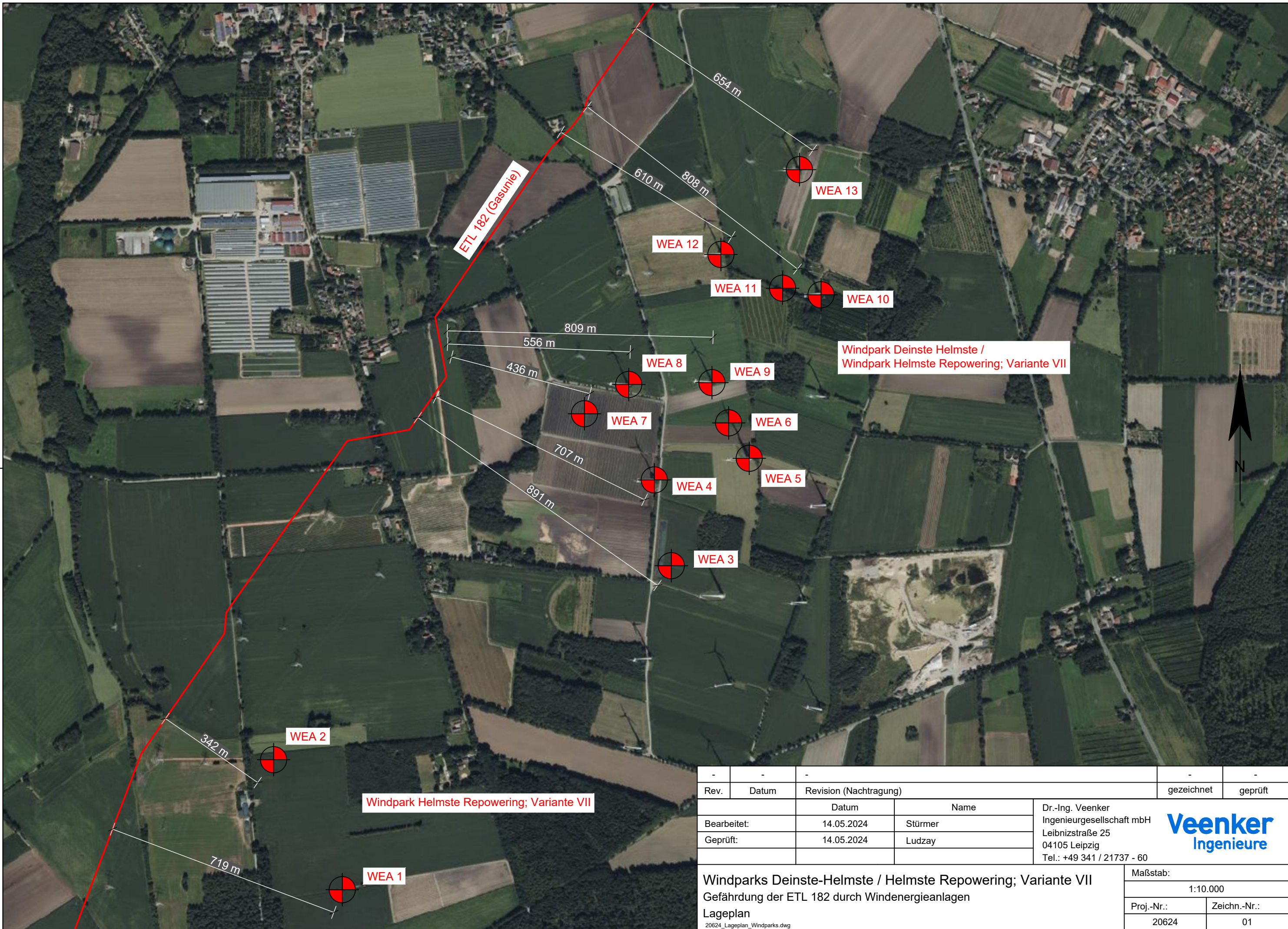
$$2,38 \cdot 10^{-8} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{Kilometer} < 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr} \cdot \text{Kilometer.}$$

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

Es sind keine Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

Anlage

A 1 Lageplan Helmste



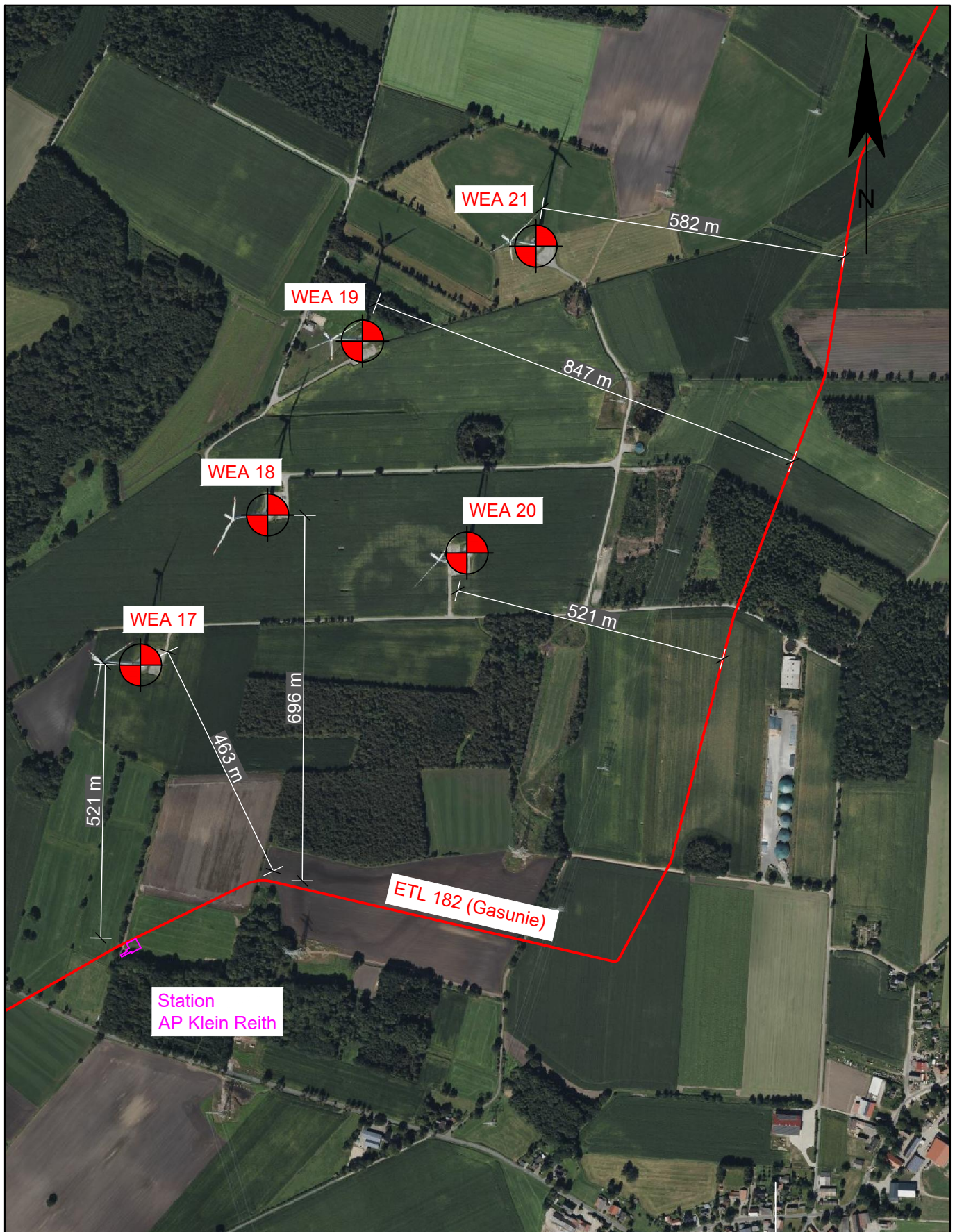
-	-	-	-	-
Rev.	Datum	Revision (Nachtragung)		gezeichnet
Bearbeitet:		Datum	Name	Dr.-Ing. Veenker Ingenieurgesellschaft mbH Leibnizstraße 25 04105 Leipzig Tel.: +49 341 / 21737 - 60
Geprüft:		14.05.2024	Stürmer	
		14.05.2024	Ludzay	
Windparks Deinste-Helmste / Helmste Repowering; Variante VII				Maßstab:
Gefährdung der ETL 182 durch Windenergieanlagen				1:10.000
Lageplan				Proj.-Nr.:
20624_Lageplan_Windparks.dwg				20624
				Zeichn.-Nr.:
				01



Anlage

A 2

Lageplan Brest



-	-	-		-	-	
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:		14.05.2024	Stürmer			
Geprüft:		14.05.2024	Ludzay			
Windpark Brest II Gefährdung der ETL 182 und der Station AP Klein Reith durch Windenergieanlagen Lageplan <small>20624_Lageplan_Windparks.dwg</small>				Maßstab:		
				1:10.000		
				Proj.-Nr.:		
				20624	01	

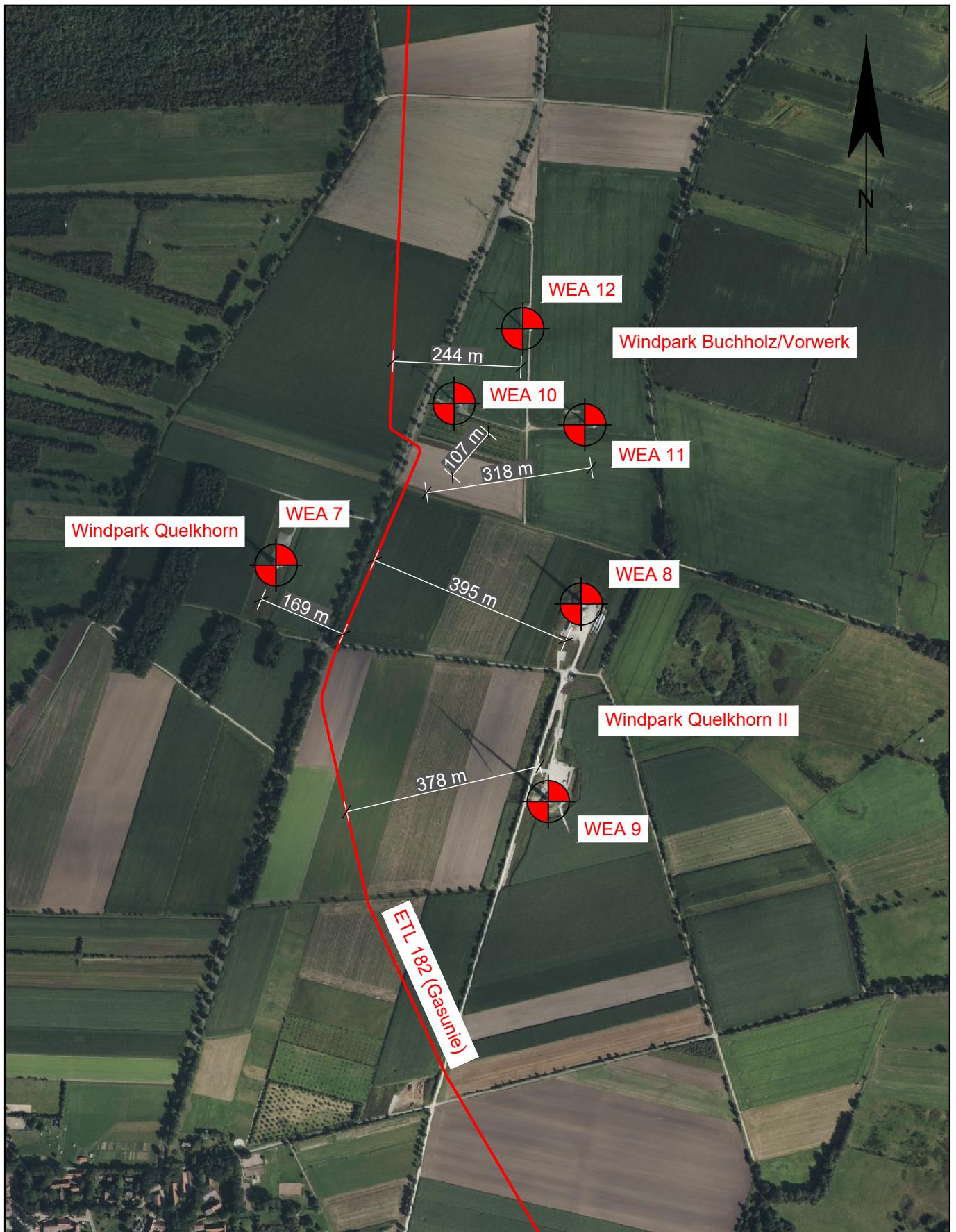
Dr.-Ing. Veenker
Ingenieurgesellschaft mbH
Leibnizstraße 25
04105 Leipzig
Tel.: +49 341 / 21737 - 60

Anlage

A 3 Lageplan Dipshorn Mitte

Anlage

A 4 Lageplan Quelkhorn



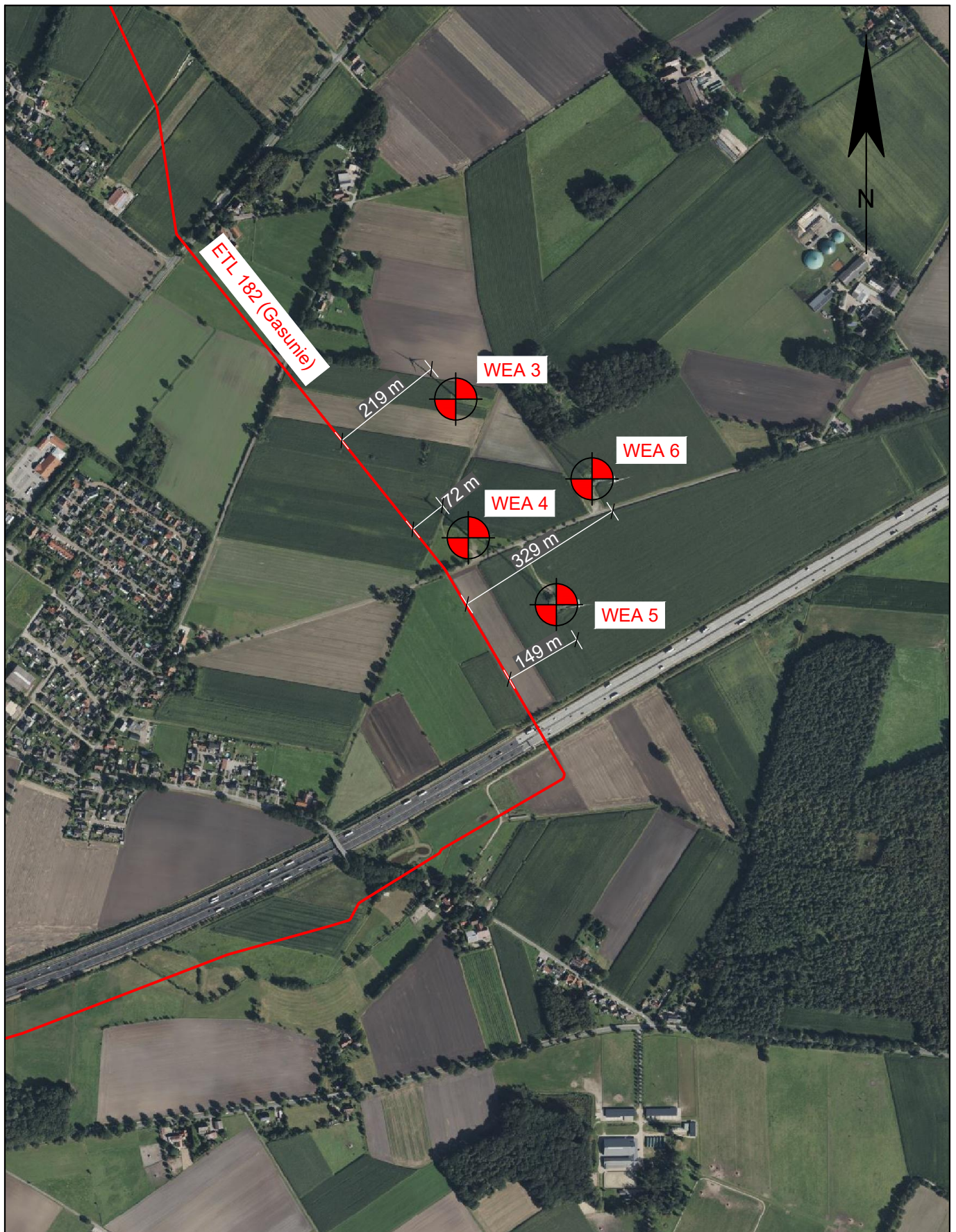
-	-	-	-	-
Rev.	Datum	Revision (Nachtragung)		gezeichnet
Bearbeitet:	14.05.2024	Datum	Name	Dr.-Ing. Veenker Ingenieurgesellschaft mbH Leibnizstraße 25 04105 Leipzig Tel.: +49 341 / 21737 - 60
Geprüft:	14.05.2024		Stürmer	
			Ludzay	
Windparks Quelkhorn, Quelkhorn II und Buchholz/Vorwerk Gefährdung der ETL 182 durch Windenergieanlagen Lageplan 20624_Lageplan_Windparks.dwg				Maßstab: 1:10.000 Proj.-Nr.: 20624
				01

Veenker
Ingenieure

Anlage

A 5

Lageplan Oyten-Bassen-West

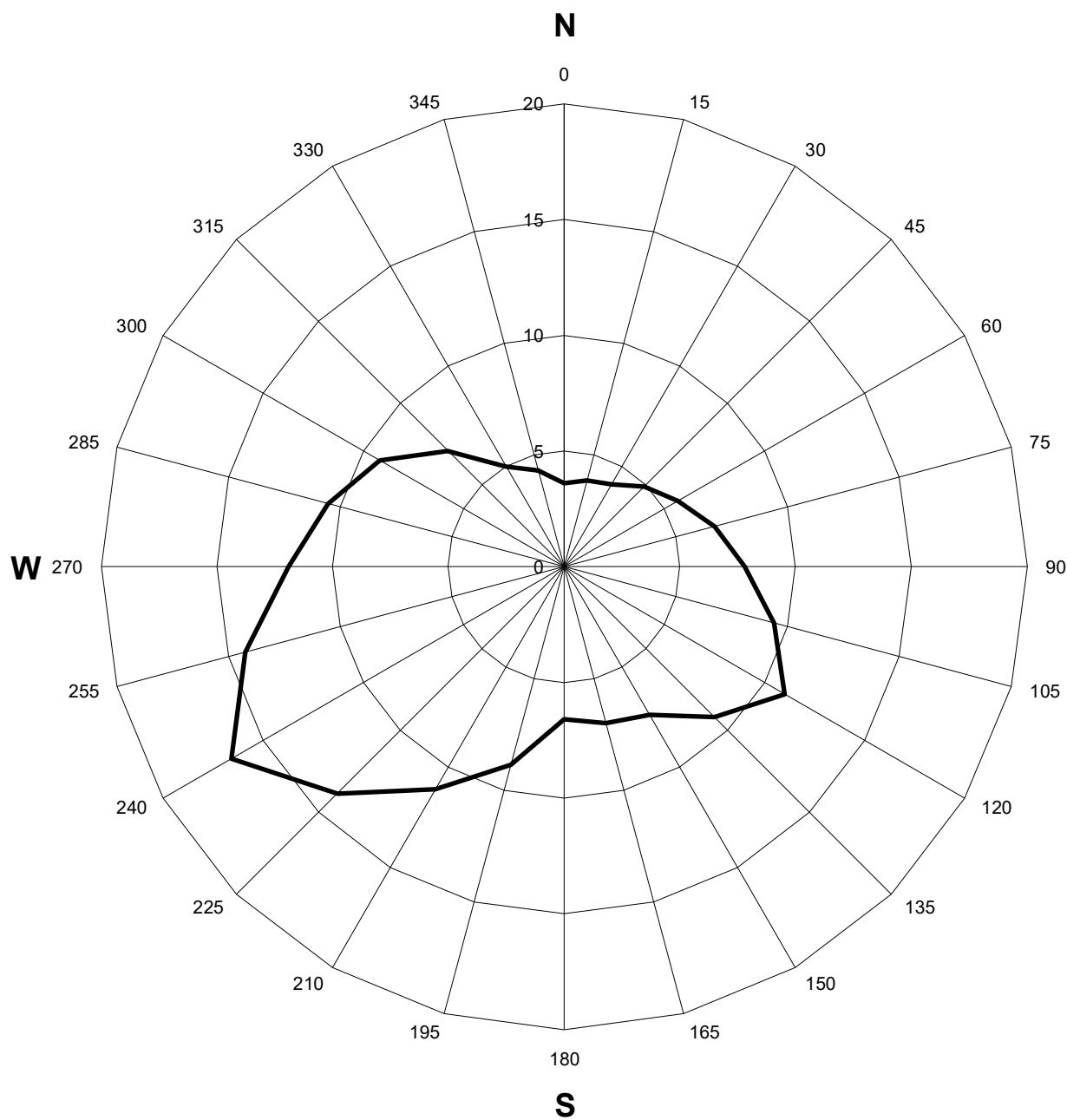


-	-	-			-	-
Rev.	Datum	Revision (Nachtragung)			gezeichnet	geprüft
		Datum	Name	<div>Dr.-Ing. Veenker Ingenieurgesellschaft mbH Leibnizstraße 25 04105 Leipzig Tel.: +49 341 / 21737 - 60</div> <div>Veenker Ingenieure</div>		
Bearbeitet:		14.05.2024	Stürmer			
Geprüft:		14.05.2024	Ludzay			
<div>Windpark Oyten-Bassen-West</div> <div>Gefährdung der ETL 182 durch Windenergieanlagen</div> <div>Lageplan</div> <div>20624_Lageplan_Windparks.dwg</div>					Maßstab:	
					1:10.000	
					Proj.-Nr.:	
					20624	01

Anlage

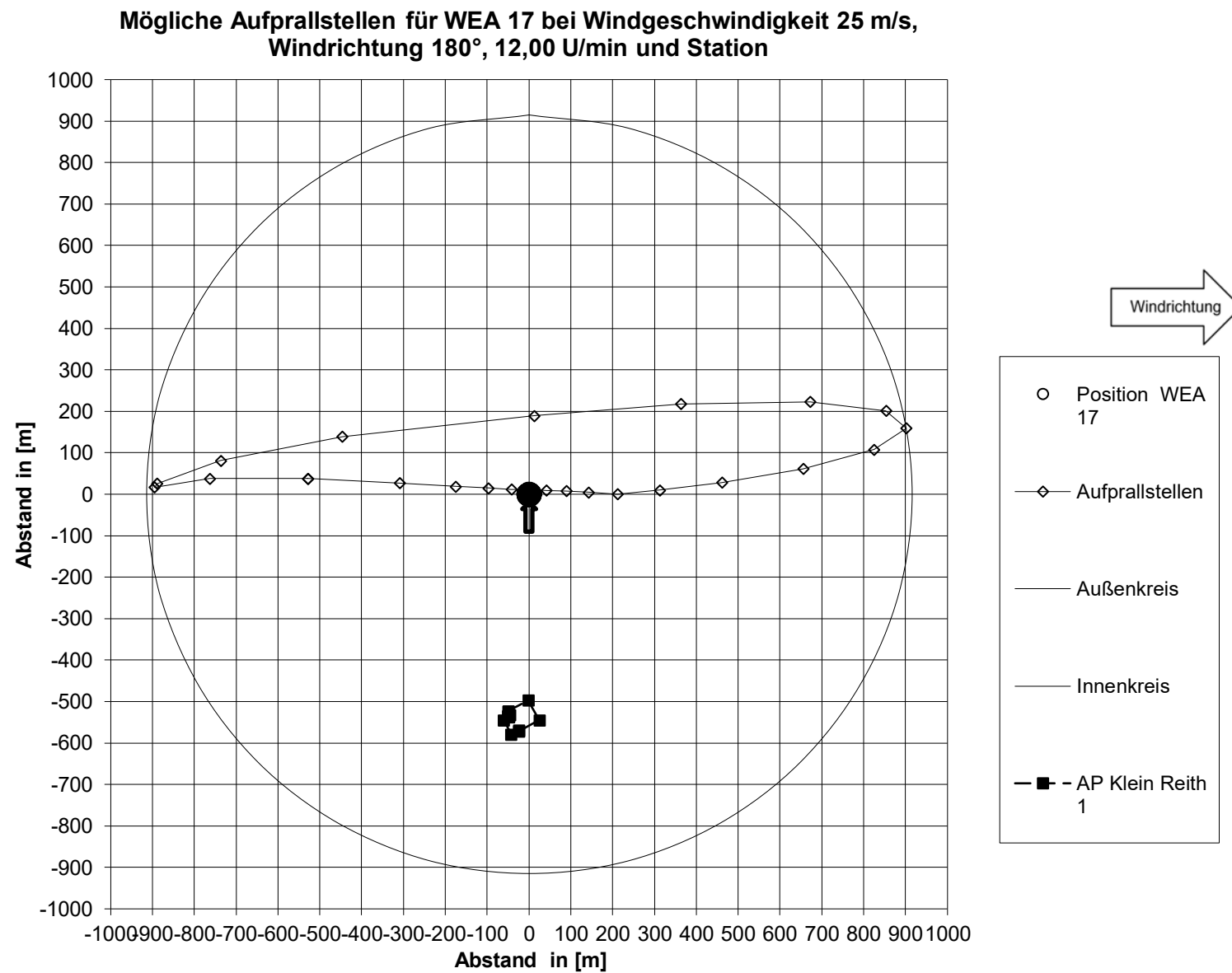
A 6 Windverteilung

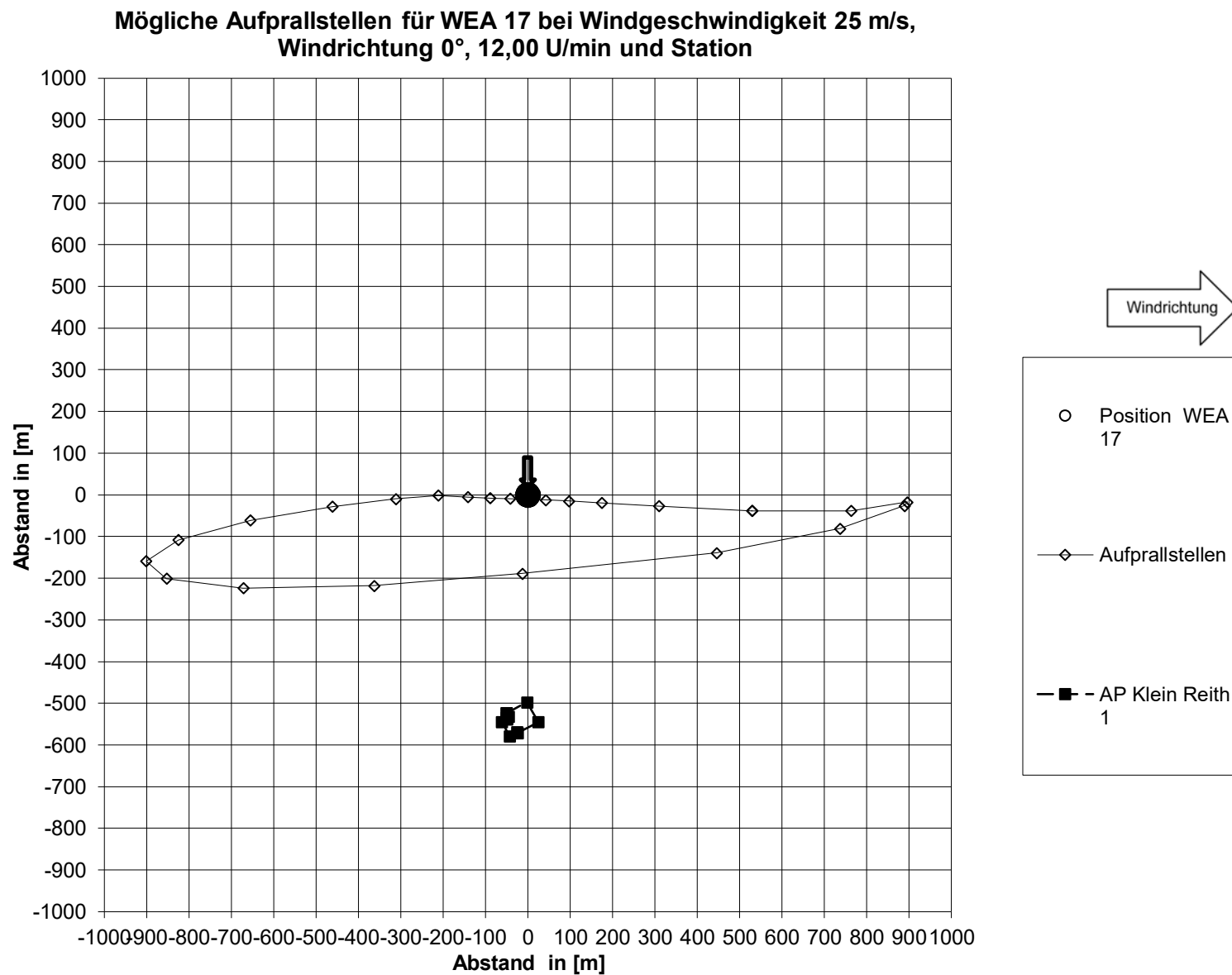
Verteilung der Windrichtung in Prozent

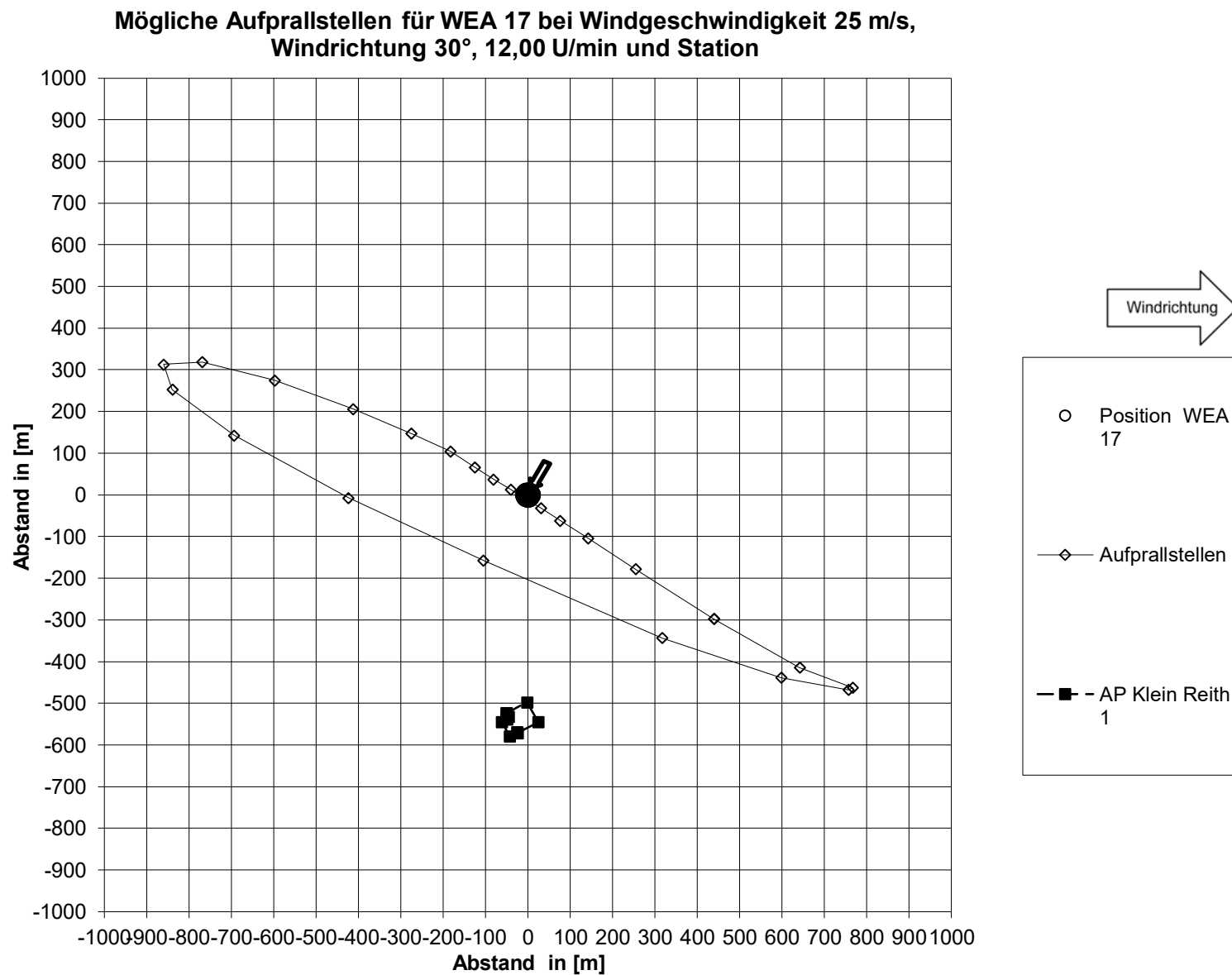


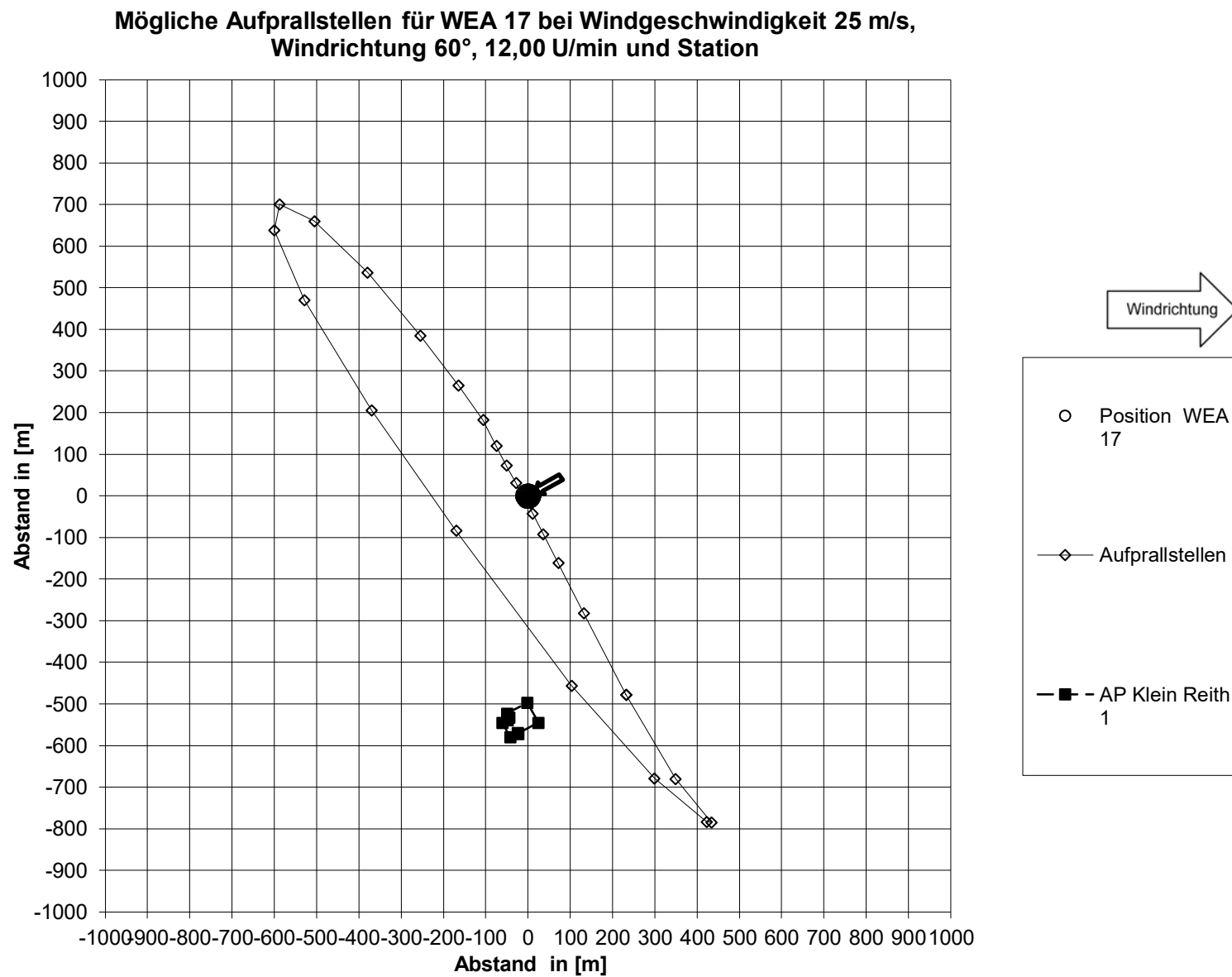
Anlage

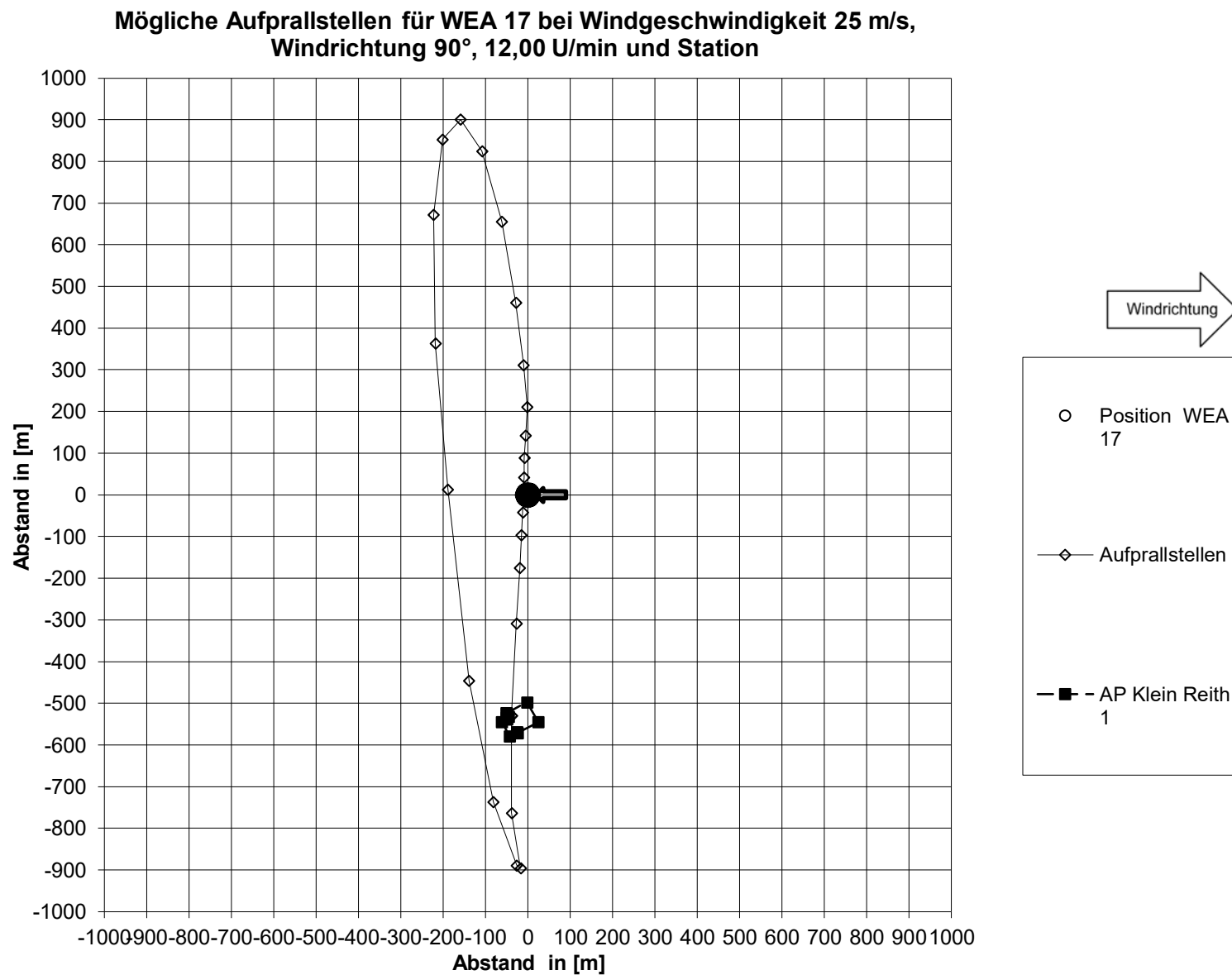
A 7 Station AP Klein Reith - Gefährdung durch Abwurf von 30-%-Rotor-
blatt durch WEA 17

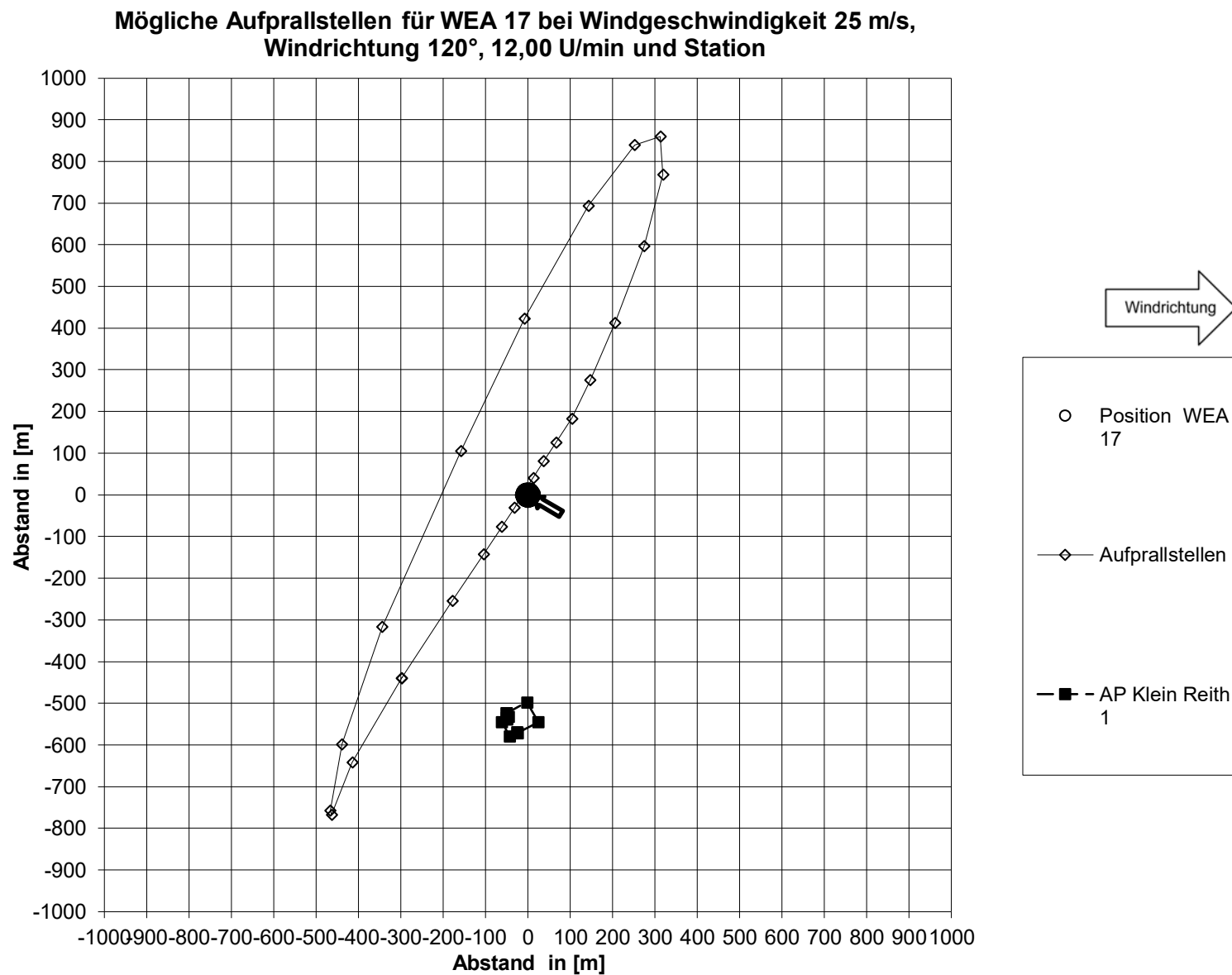


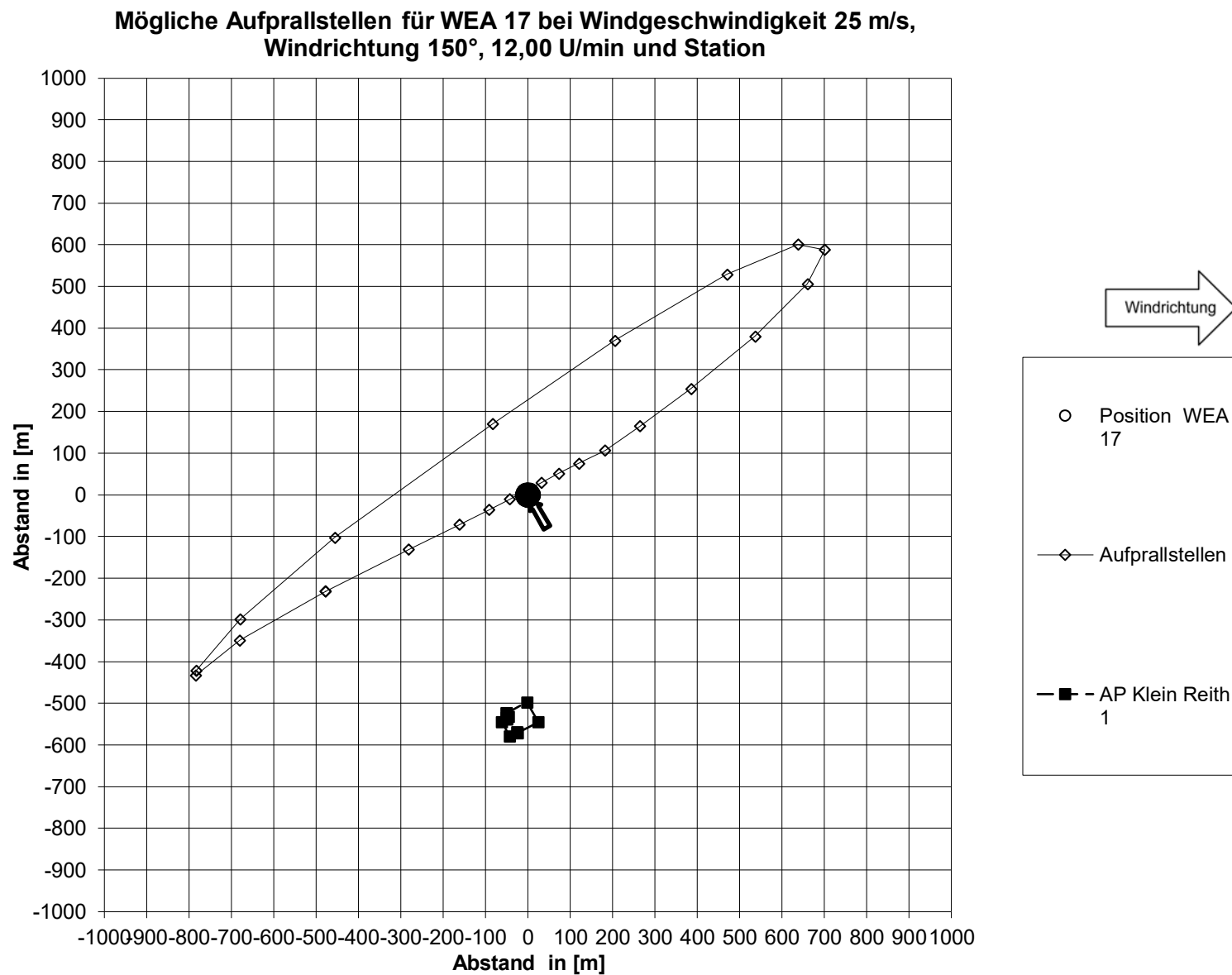


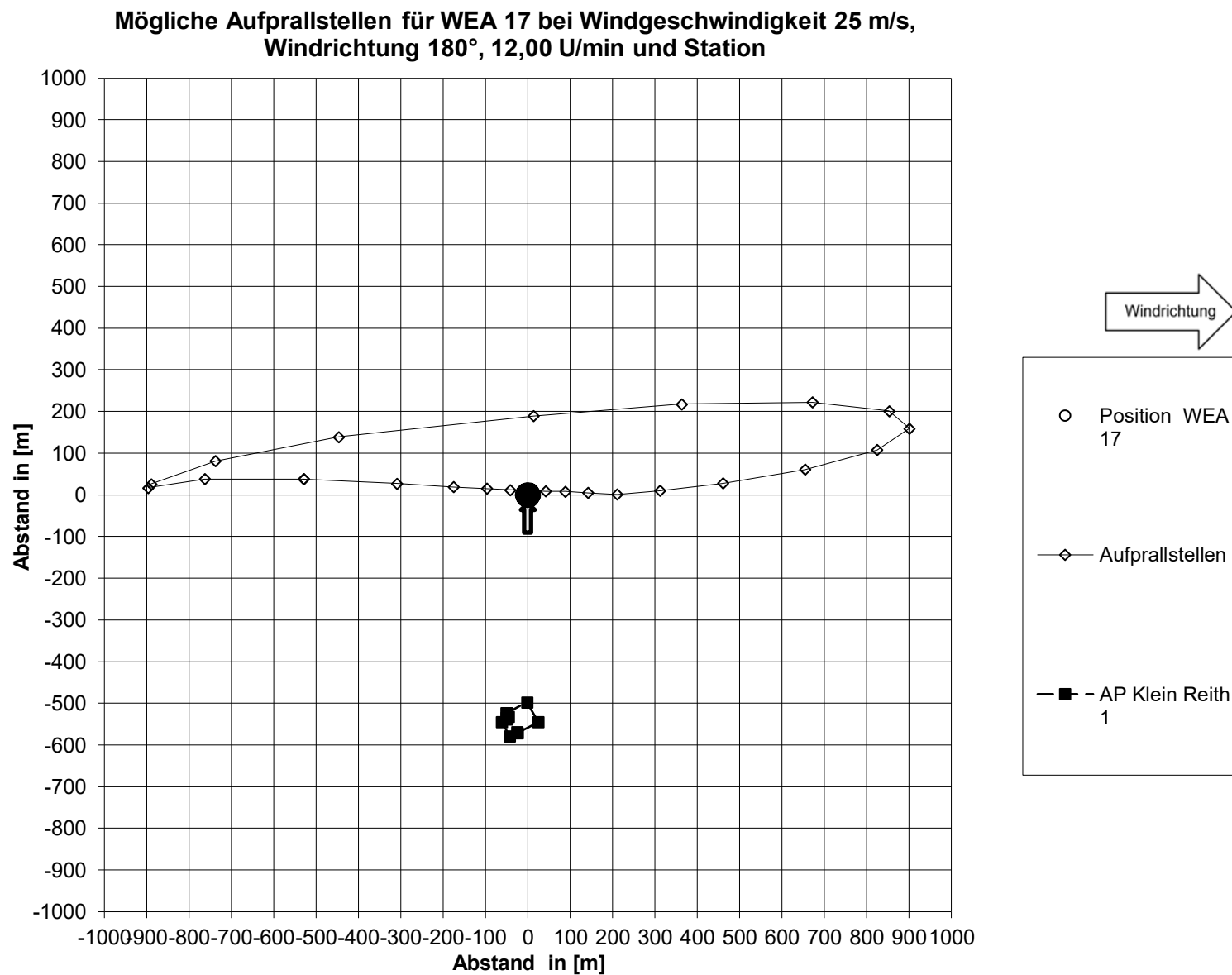


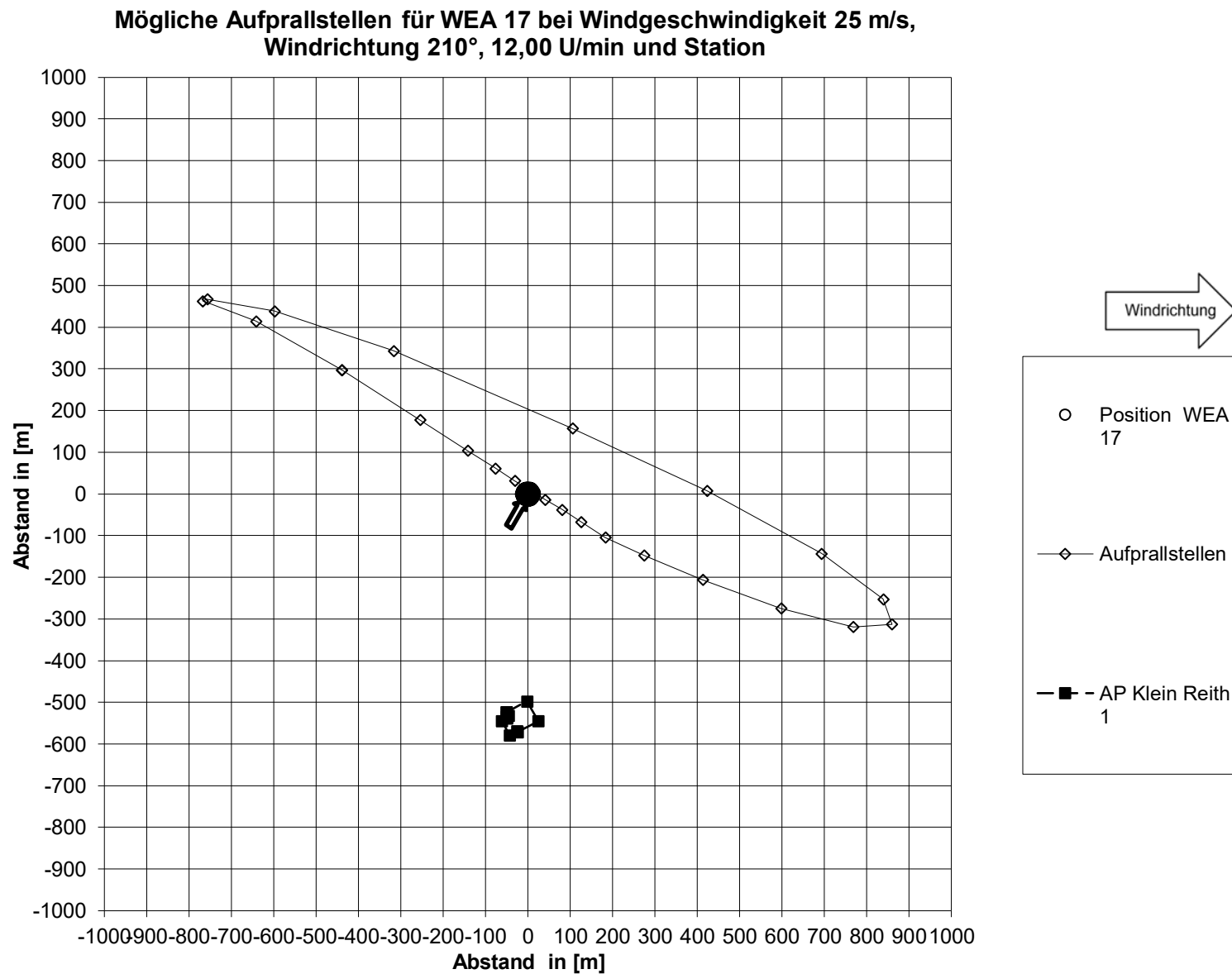


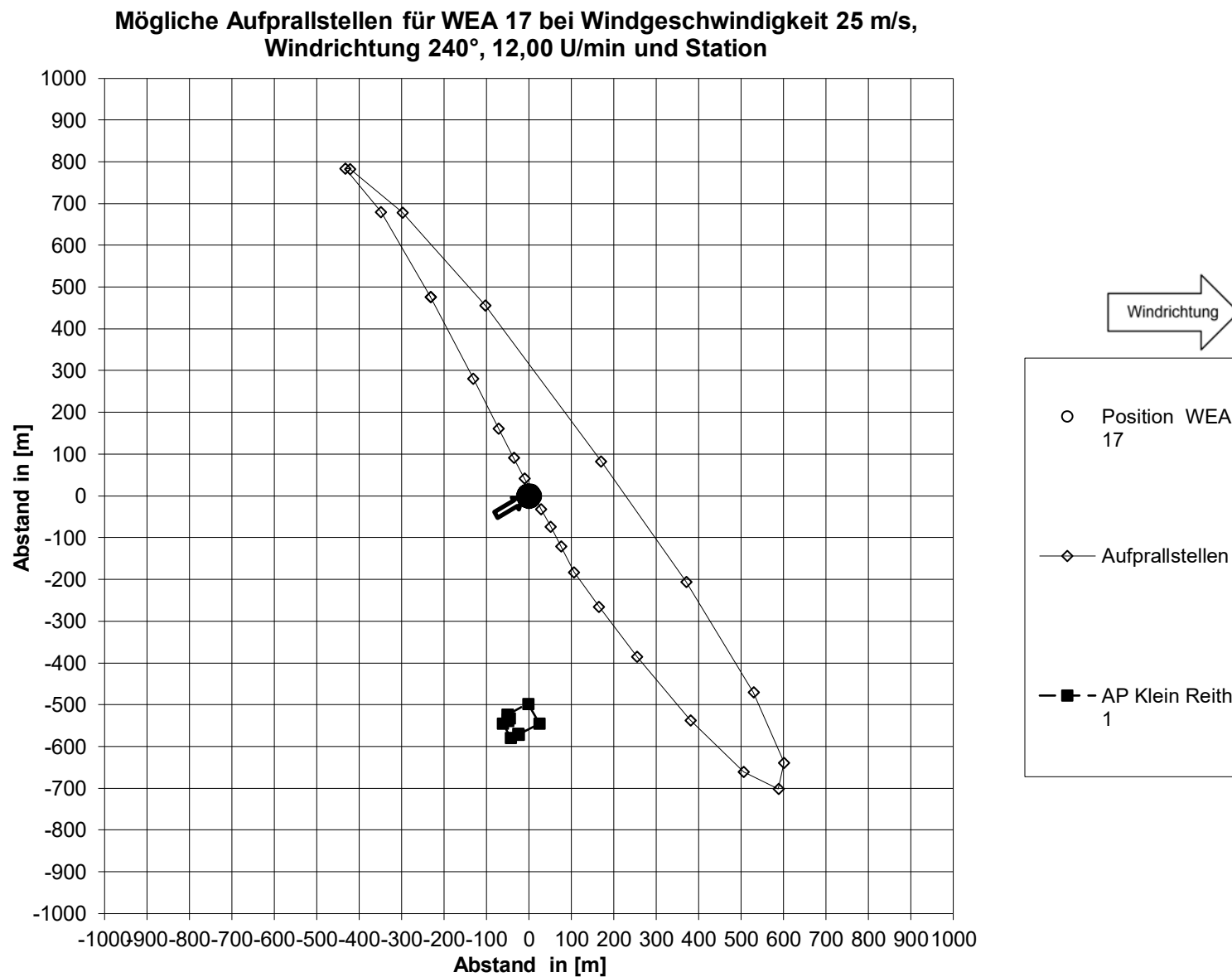


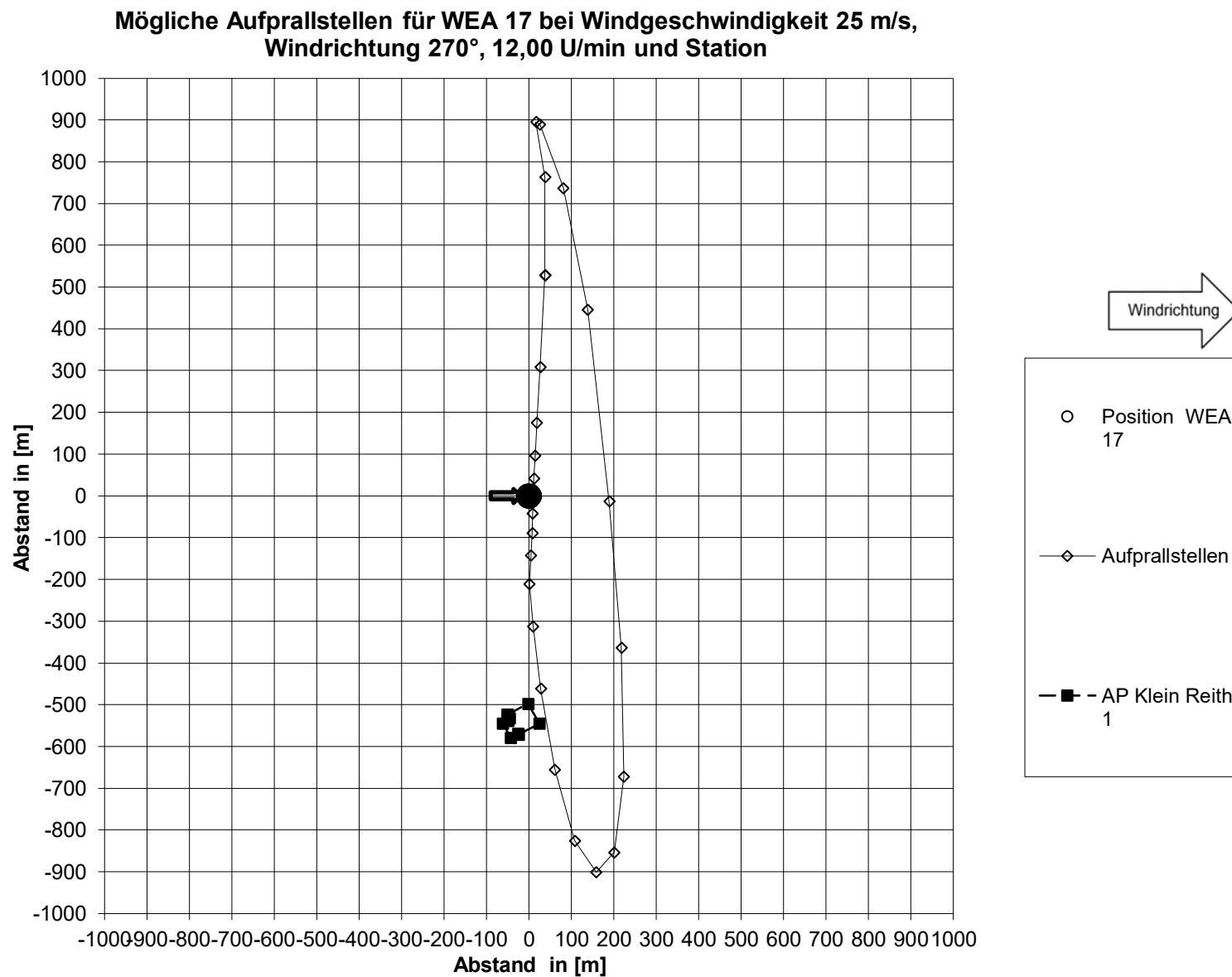


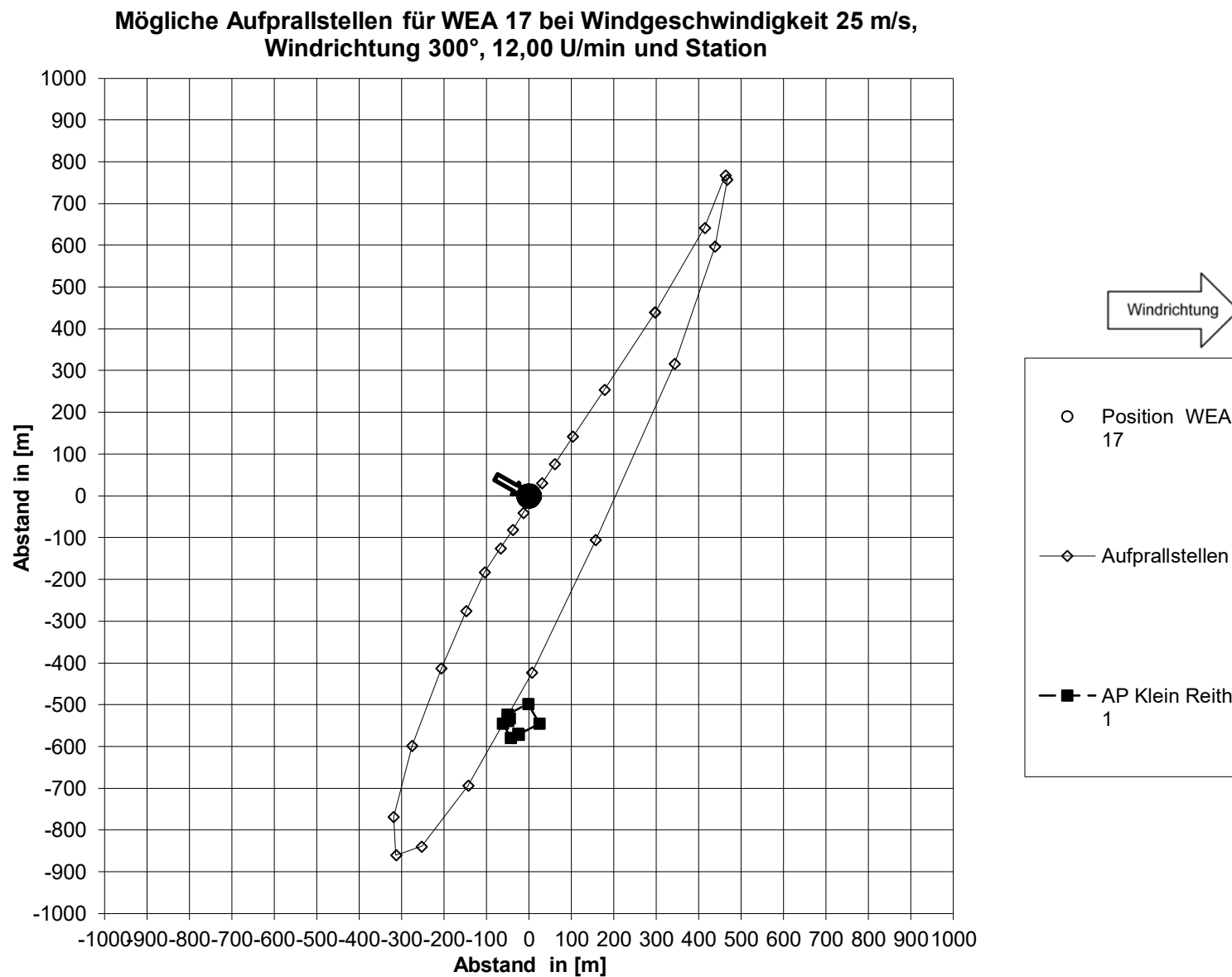


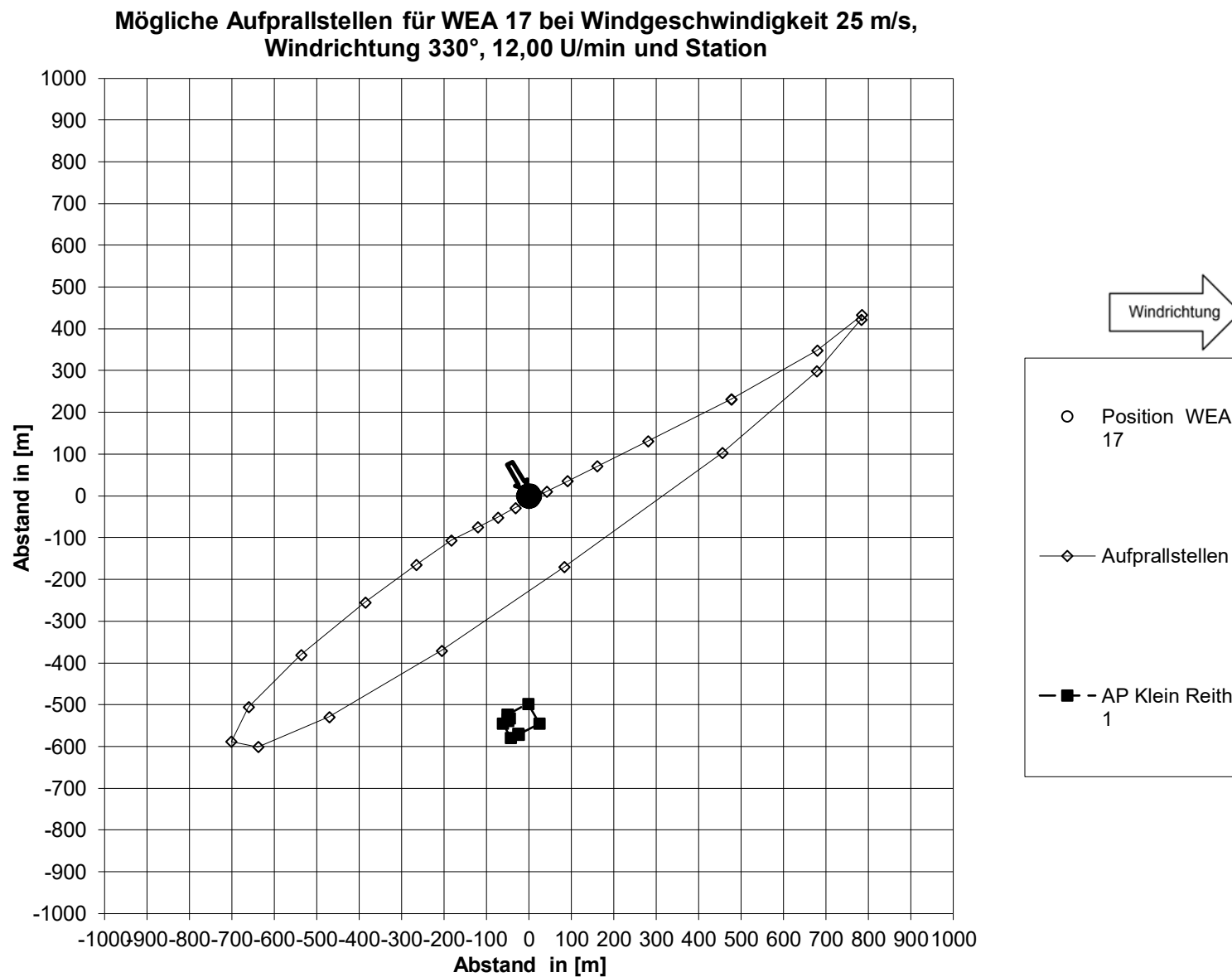






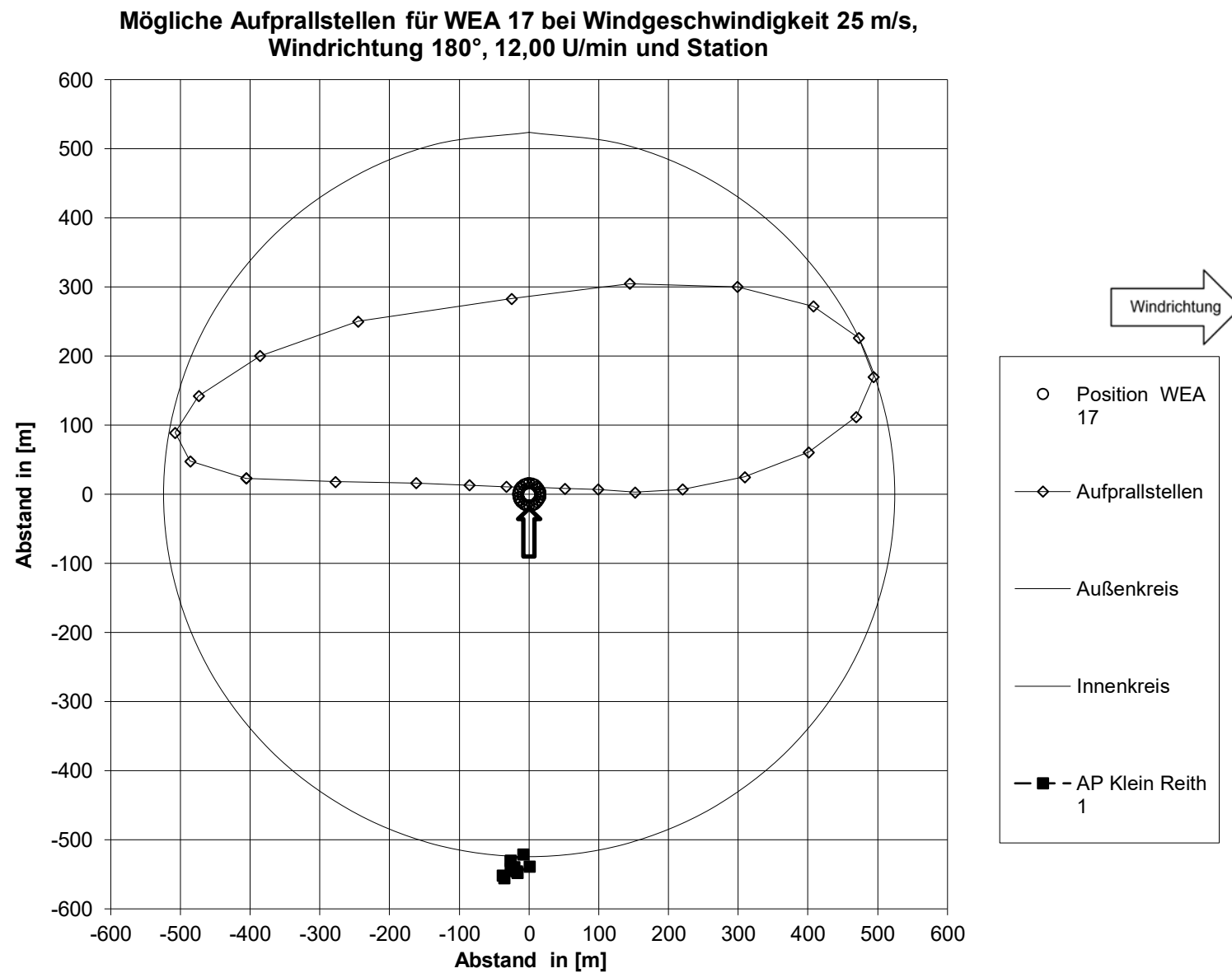


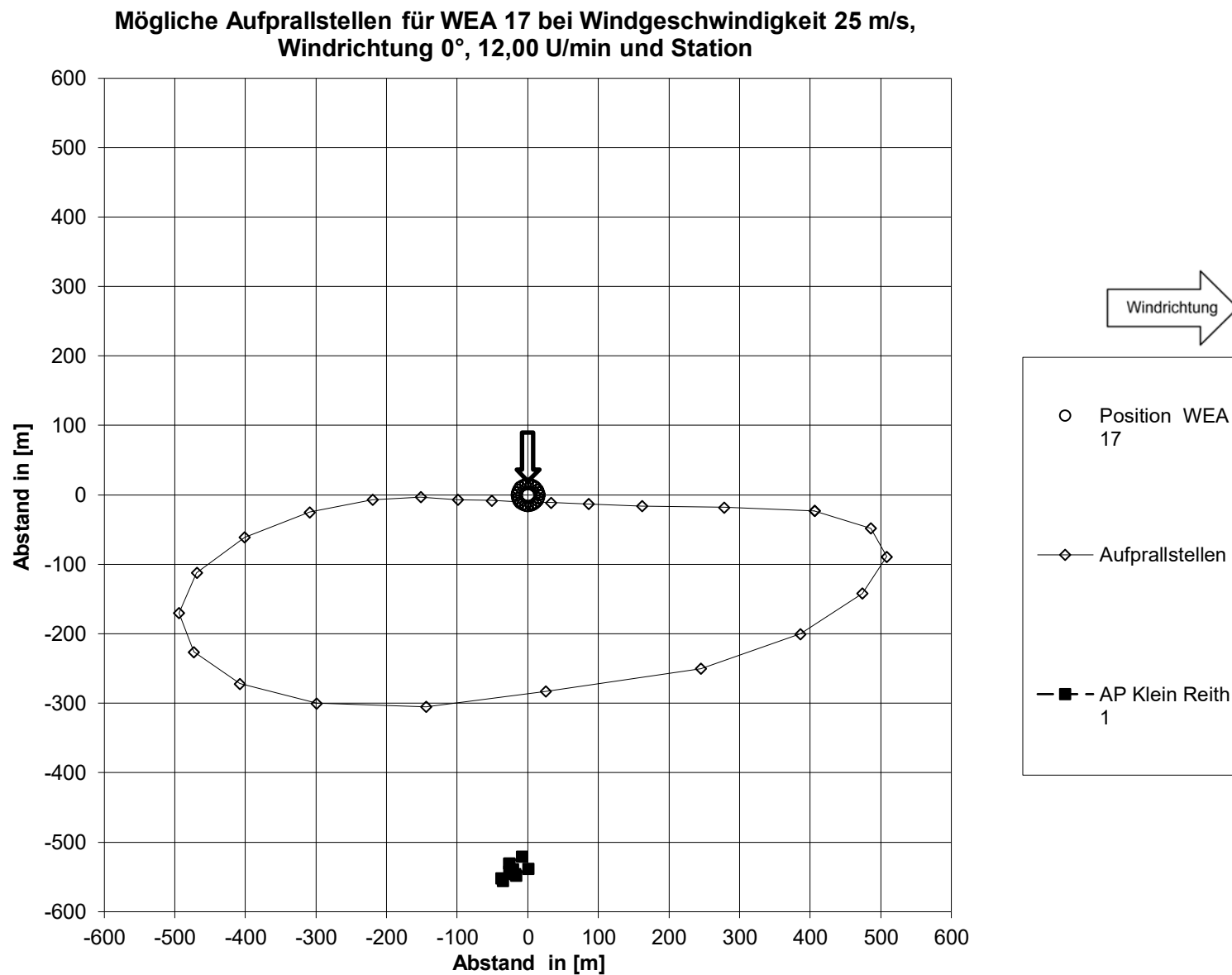


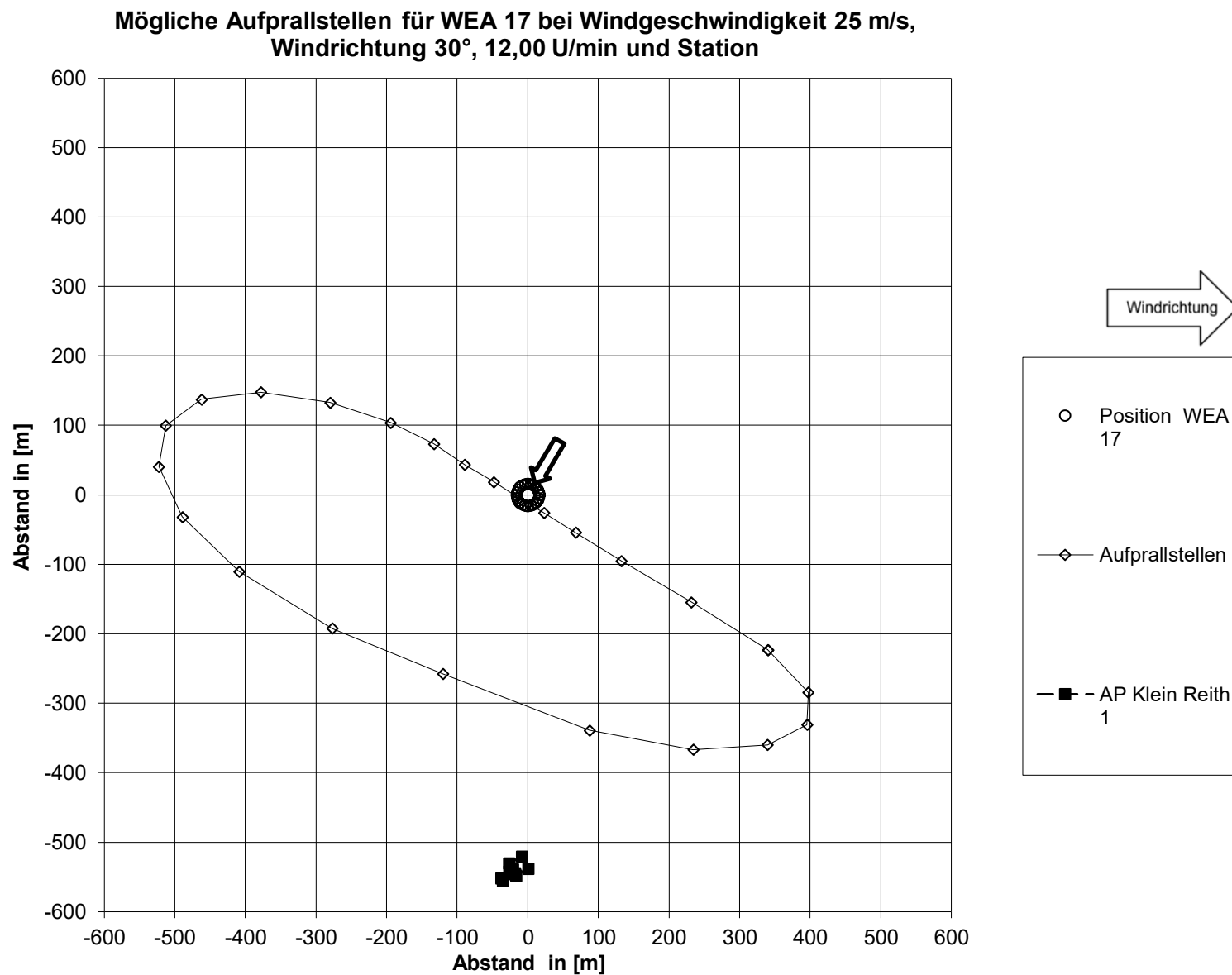


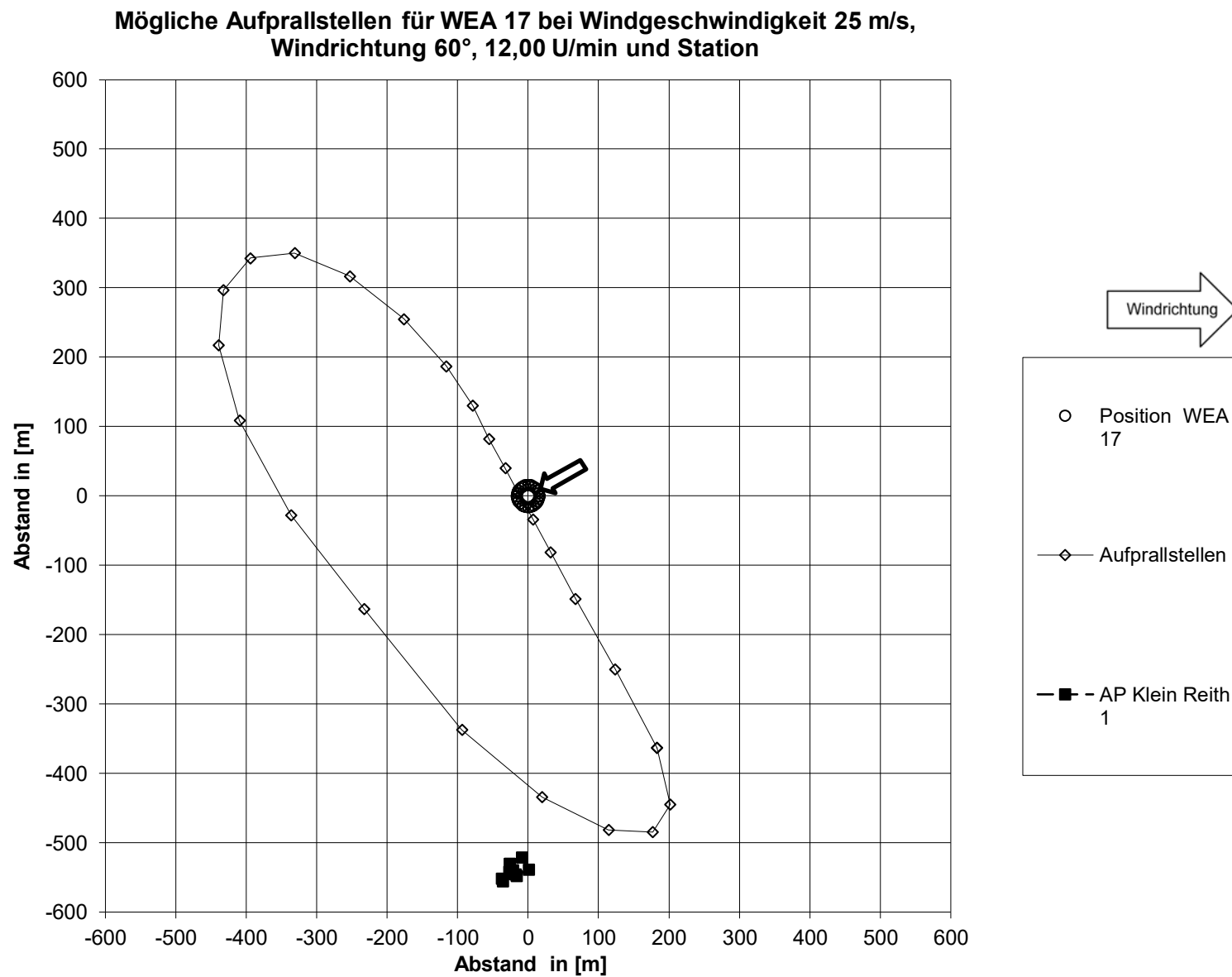
Anlage

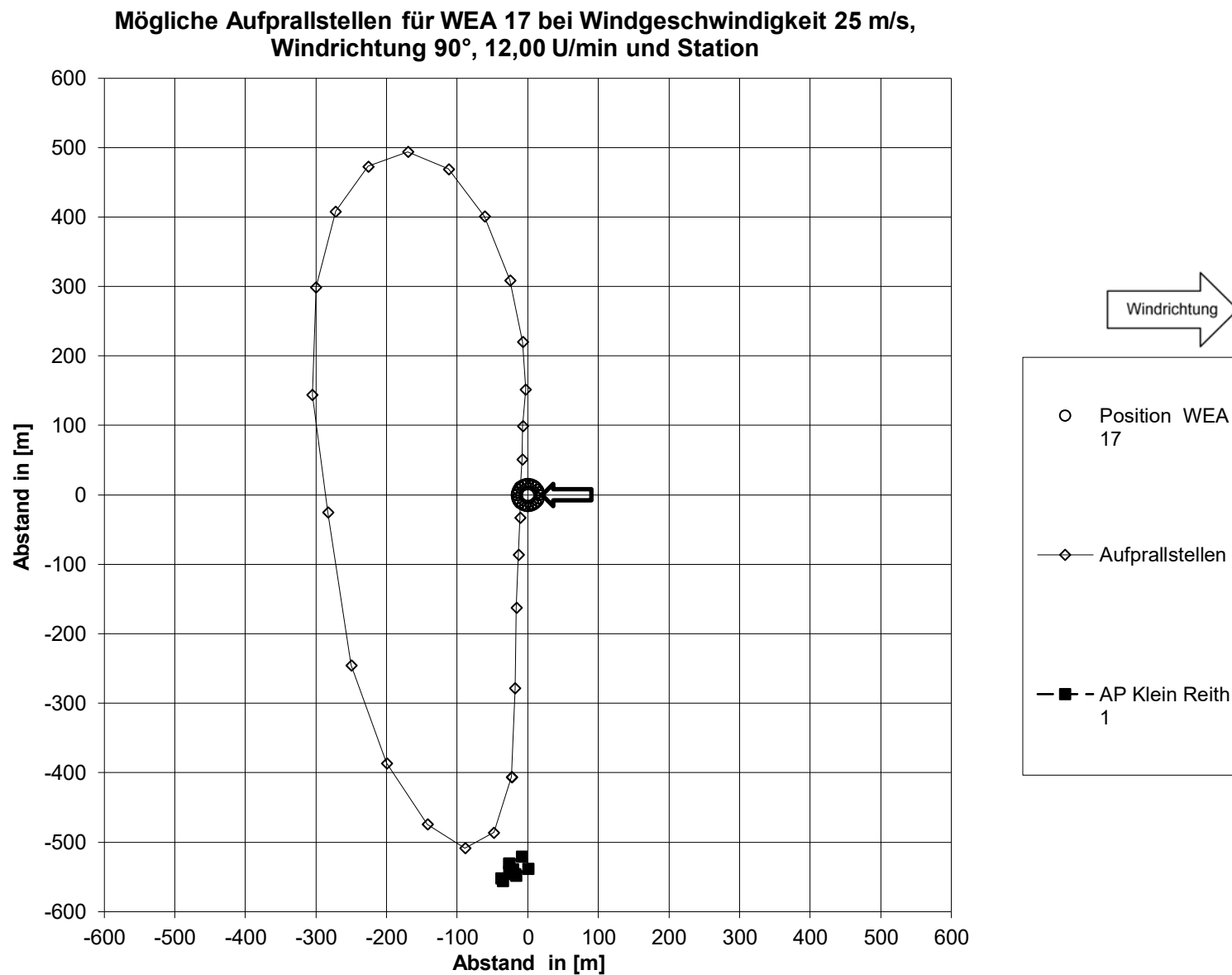
A 8 Station AP Klein Reith - Gefährdung durch Abwurf von Tip durch
WEA 17

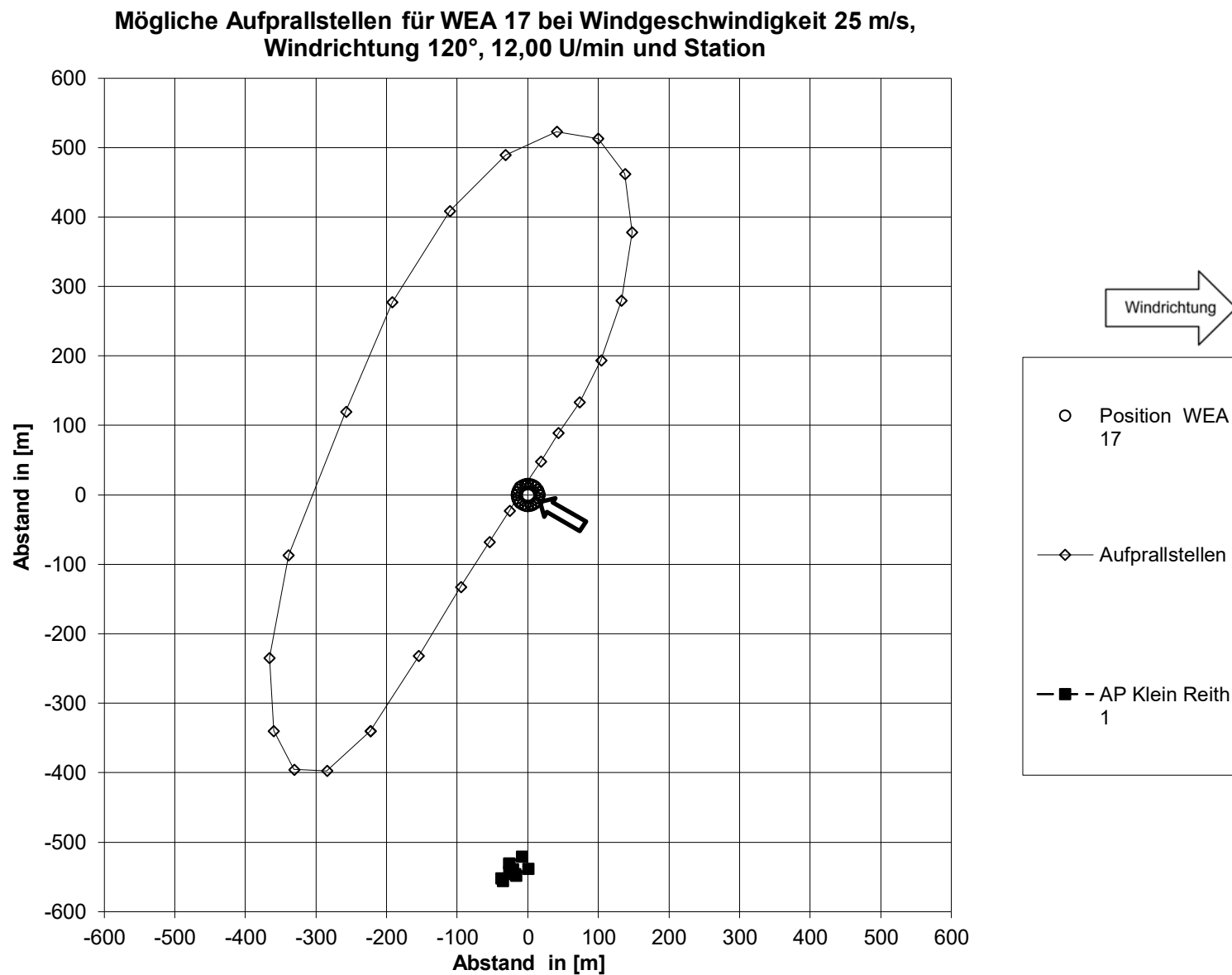


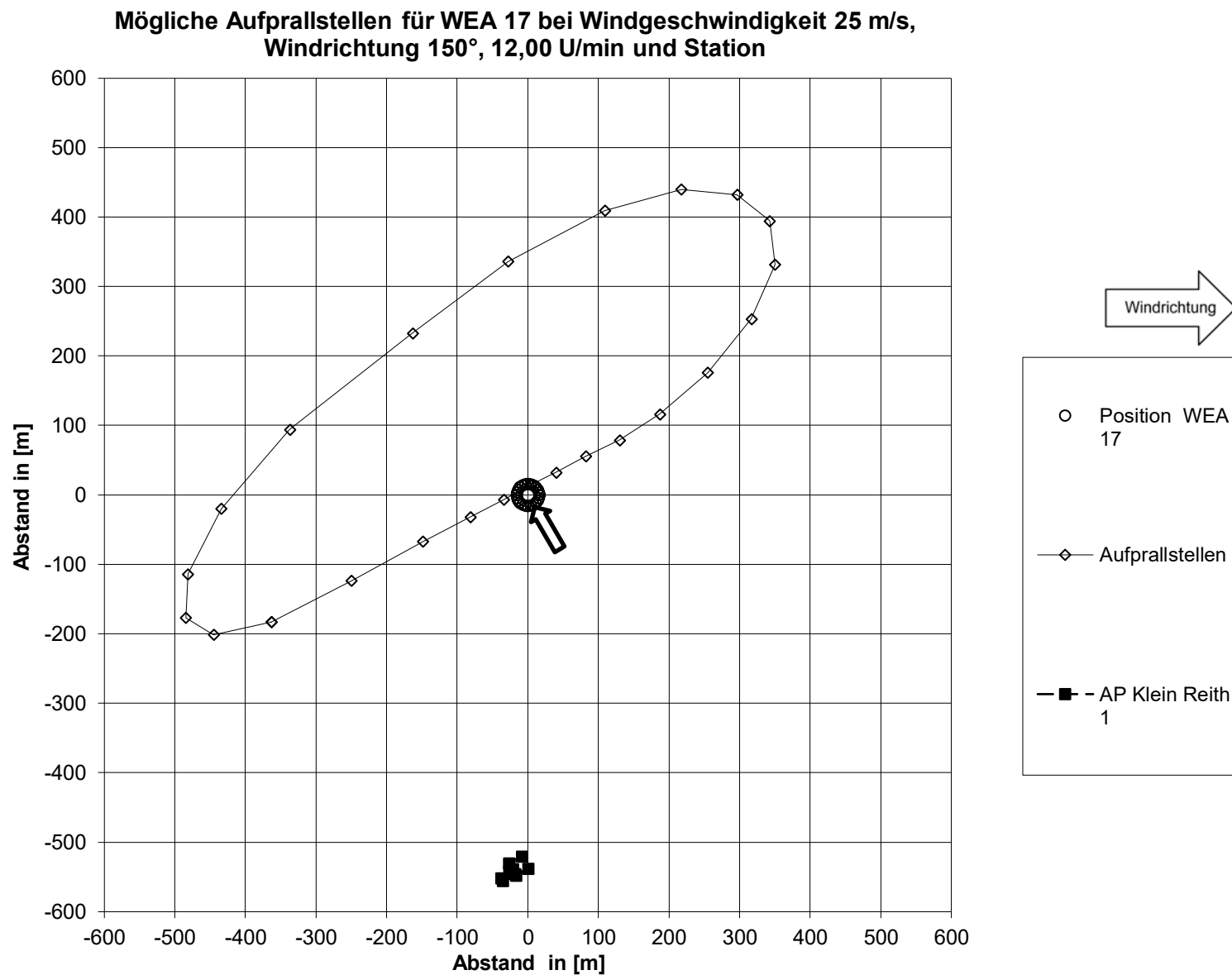


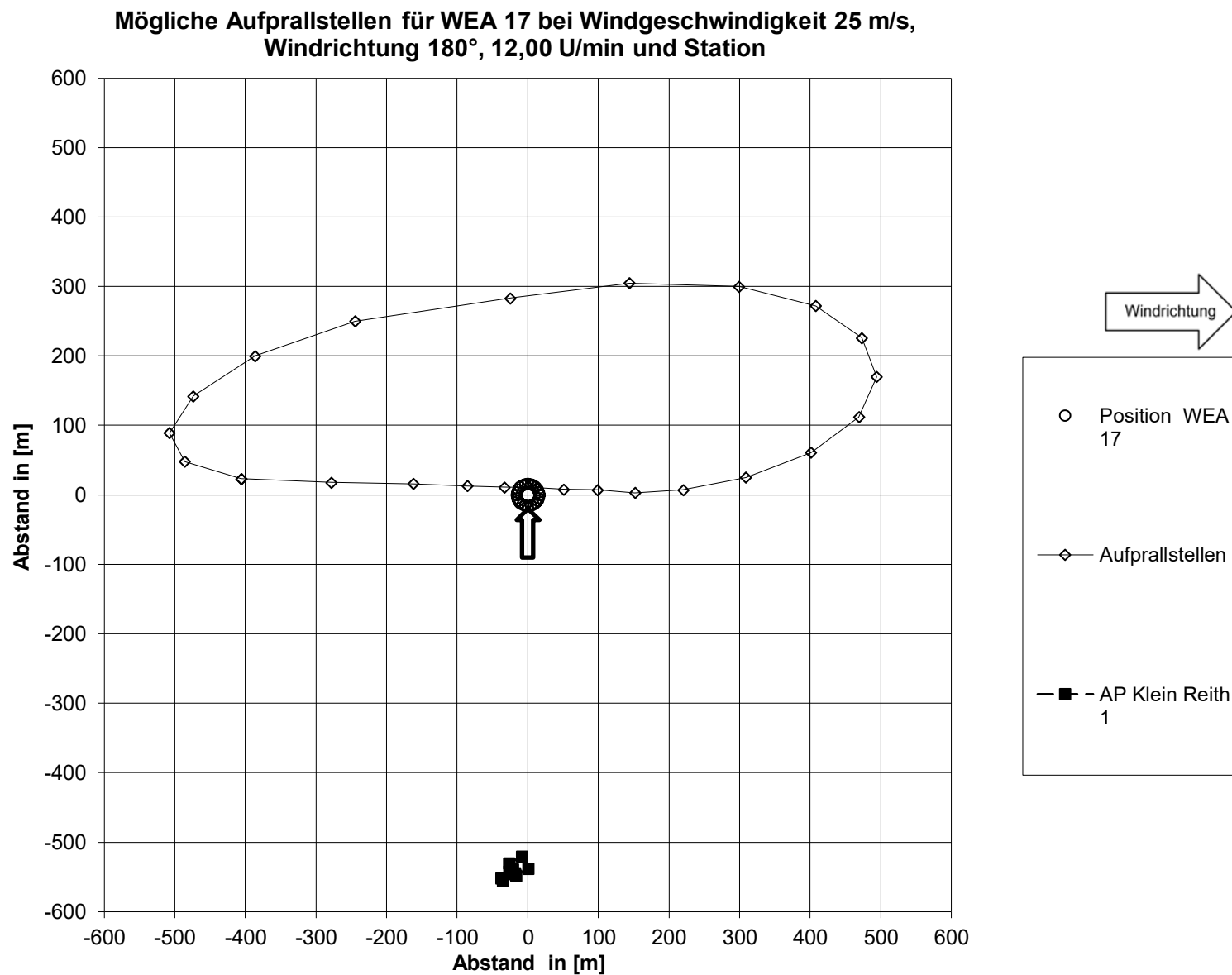


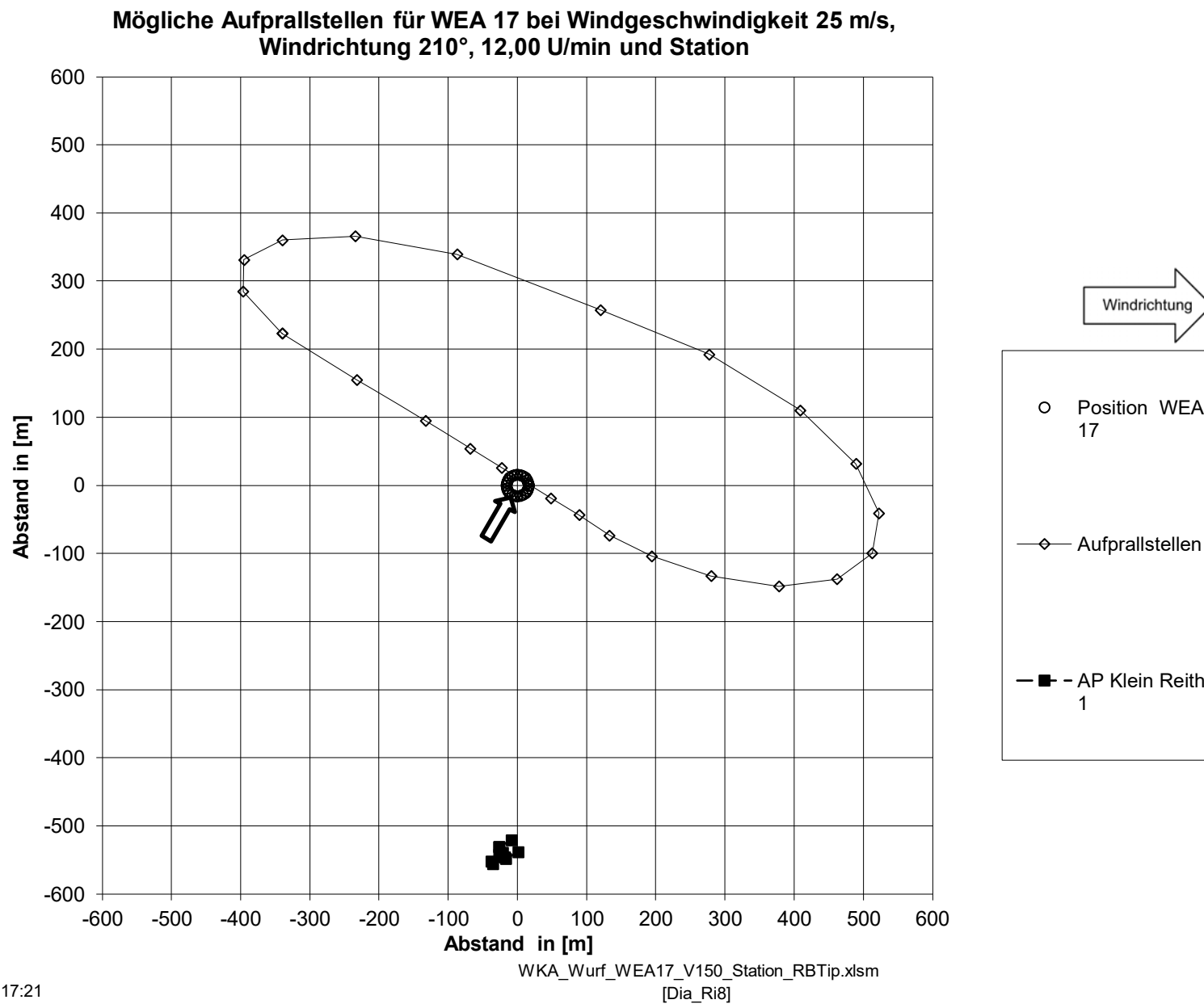


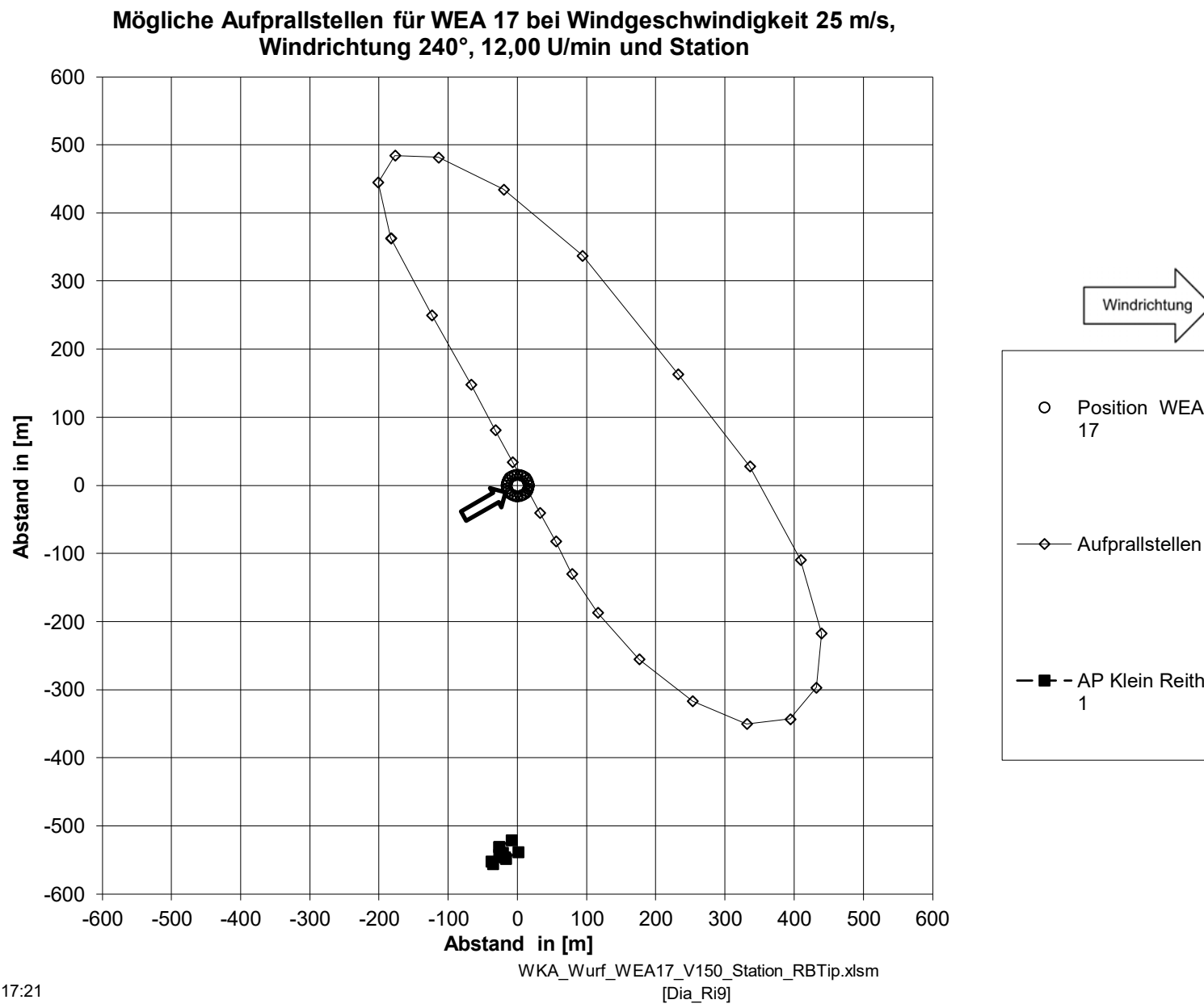


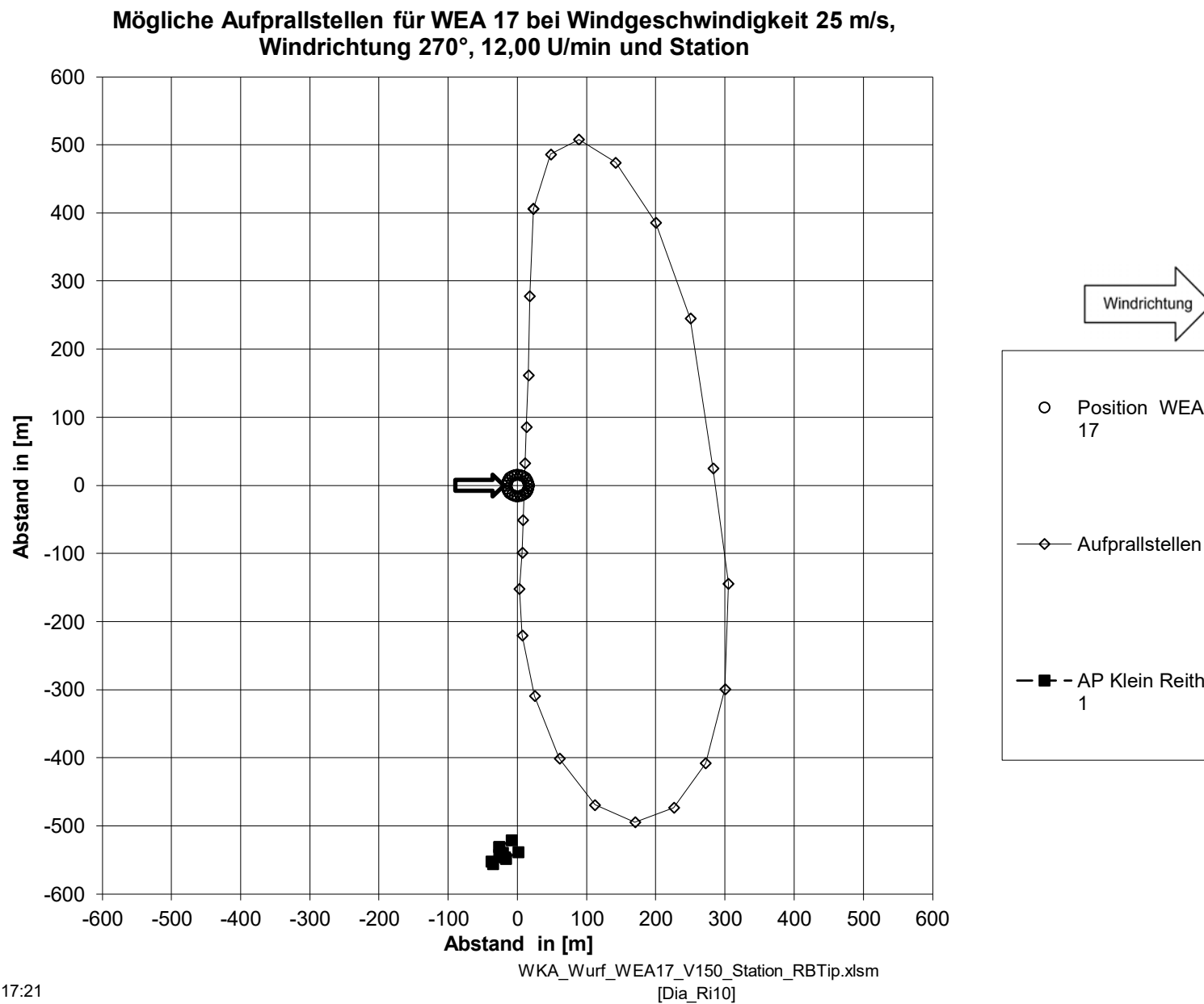


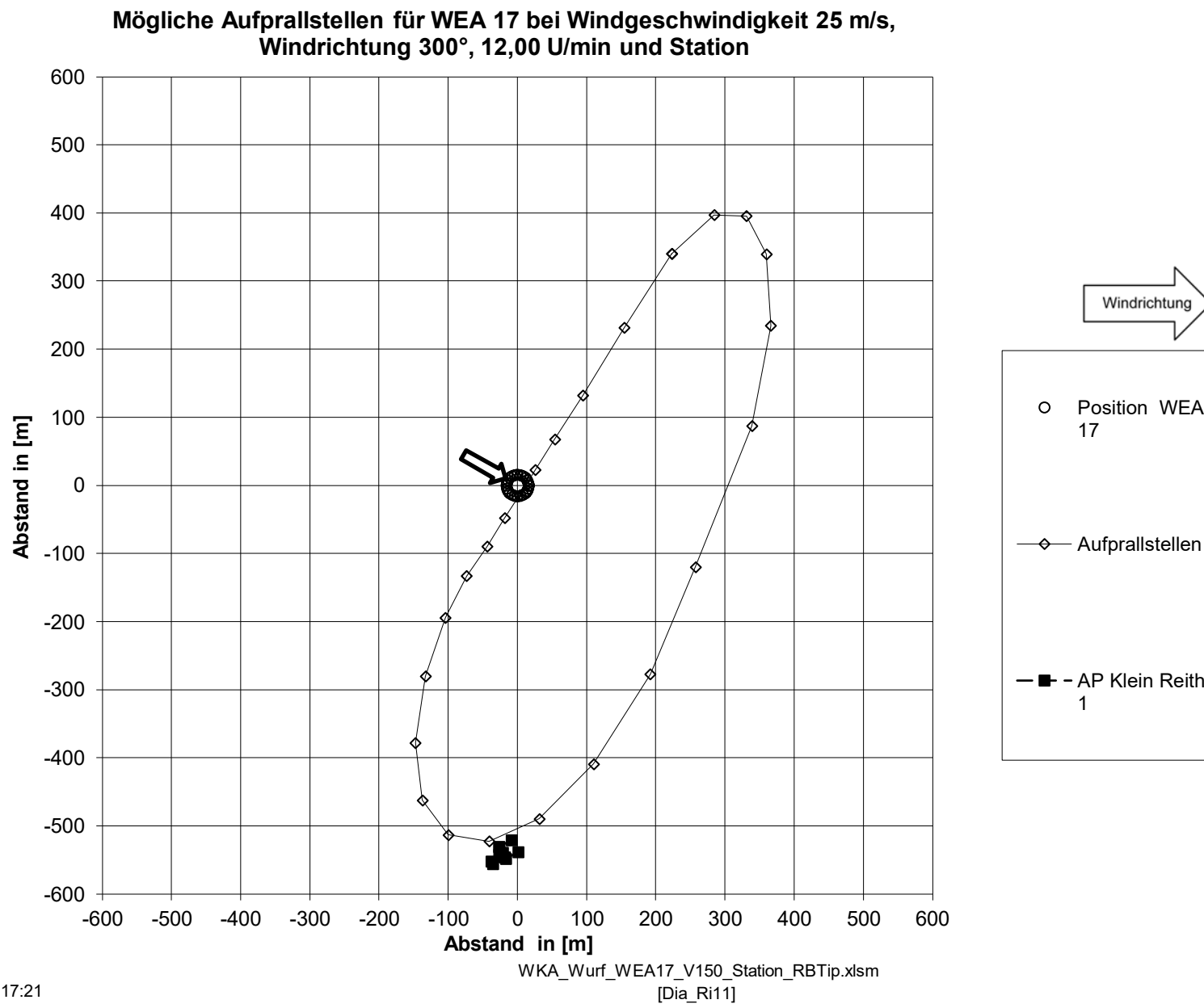


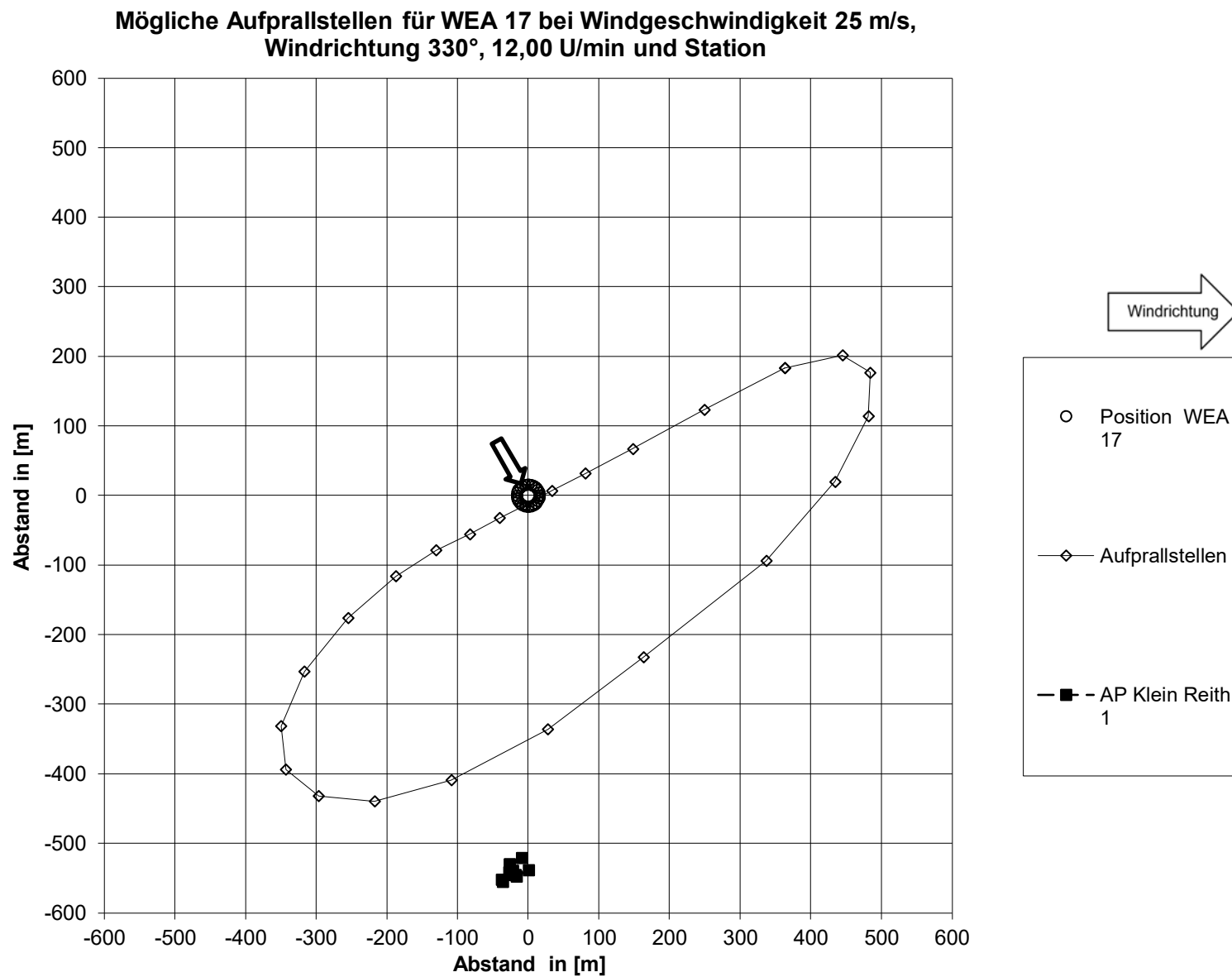






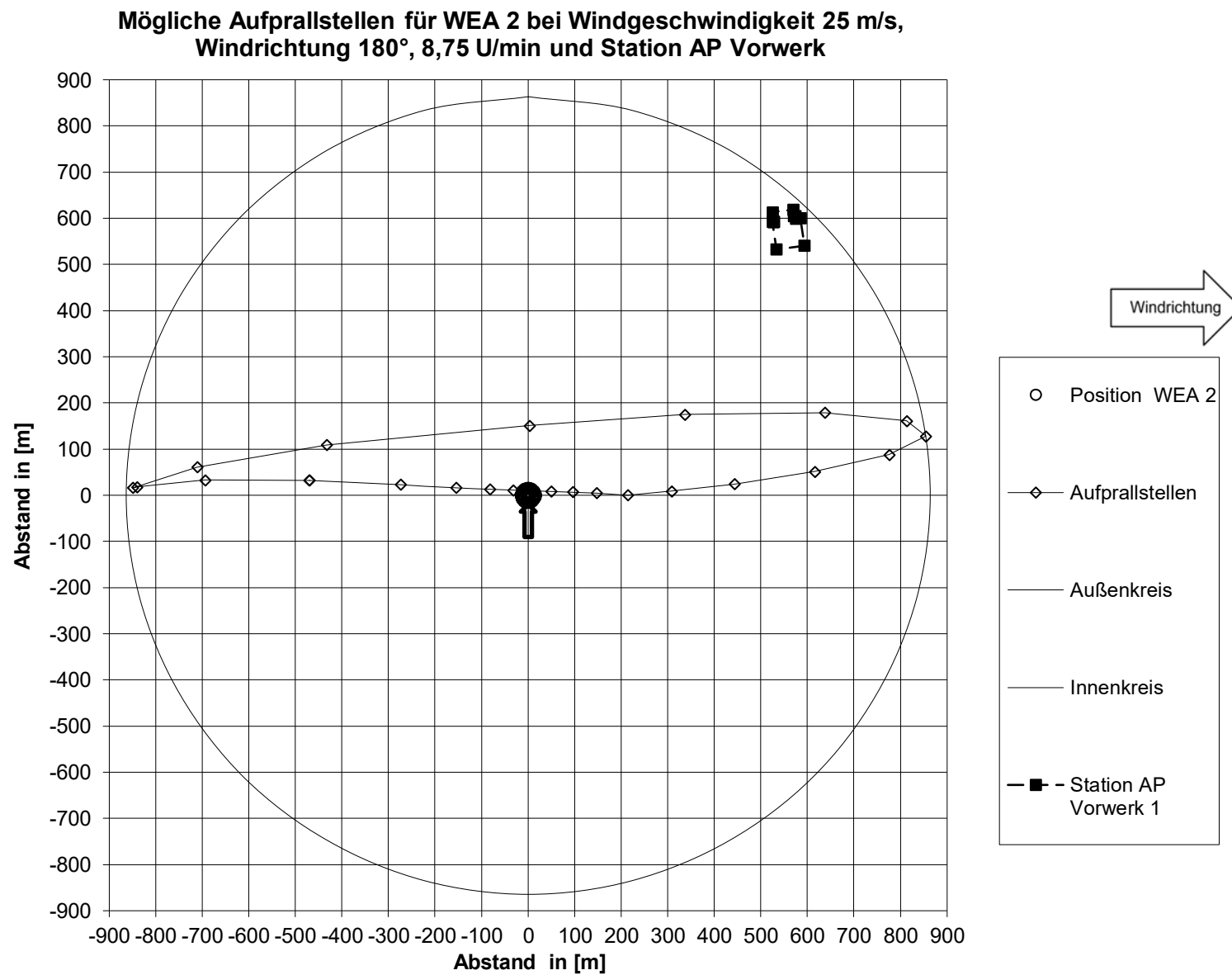


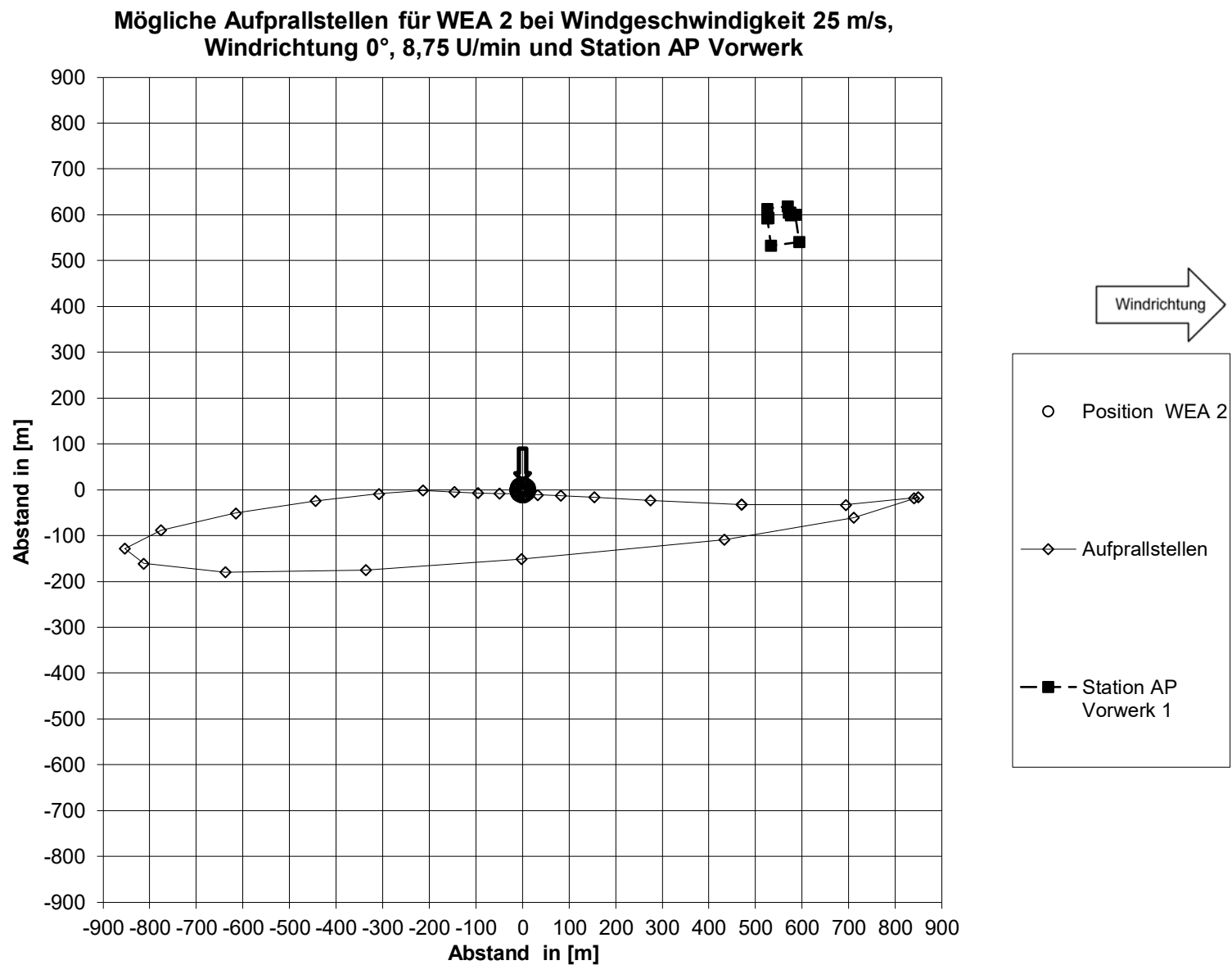


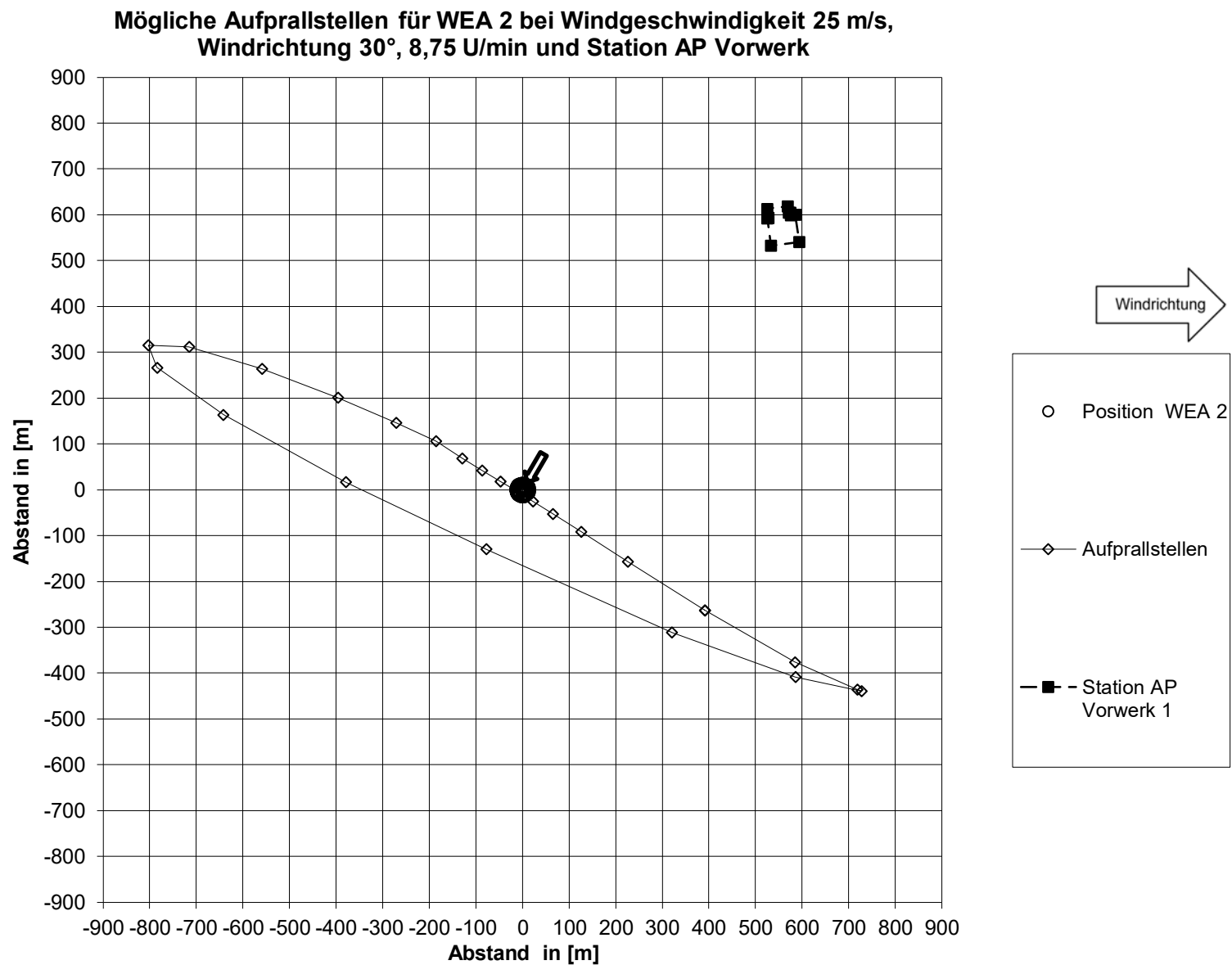


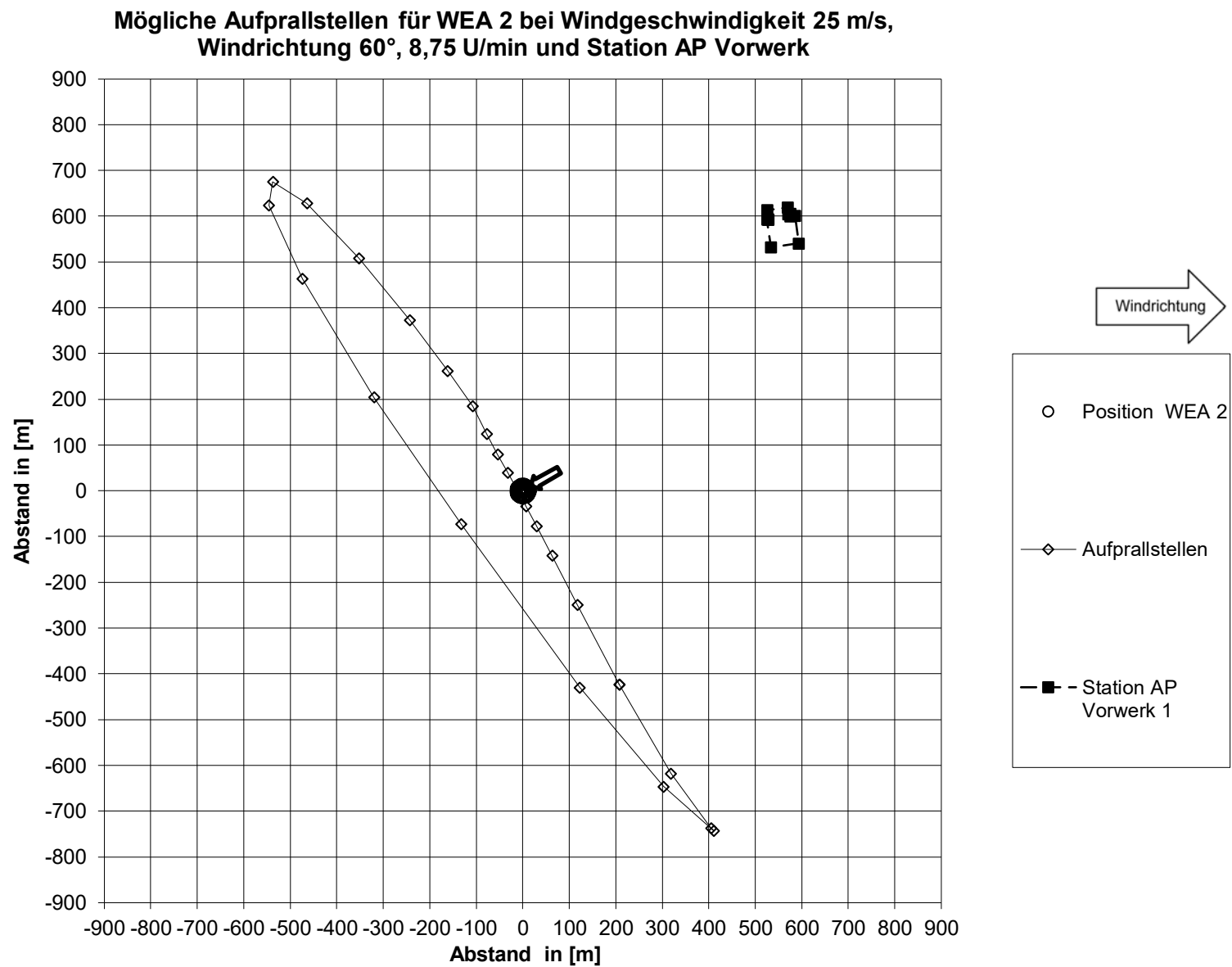
Anlage

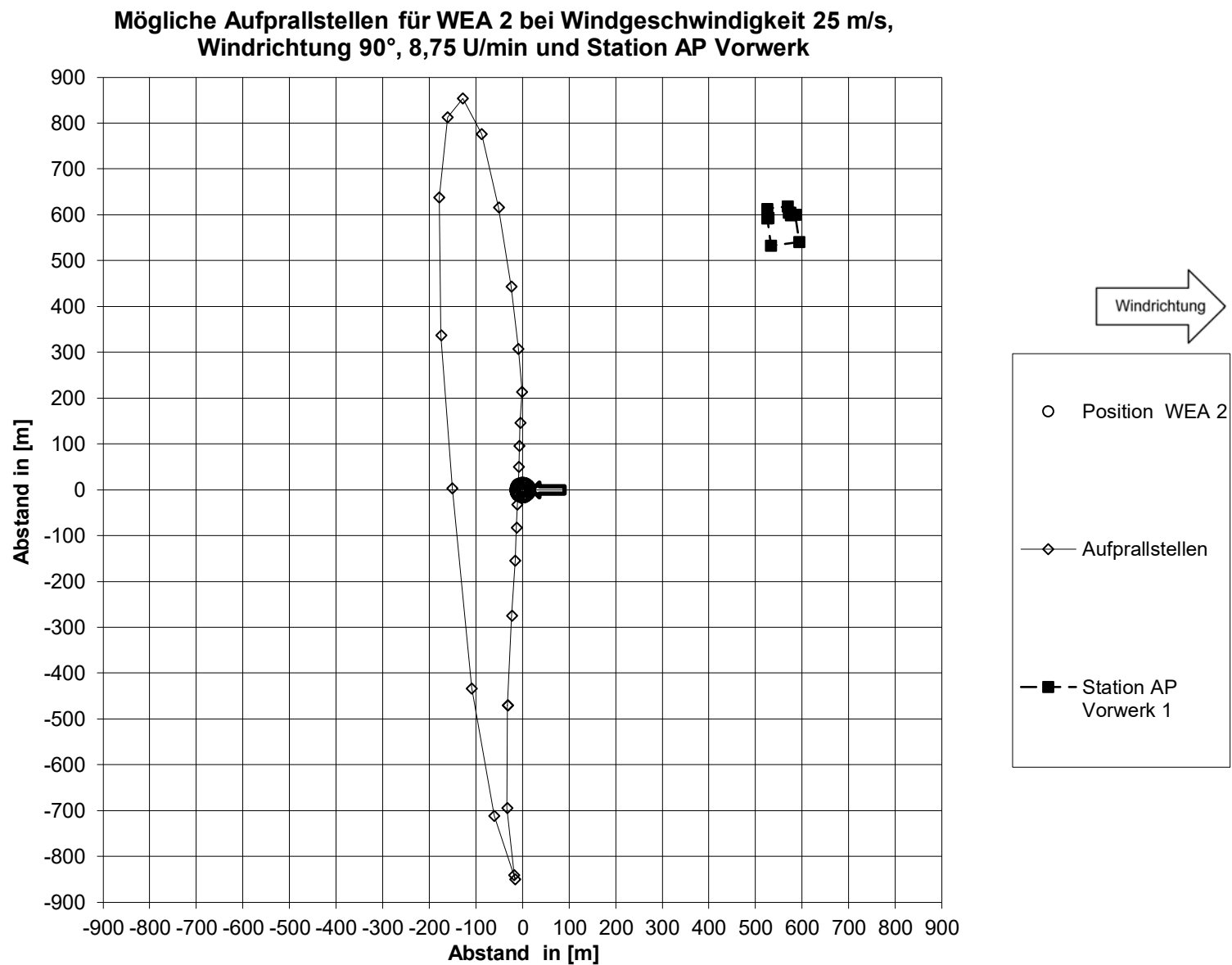
A 9 Station AP Vorwerk - Gefährdung durch Abwurf von 30-%-Rotor-
 blatt durch WEA 2

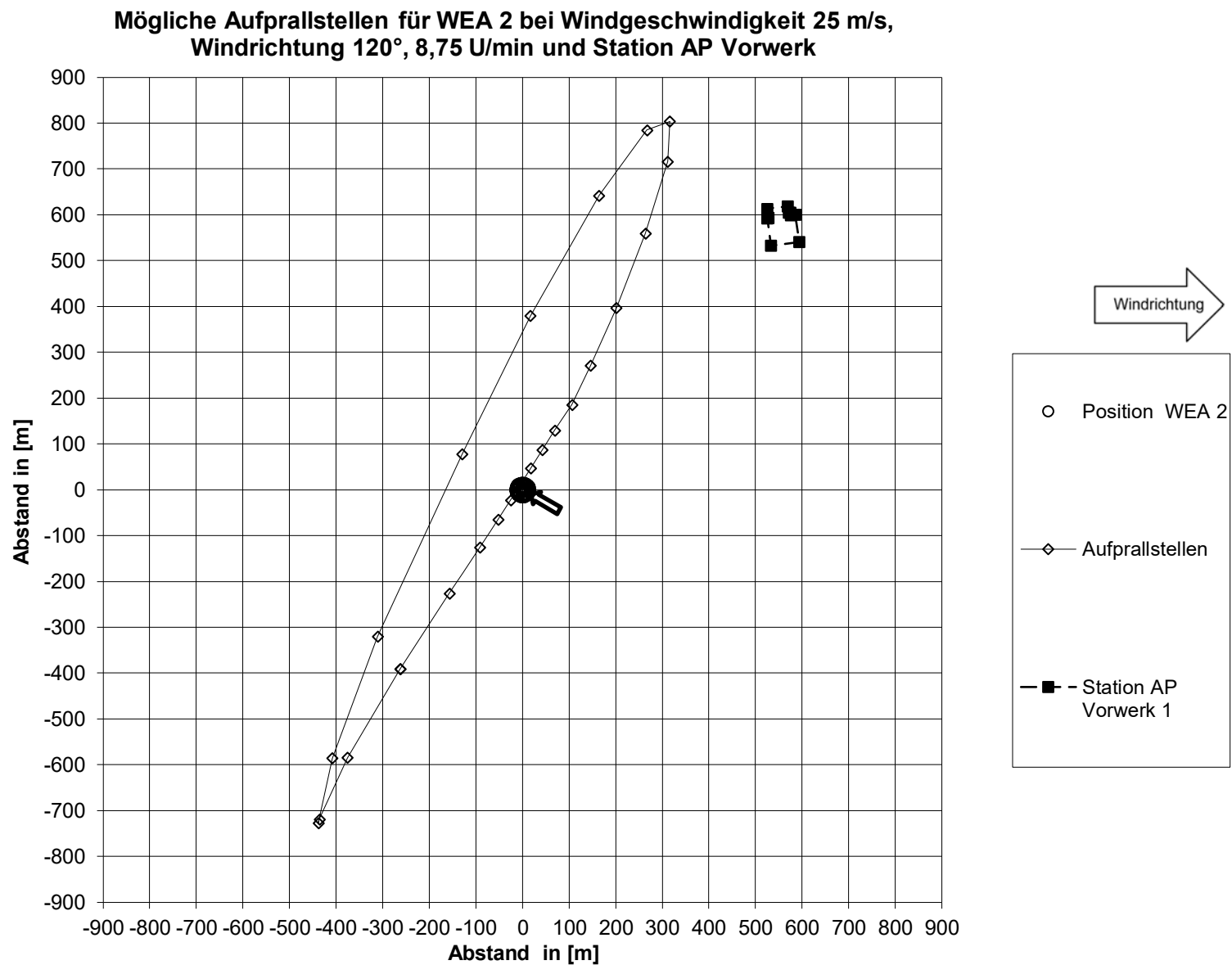




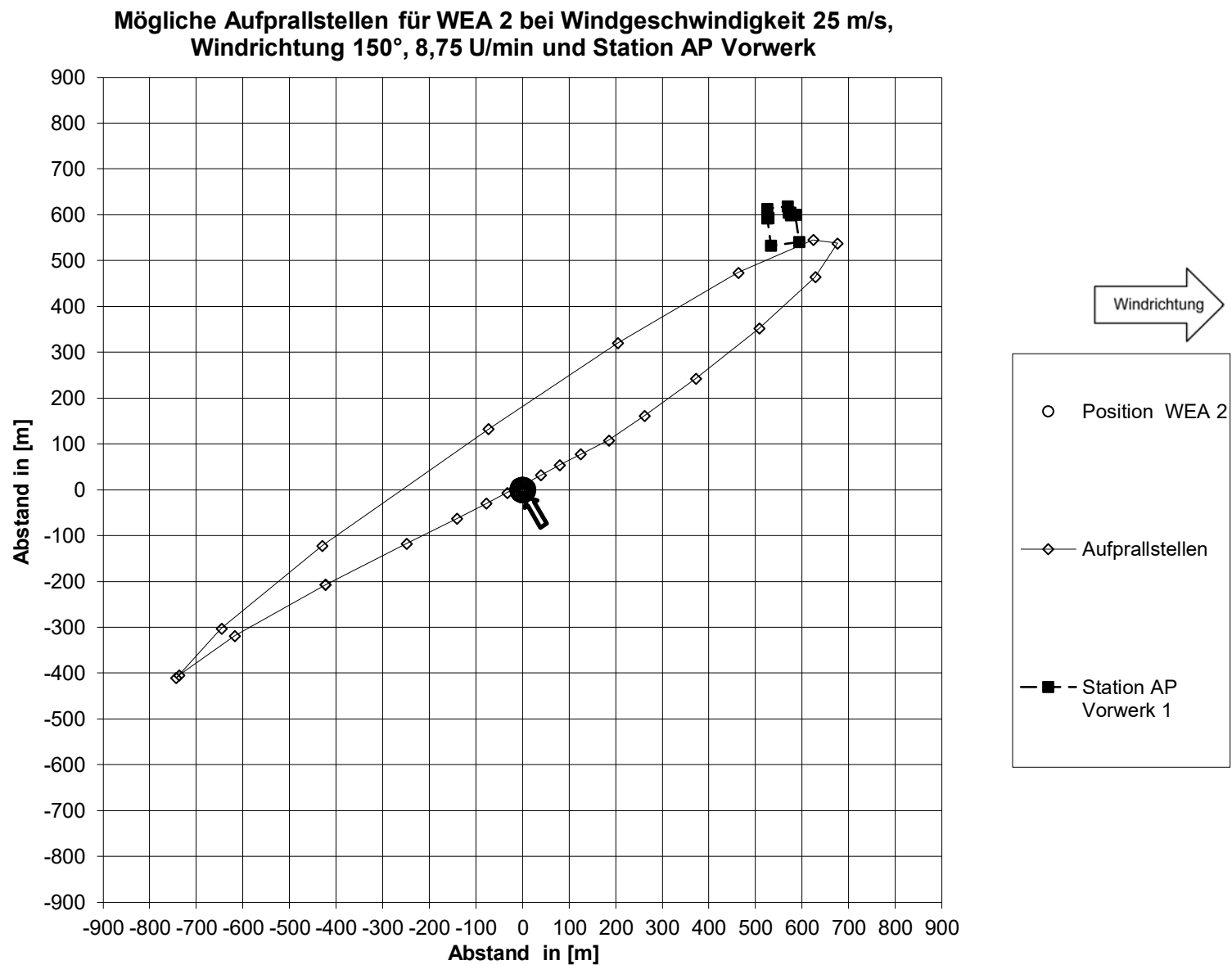


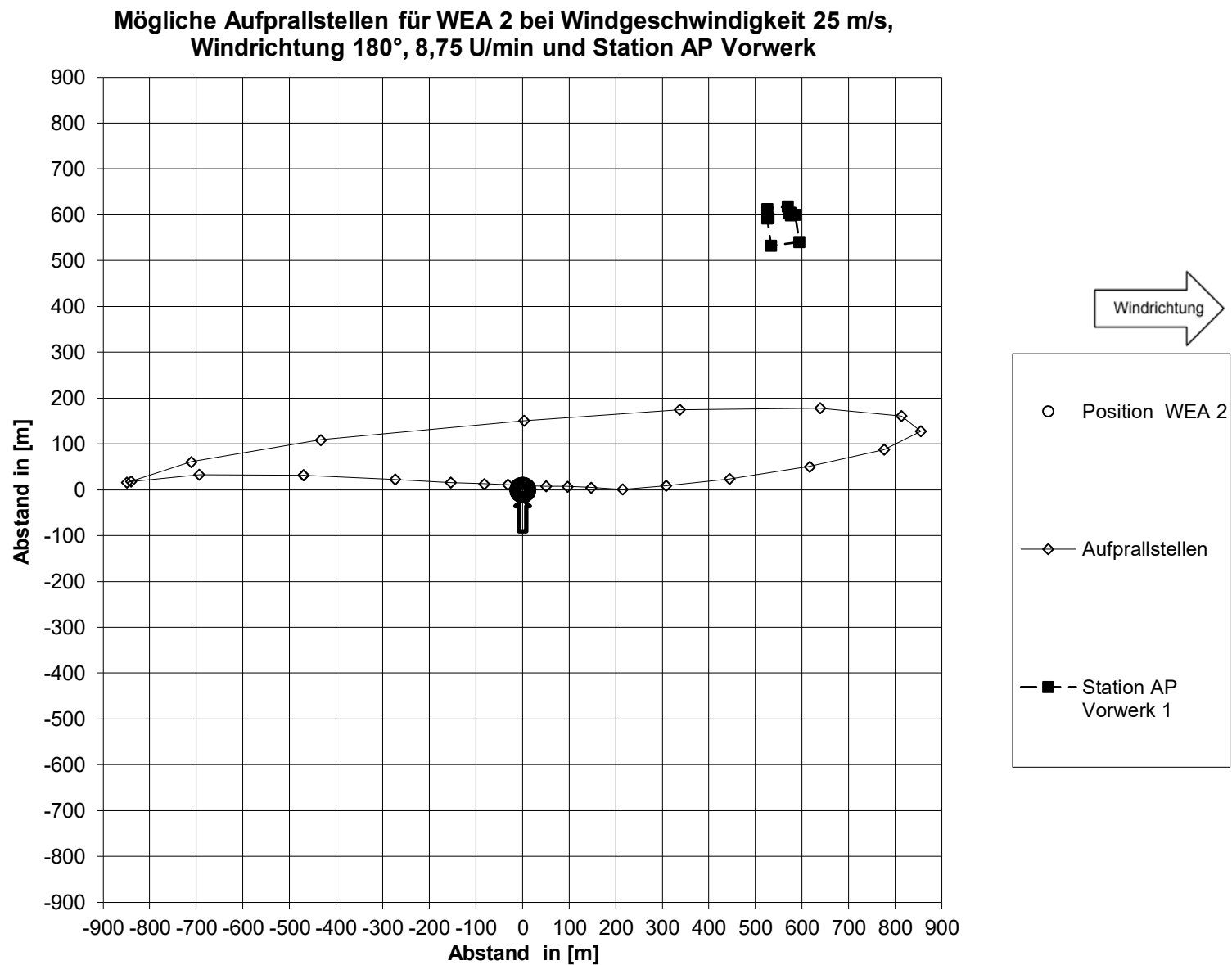


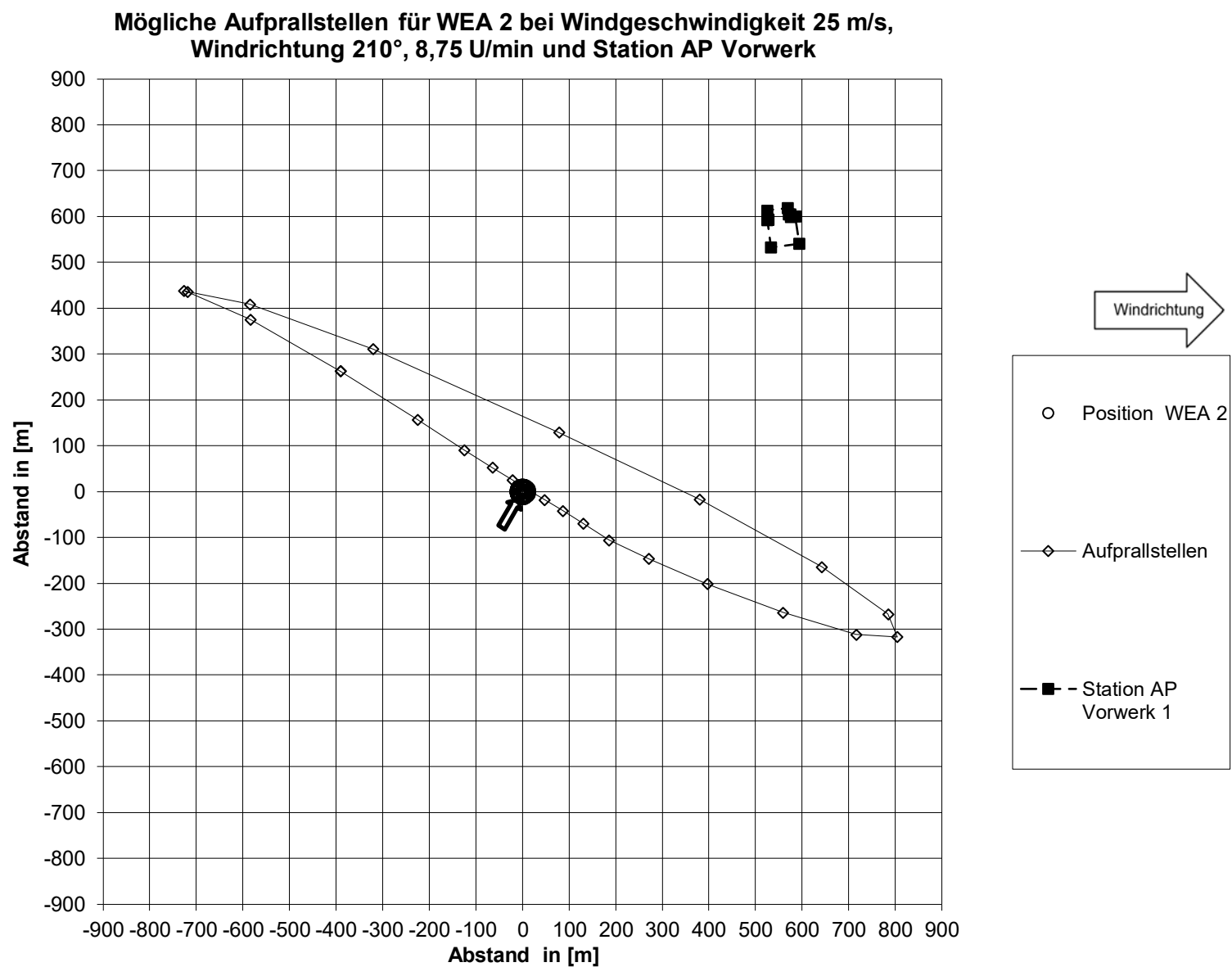


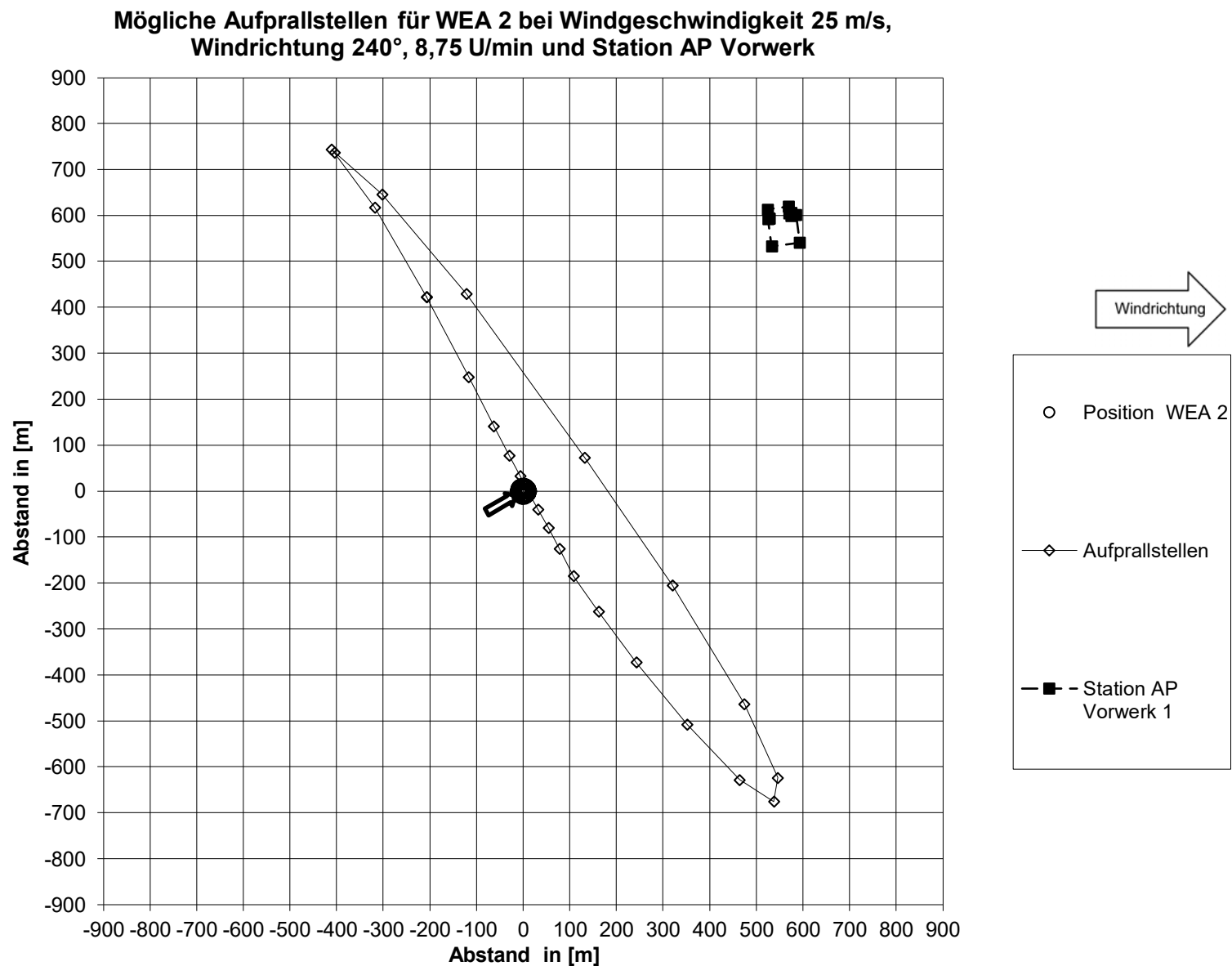


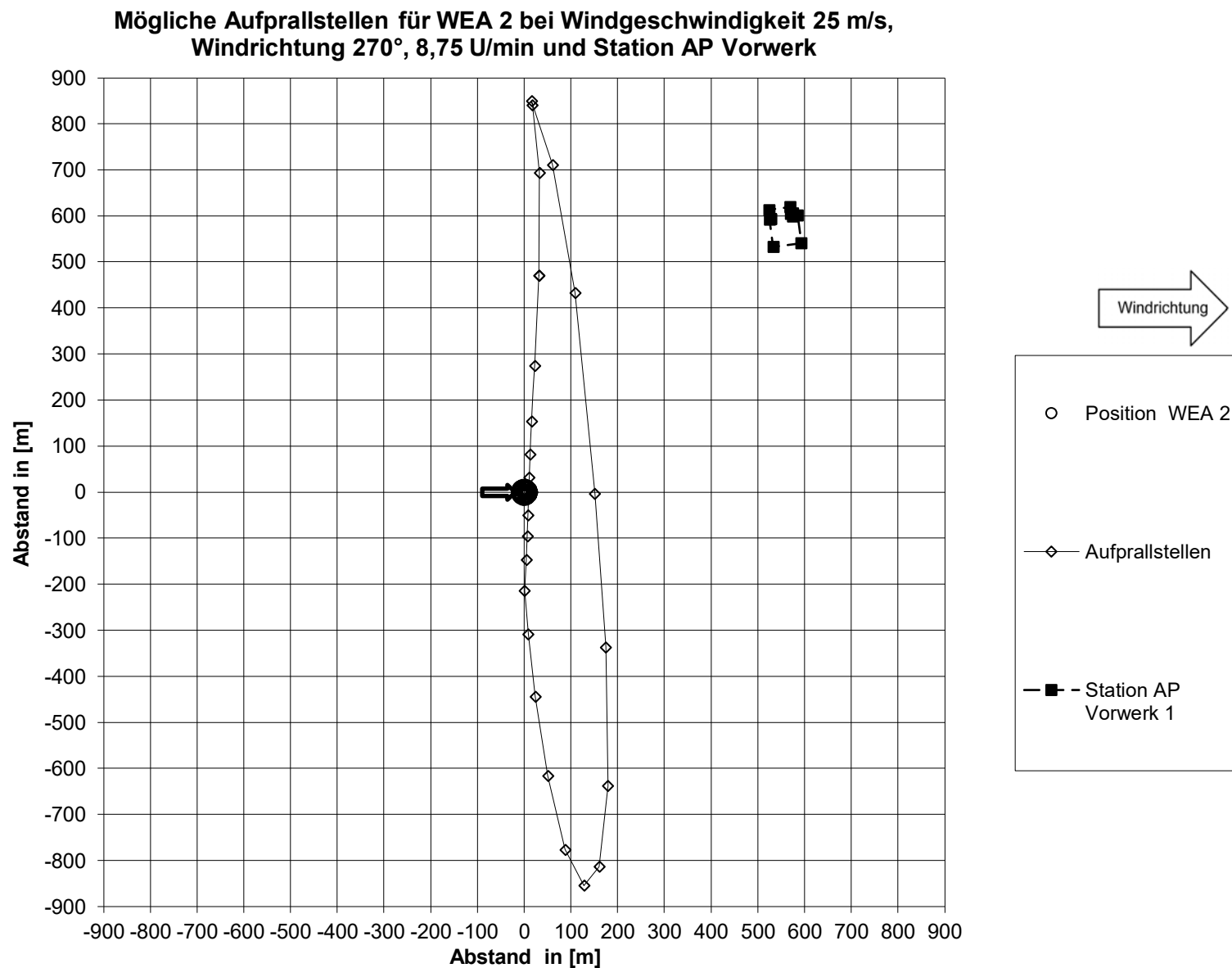
WKA_Wurf_WEA2_E-175_Station_AP_Vorwerk_RB30.xlsm
[Dia_Ri5]

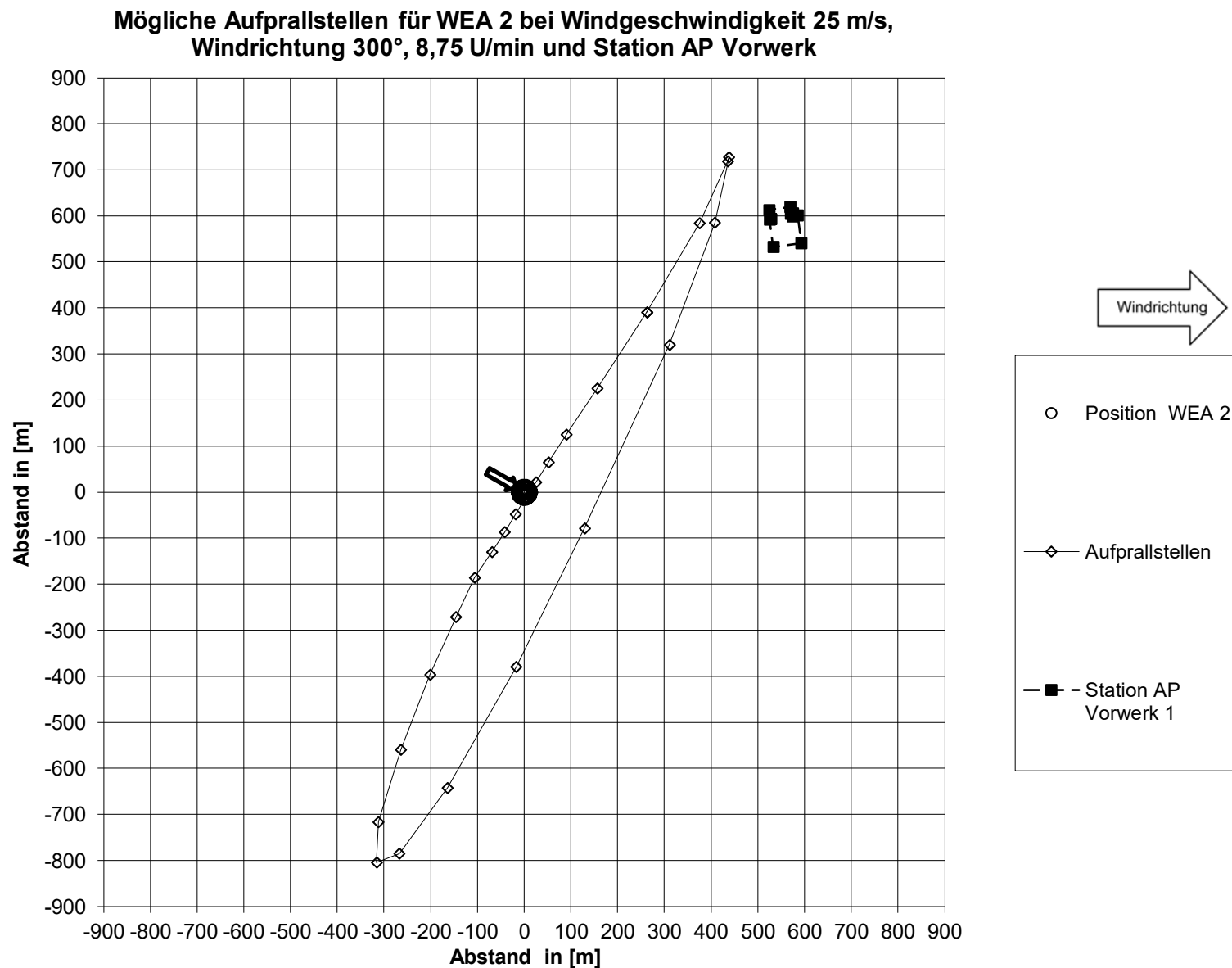


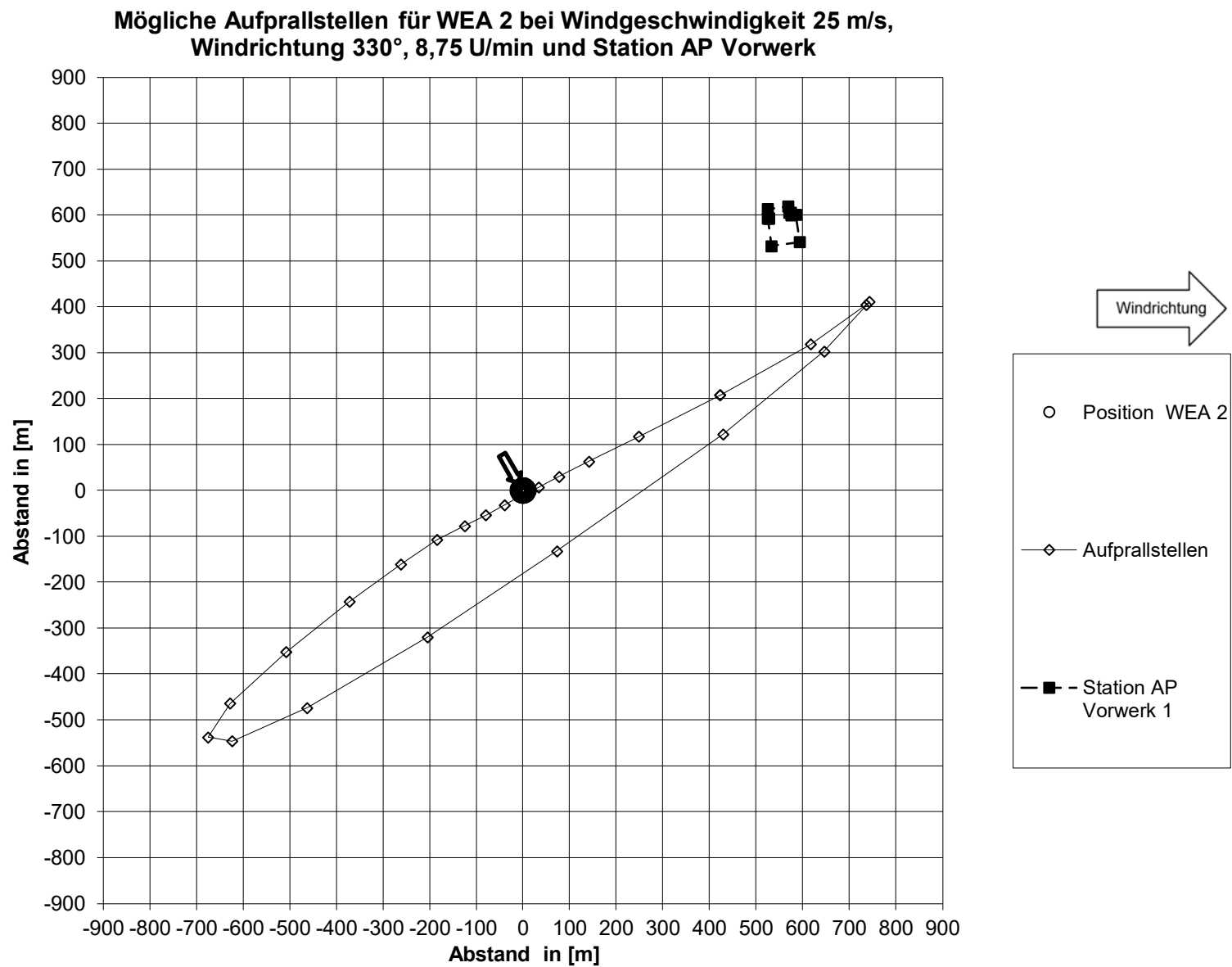






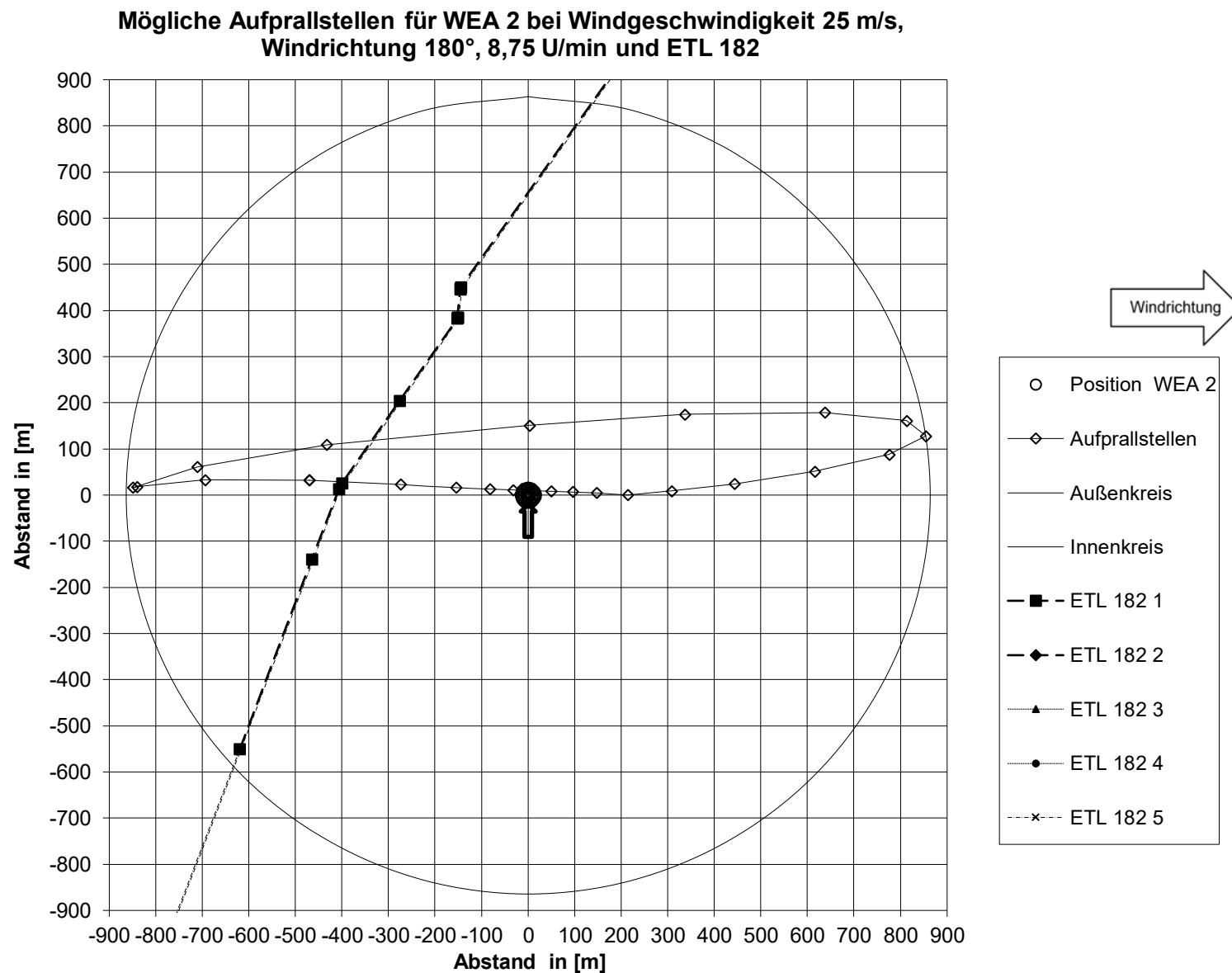


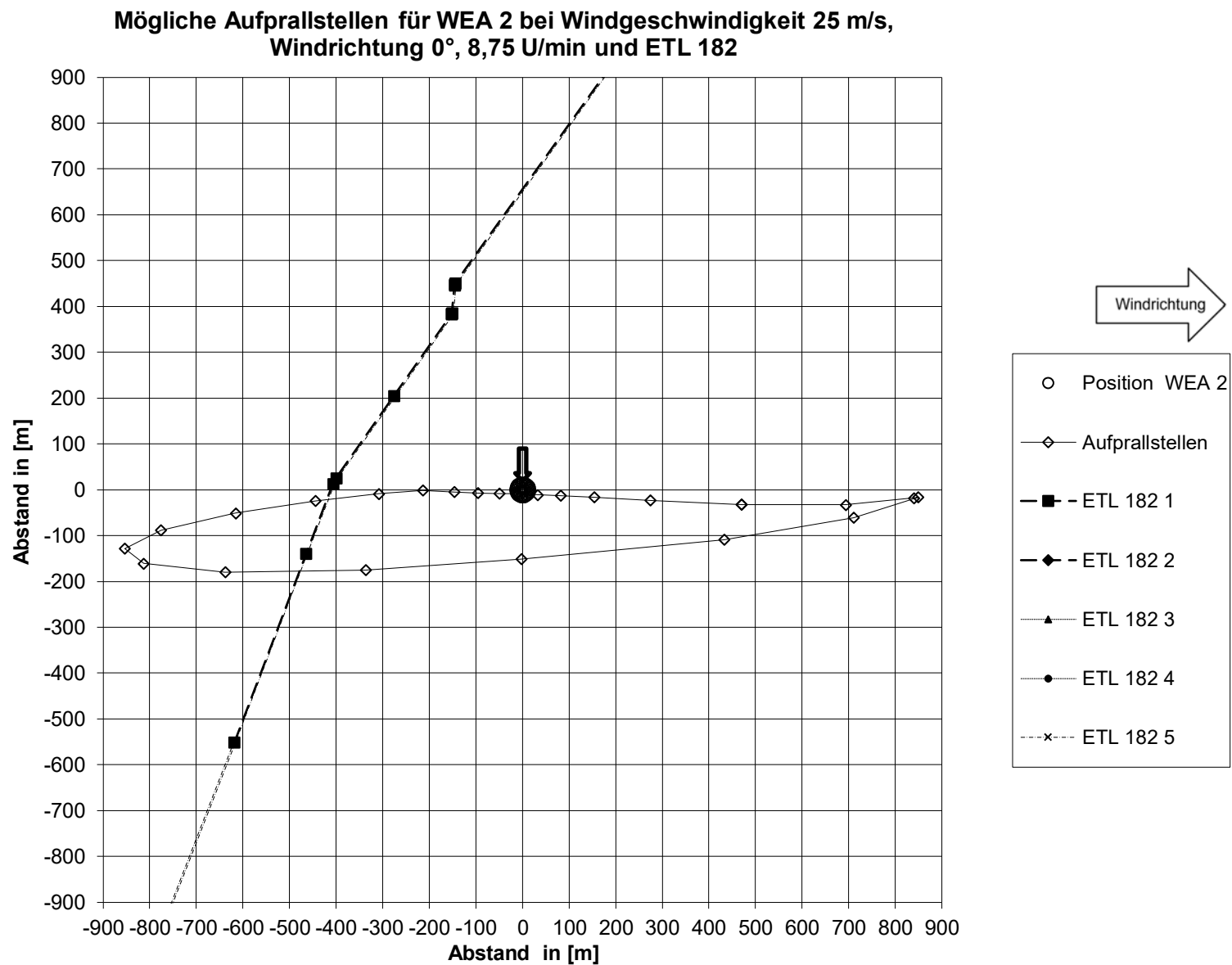




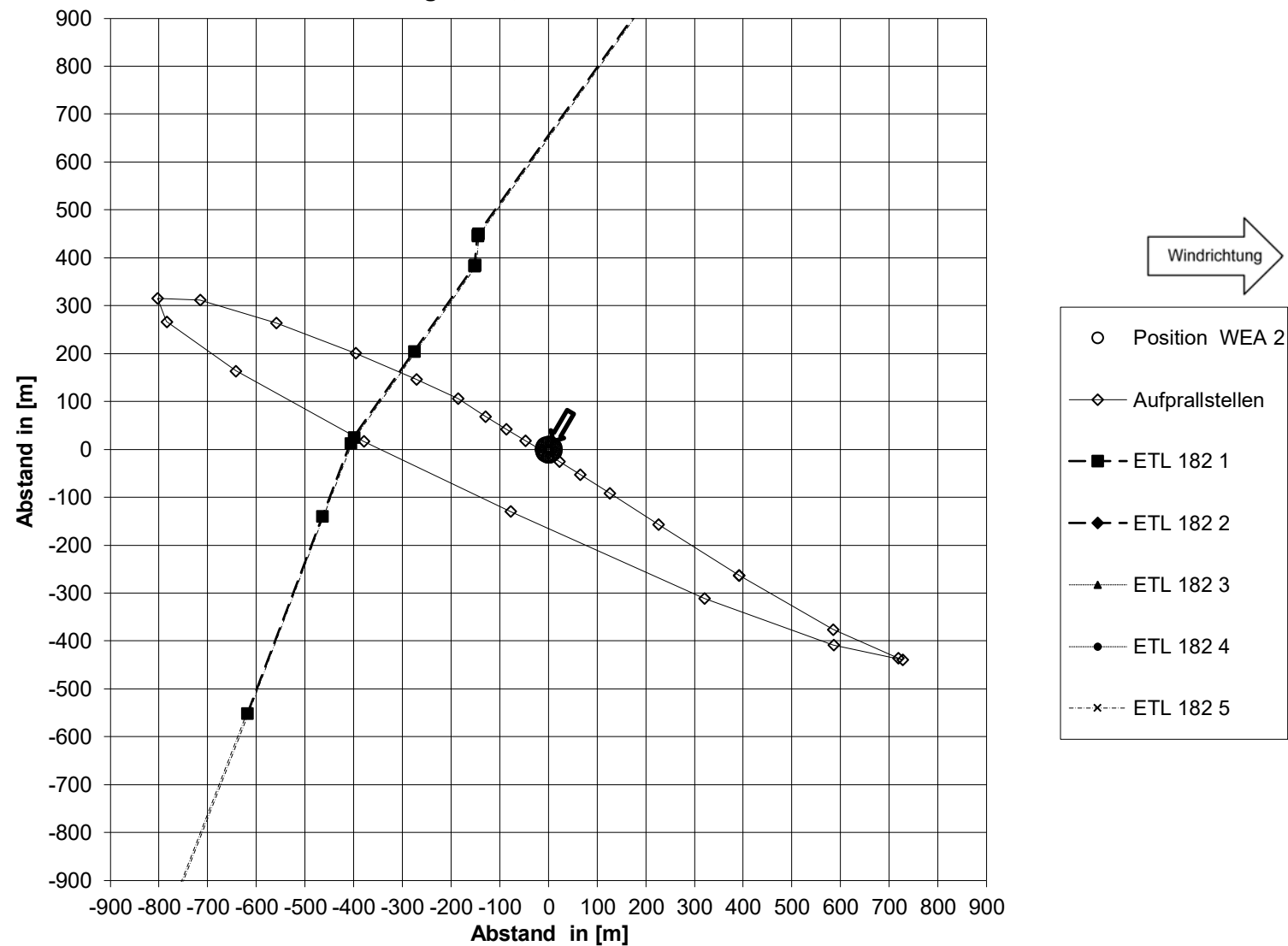
Anlage

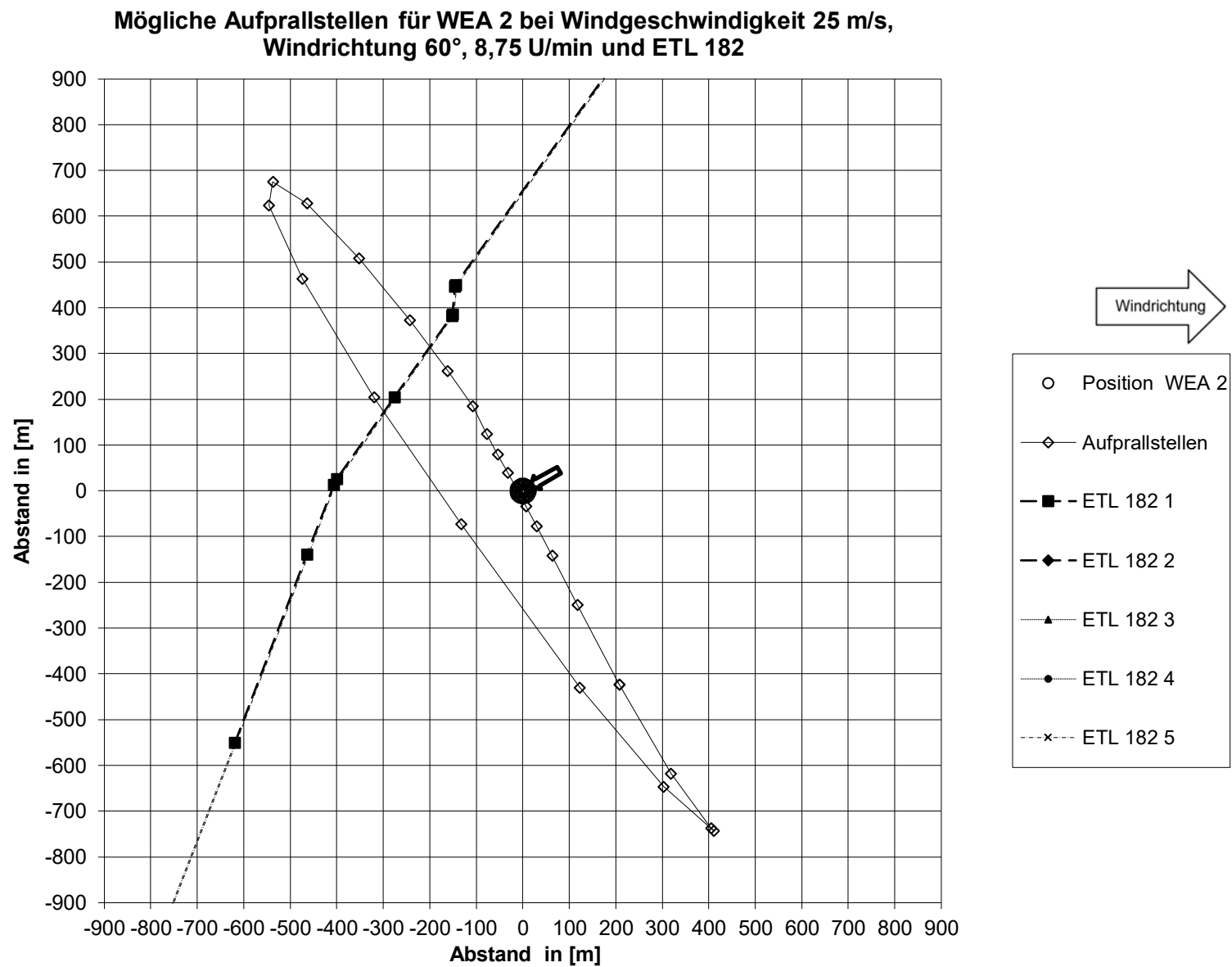
A 10 ETL 182 bei Helmste - Gefährdung durch Abwurf von 30-%-Rotor-
blatt durch WEA 2

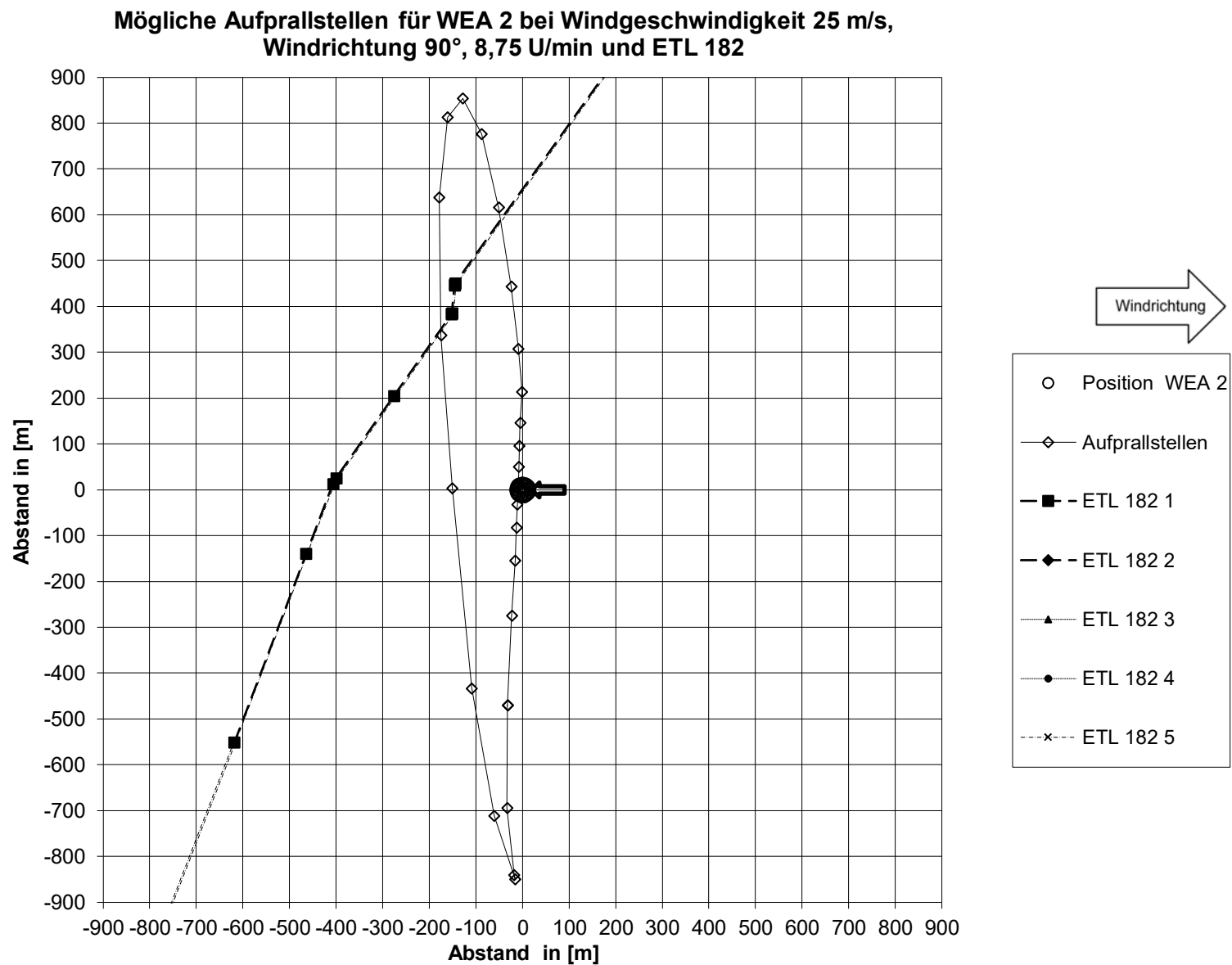


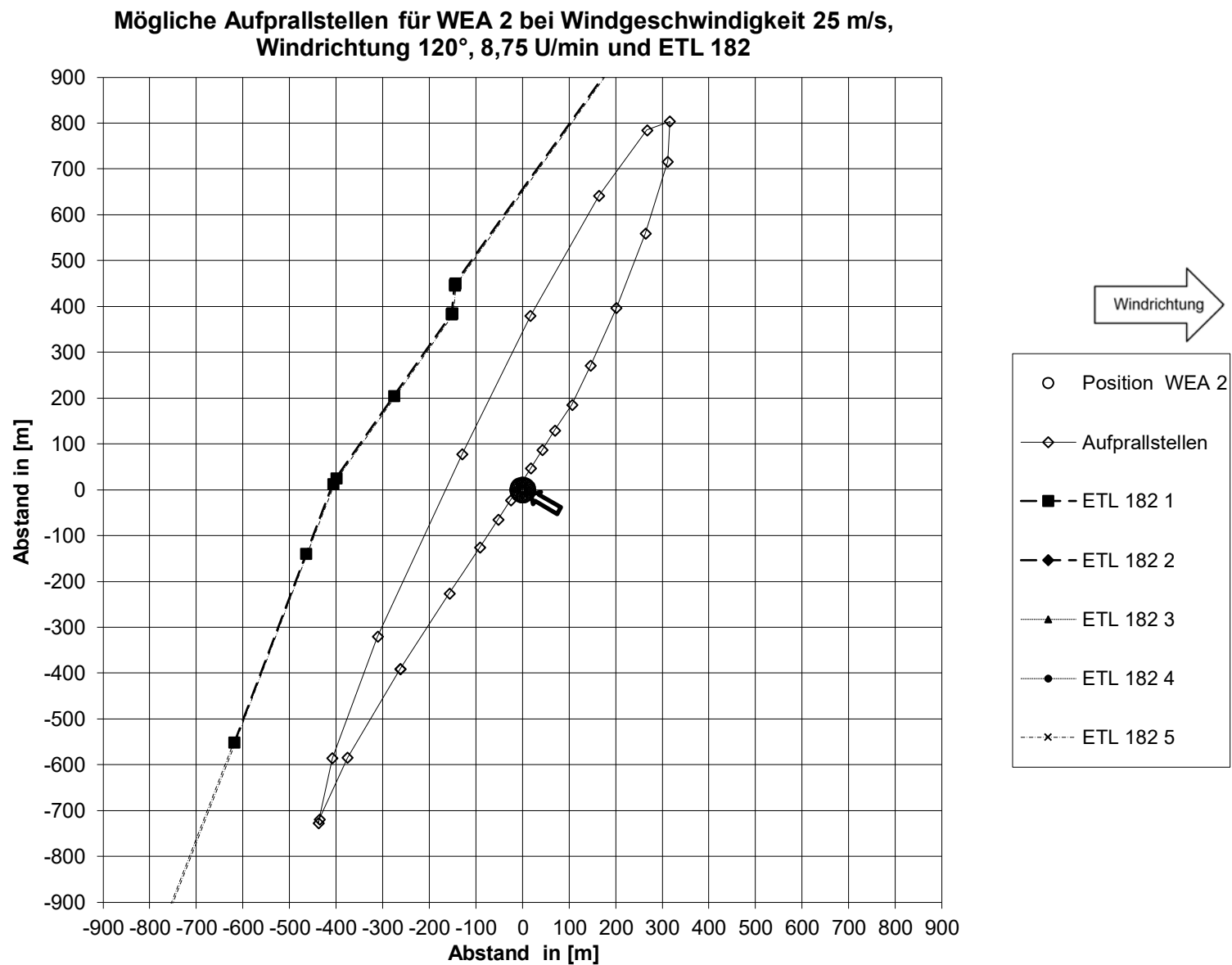


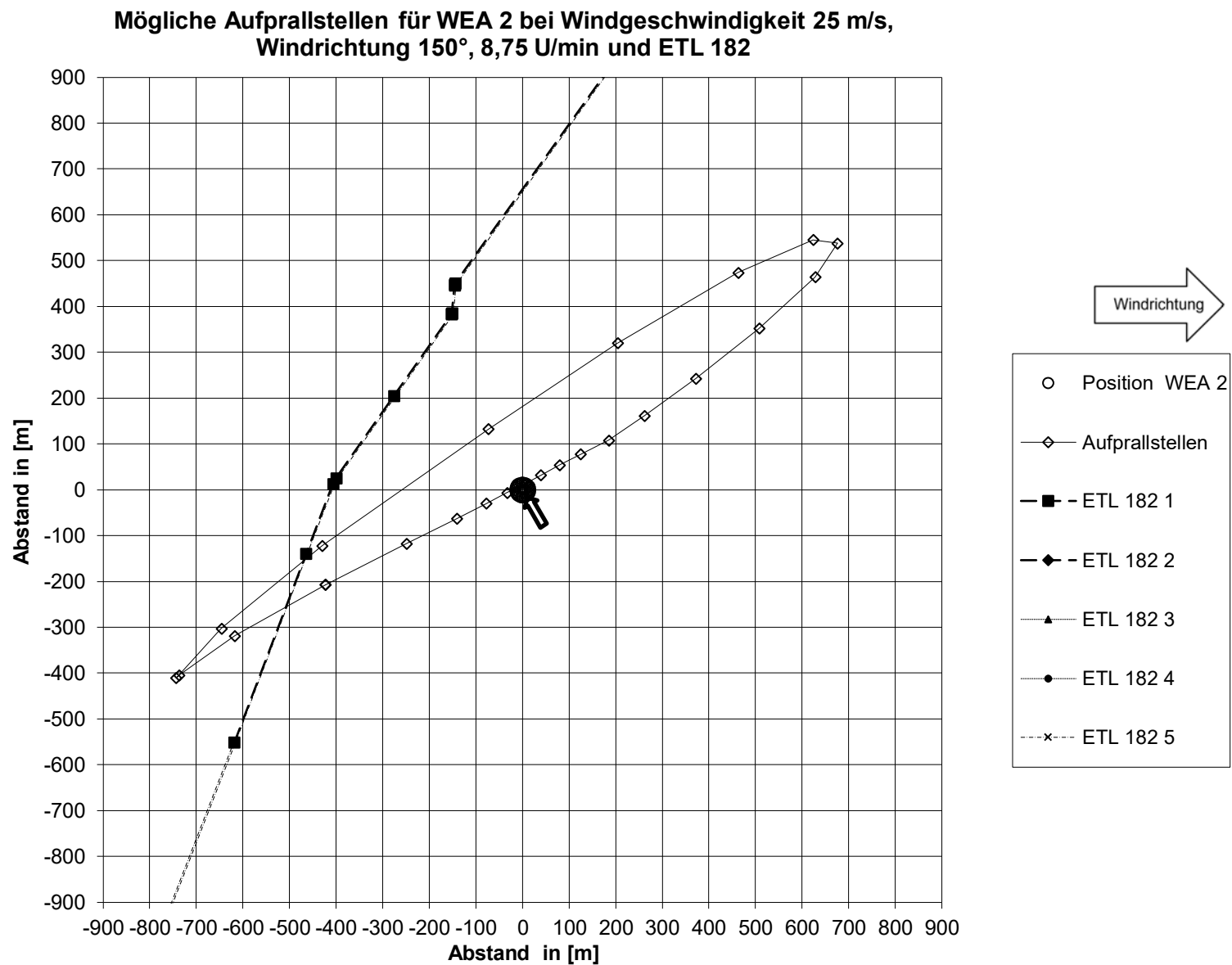
**Mögliche Aufprallstellen für WEA 2 bei Windgeschwindigkeit 25 m/s,
Windrichtung 30°, 8,75 U/min und ETL 182**

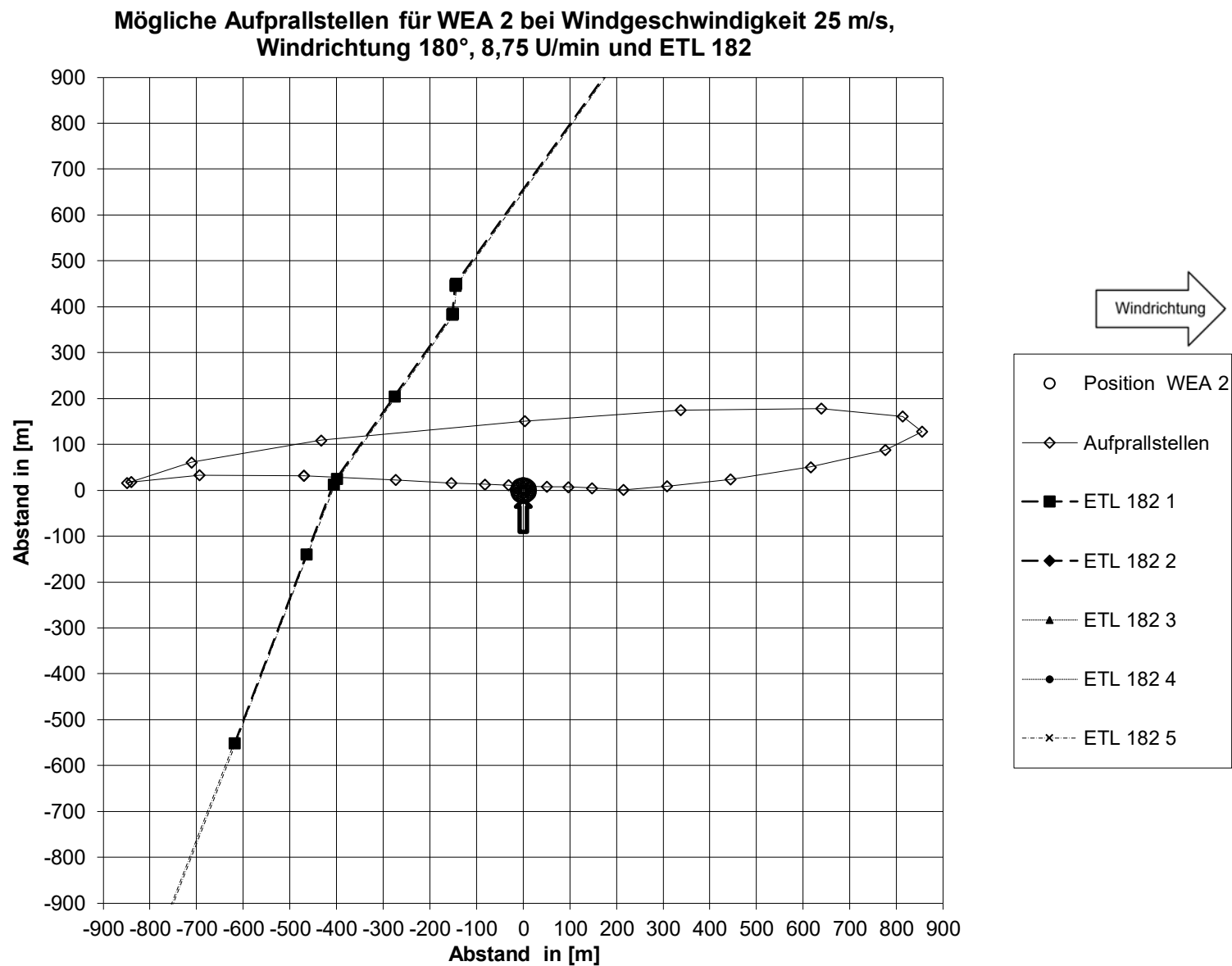


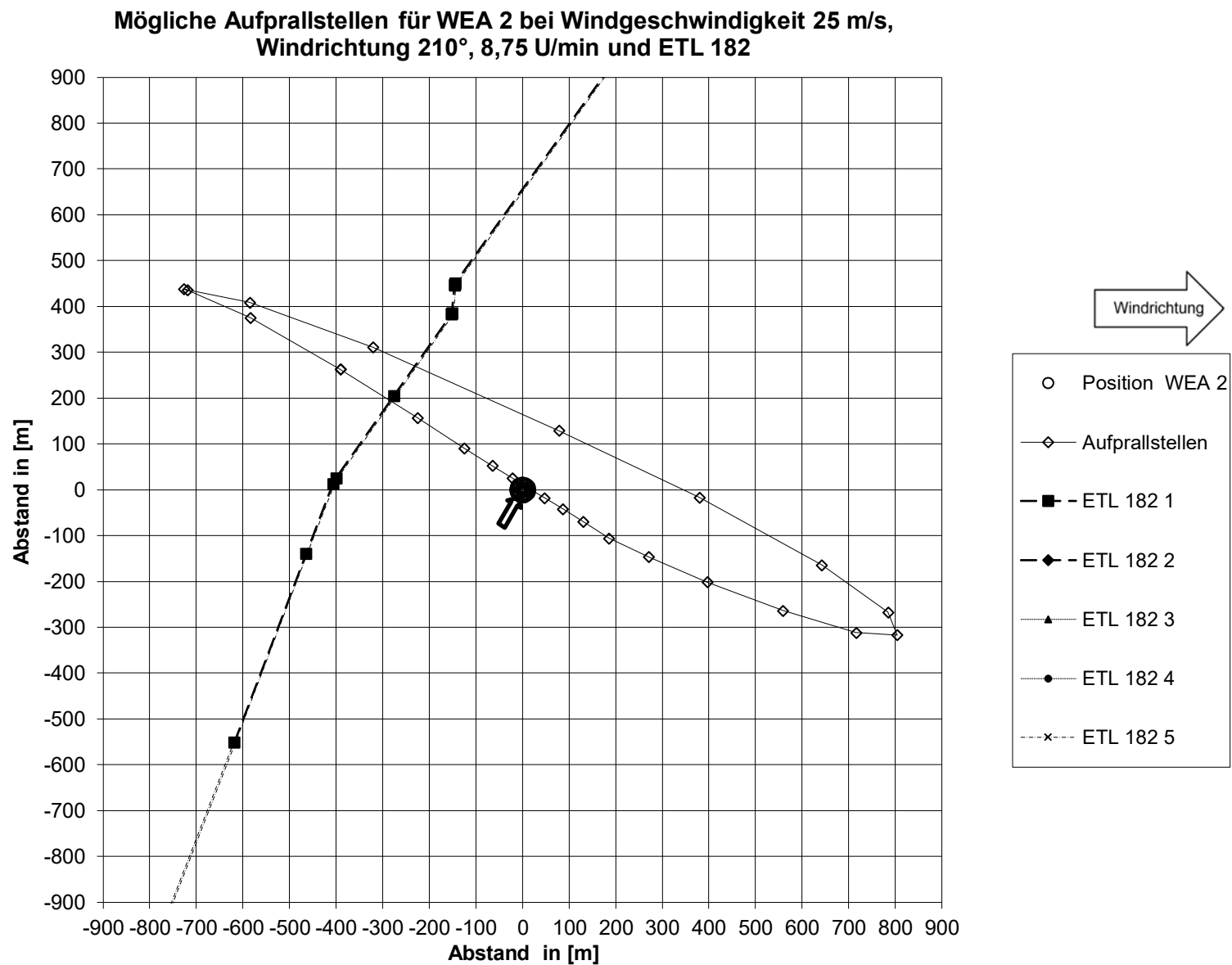


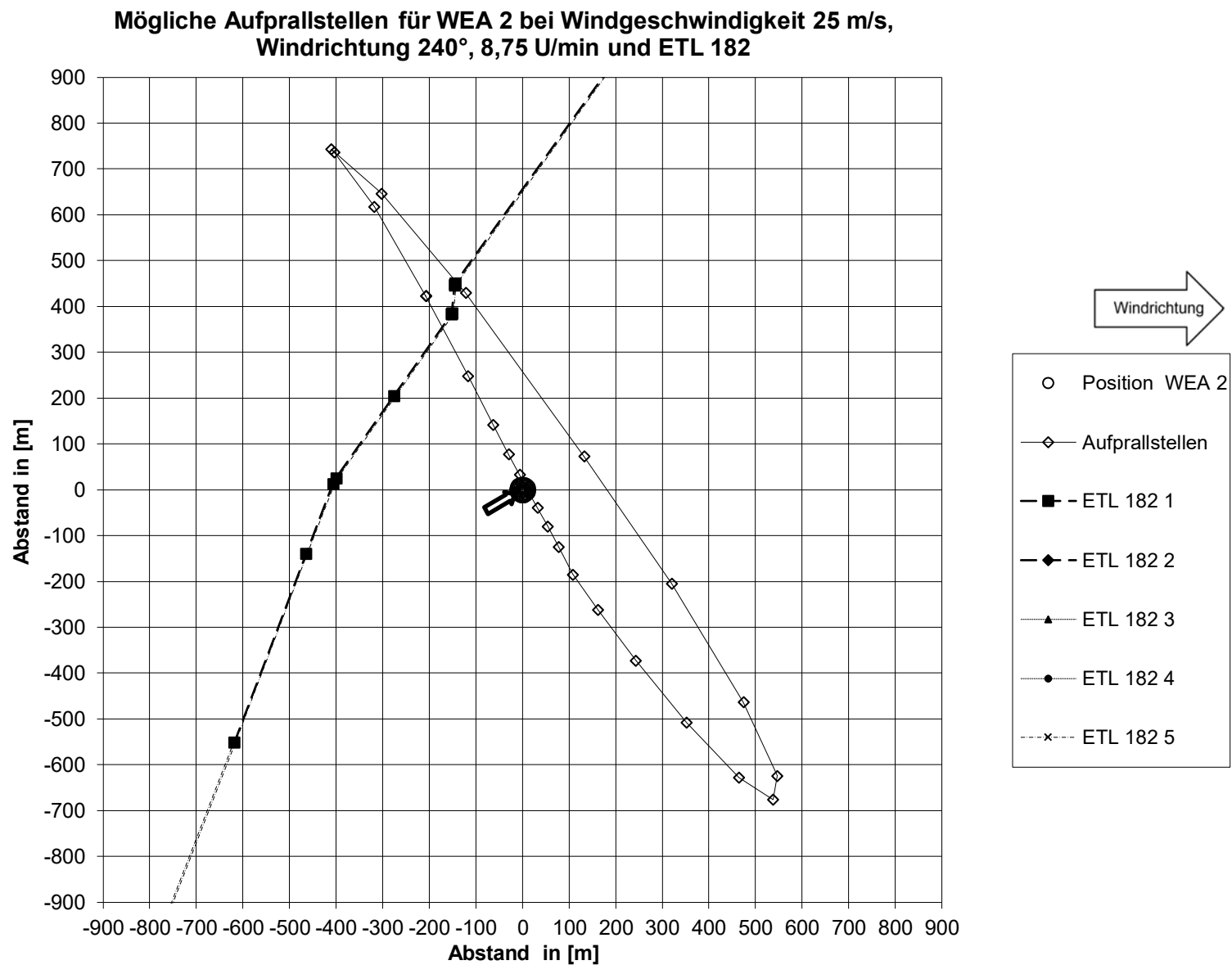




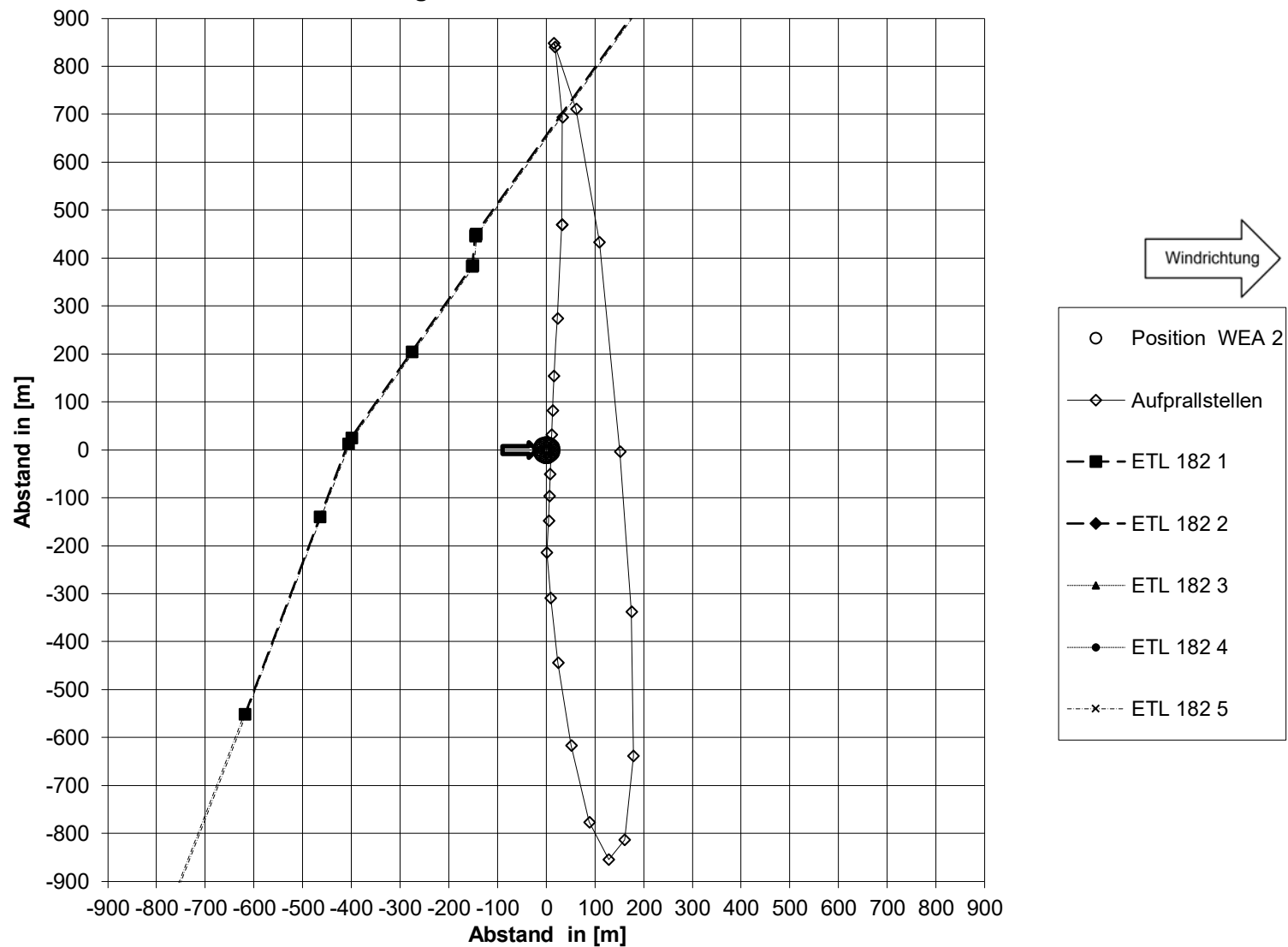


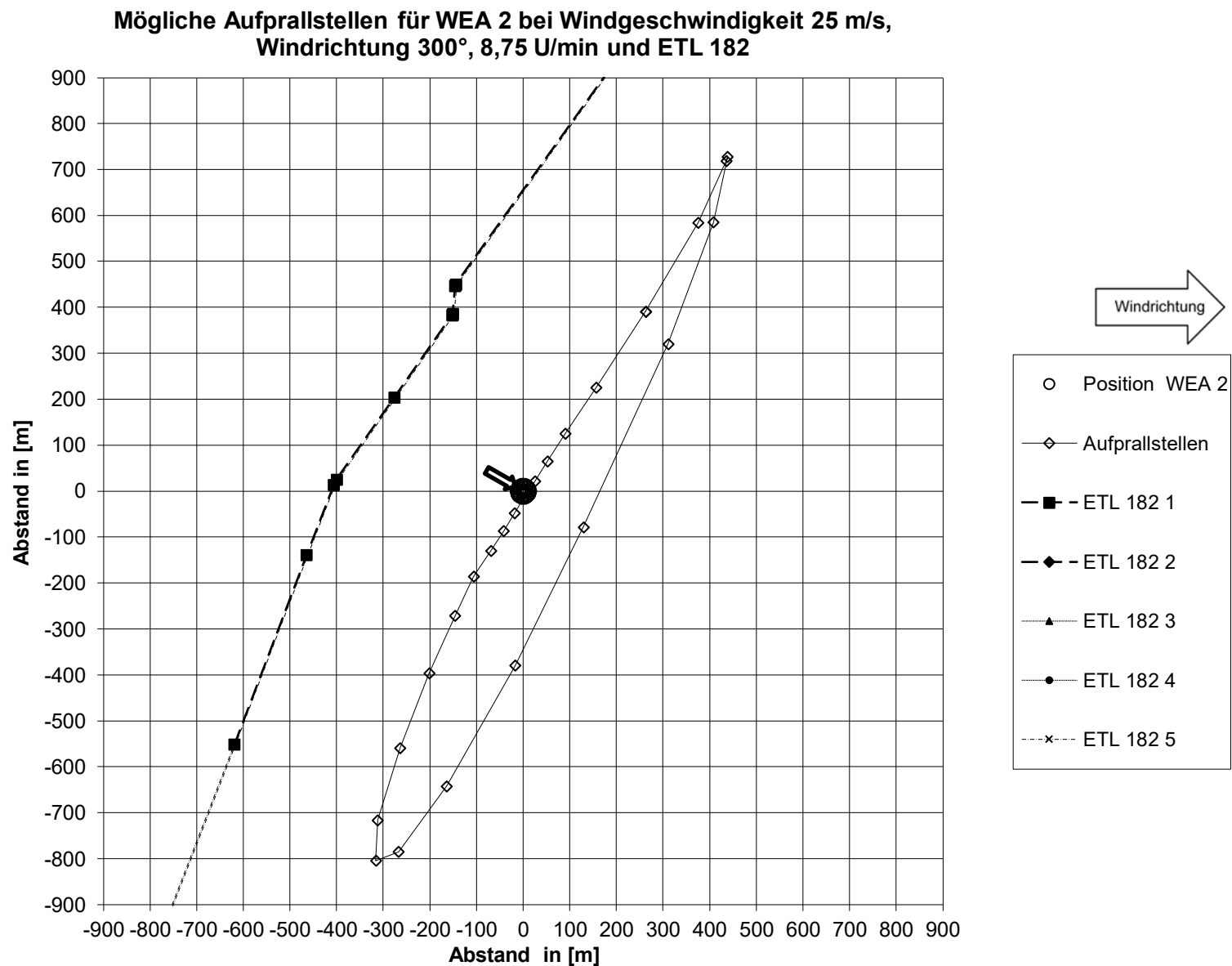




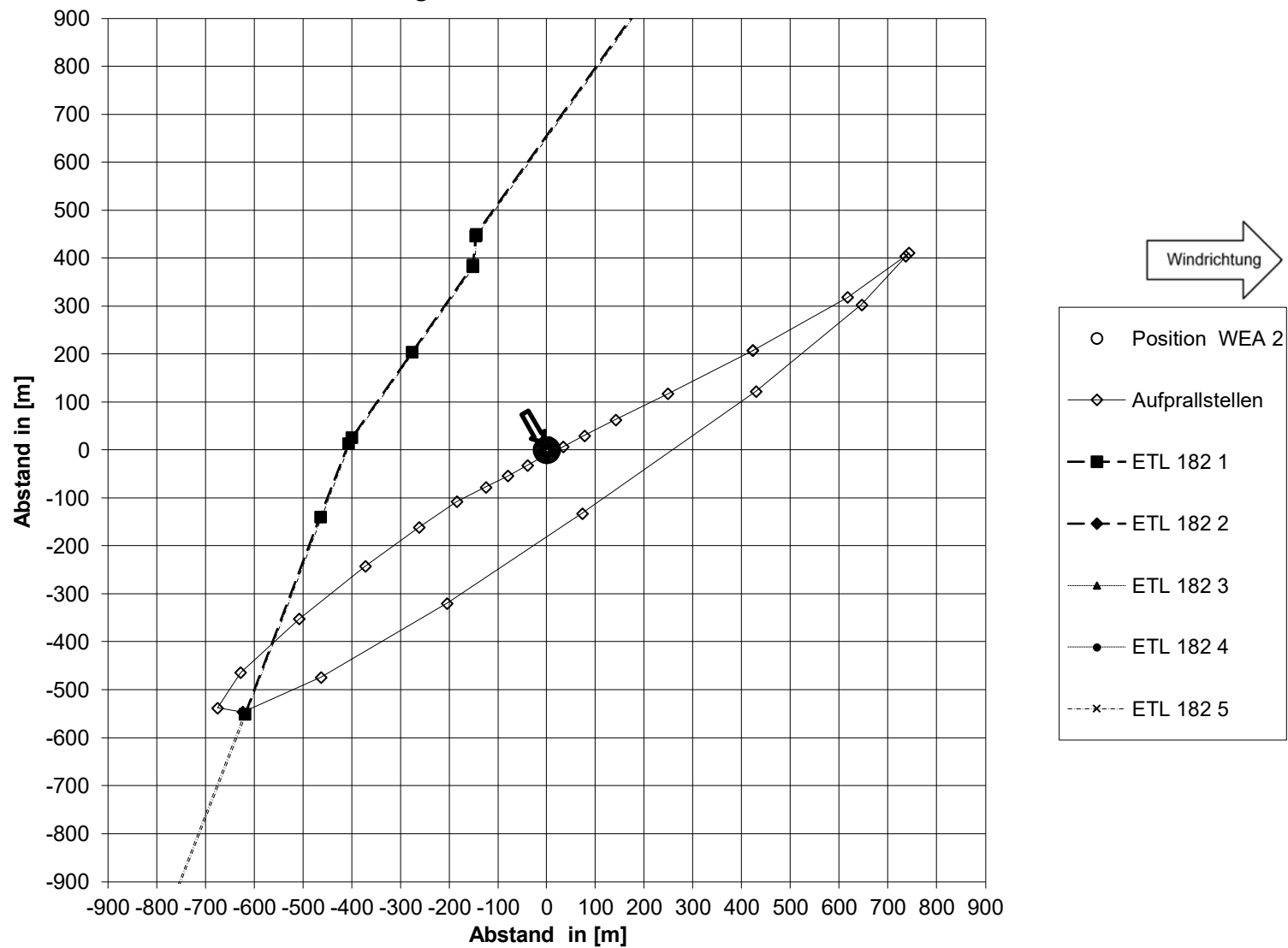


**Mögliche Aufprallstellen für WEA 2 bei Windgeschwindigkeit 25 m/s,
Windrichtung 270°, 8,75 U/min und ETL 182**



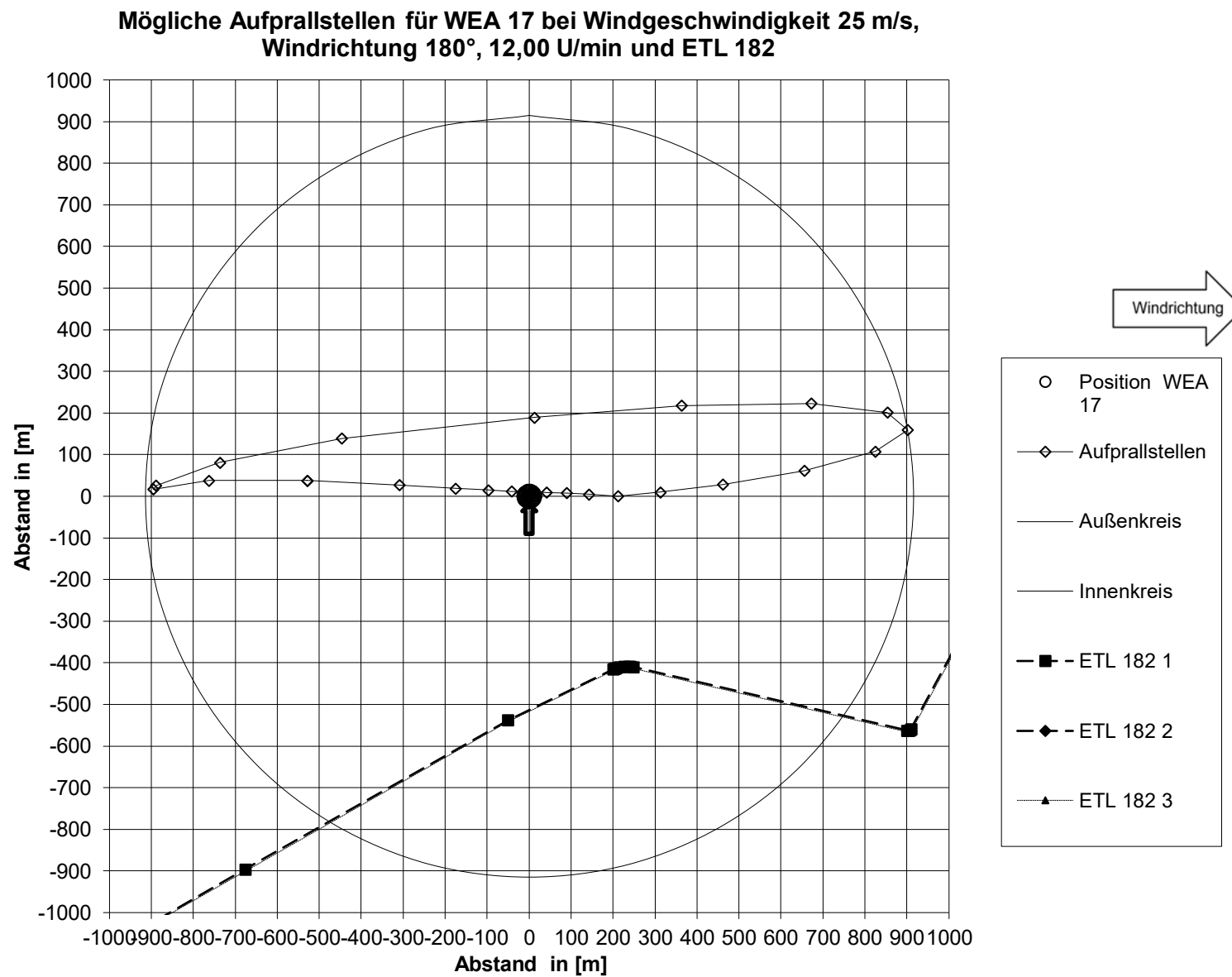


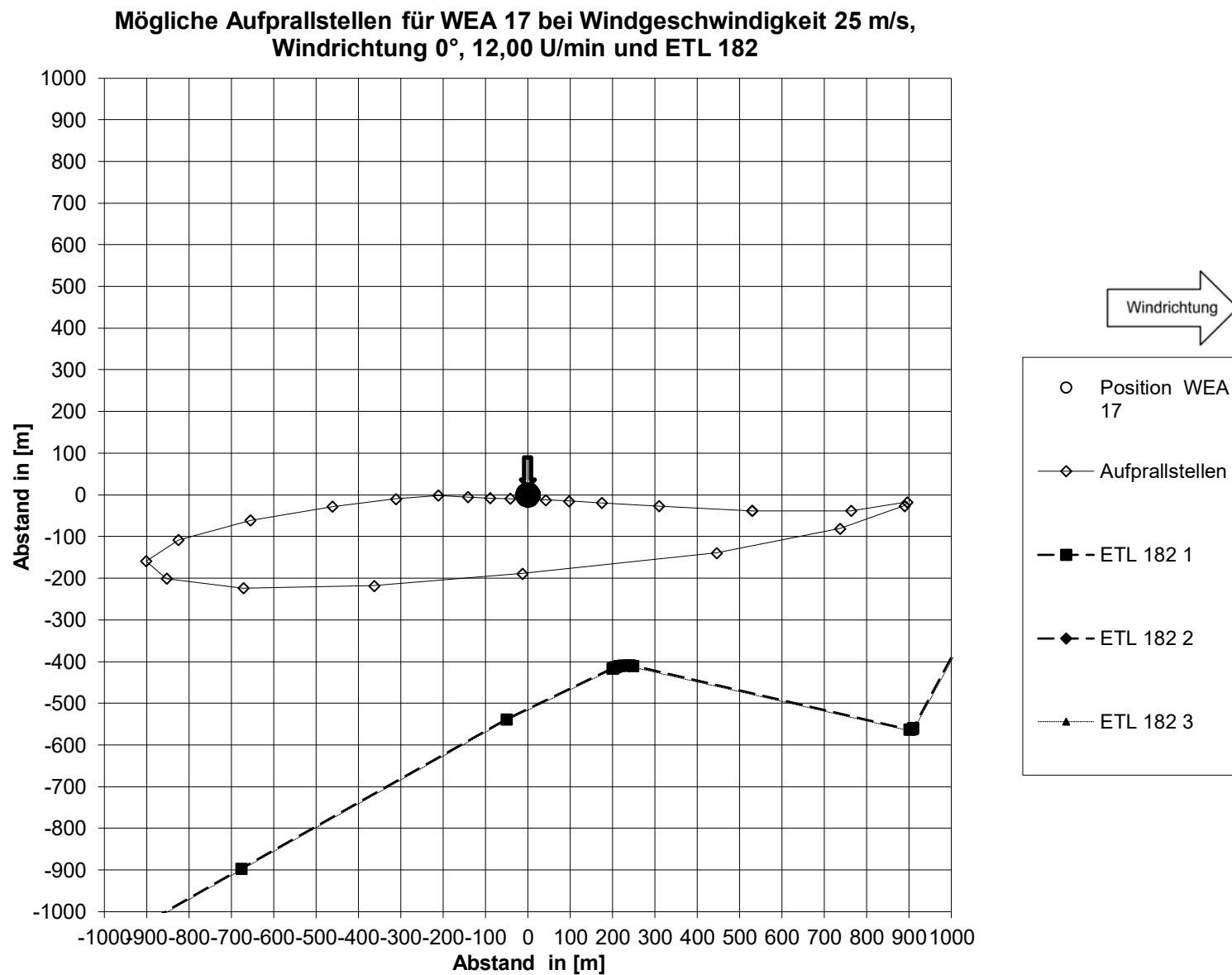
**Mögliche Aufprallstellen für WEA 2 bei Windgeschwindigkeit 25 m/s,
Windrichtung 330°, 8,75 U/min und ETL 182**

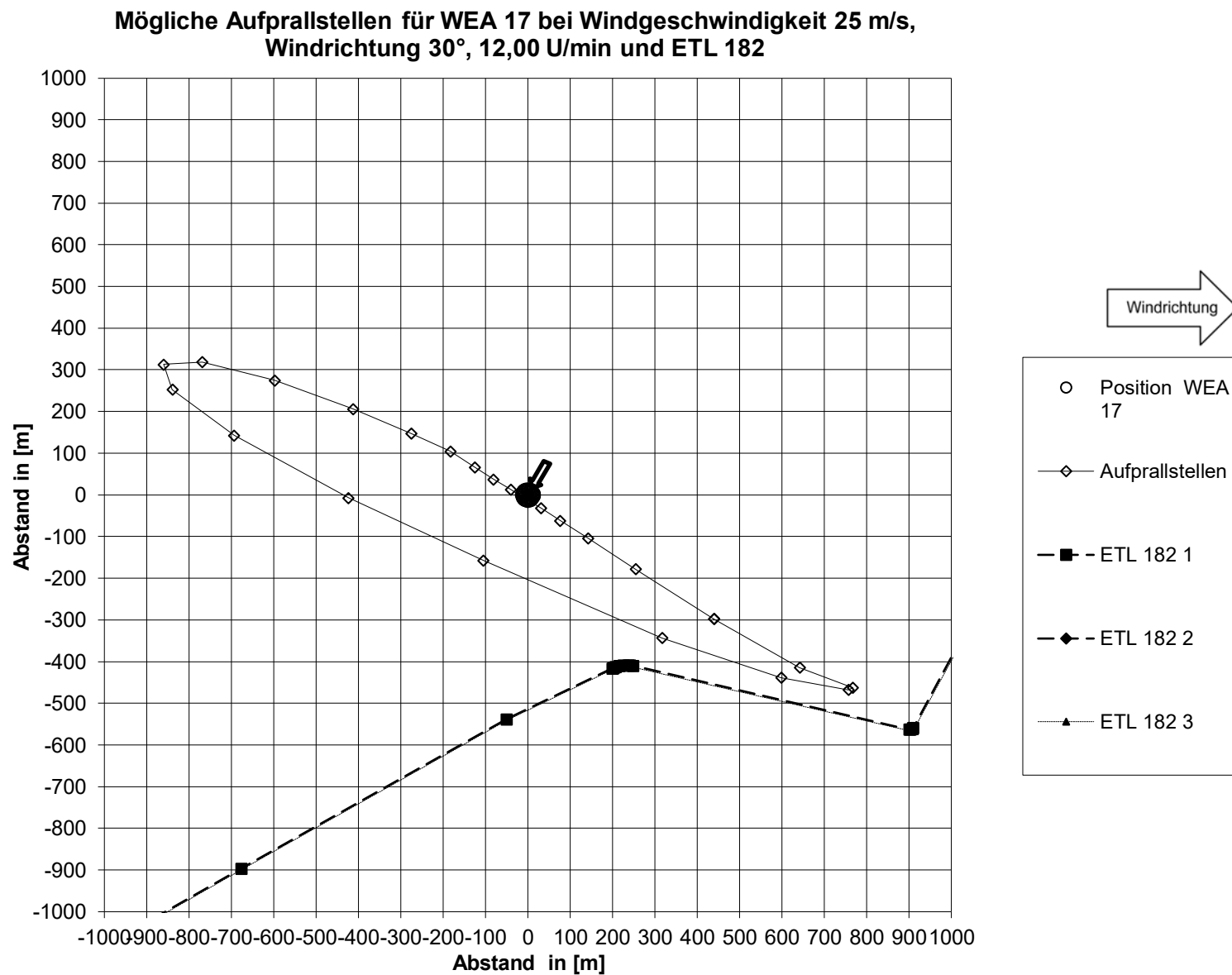


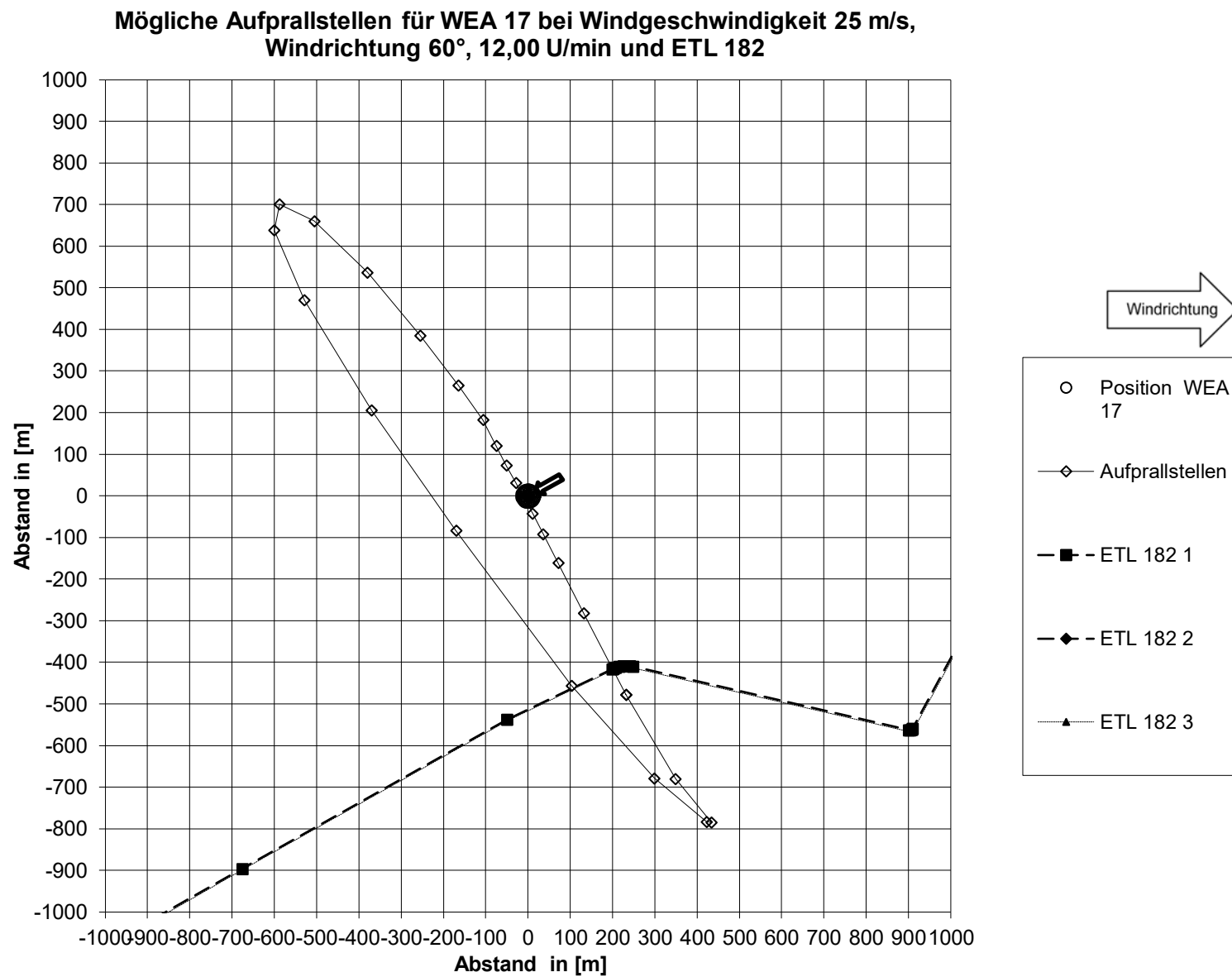
Anlage

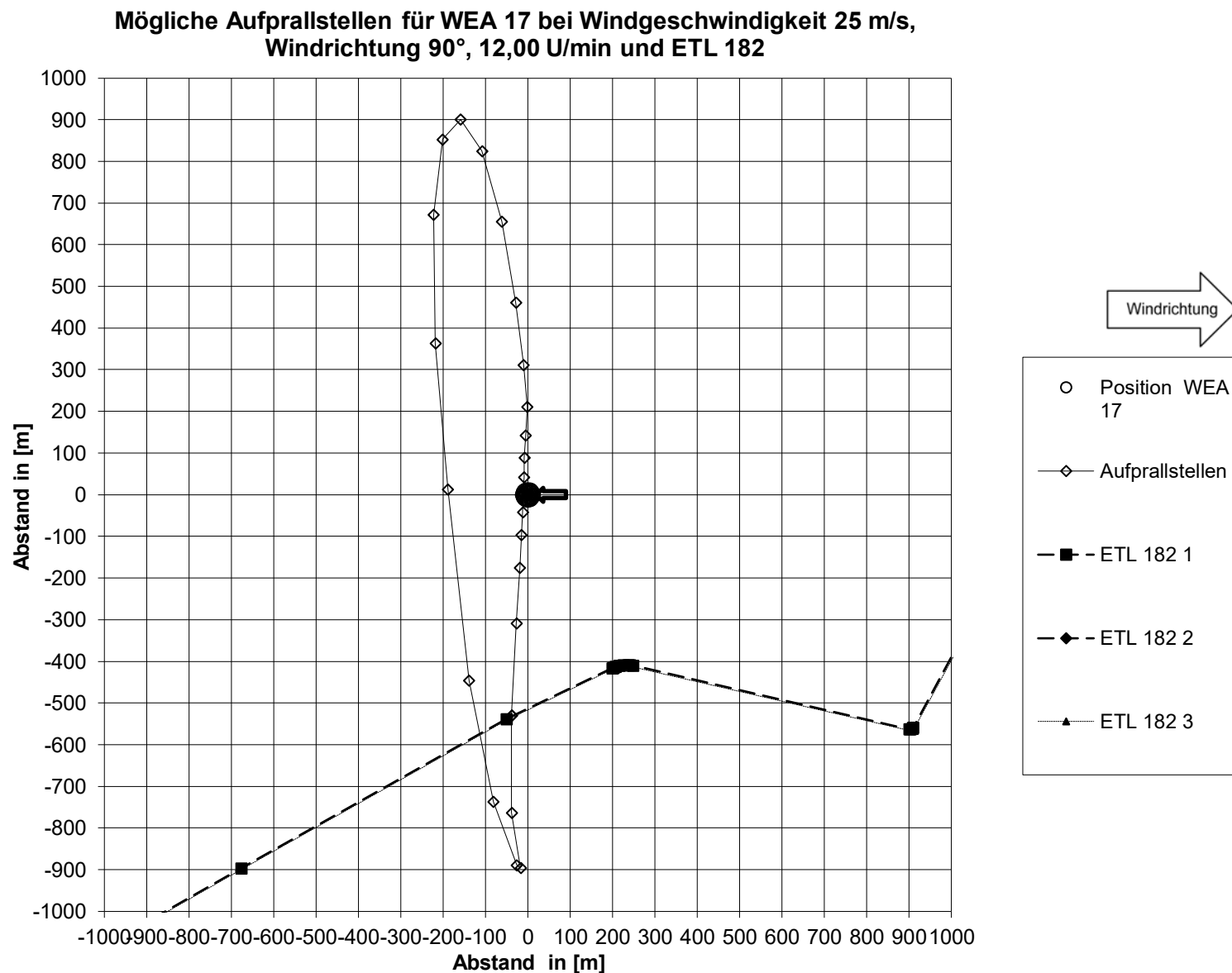
A 11 ETL 182 bei Brest - Gefährdung durch Abwurf von 30-%-Rotorblatt
 durch WEA 17



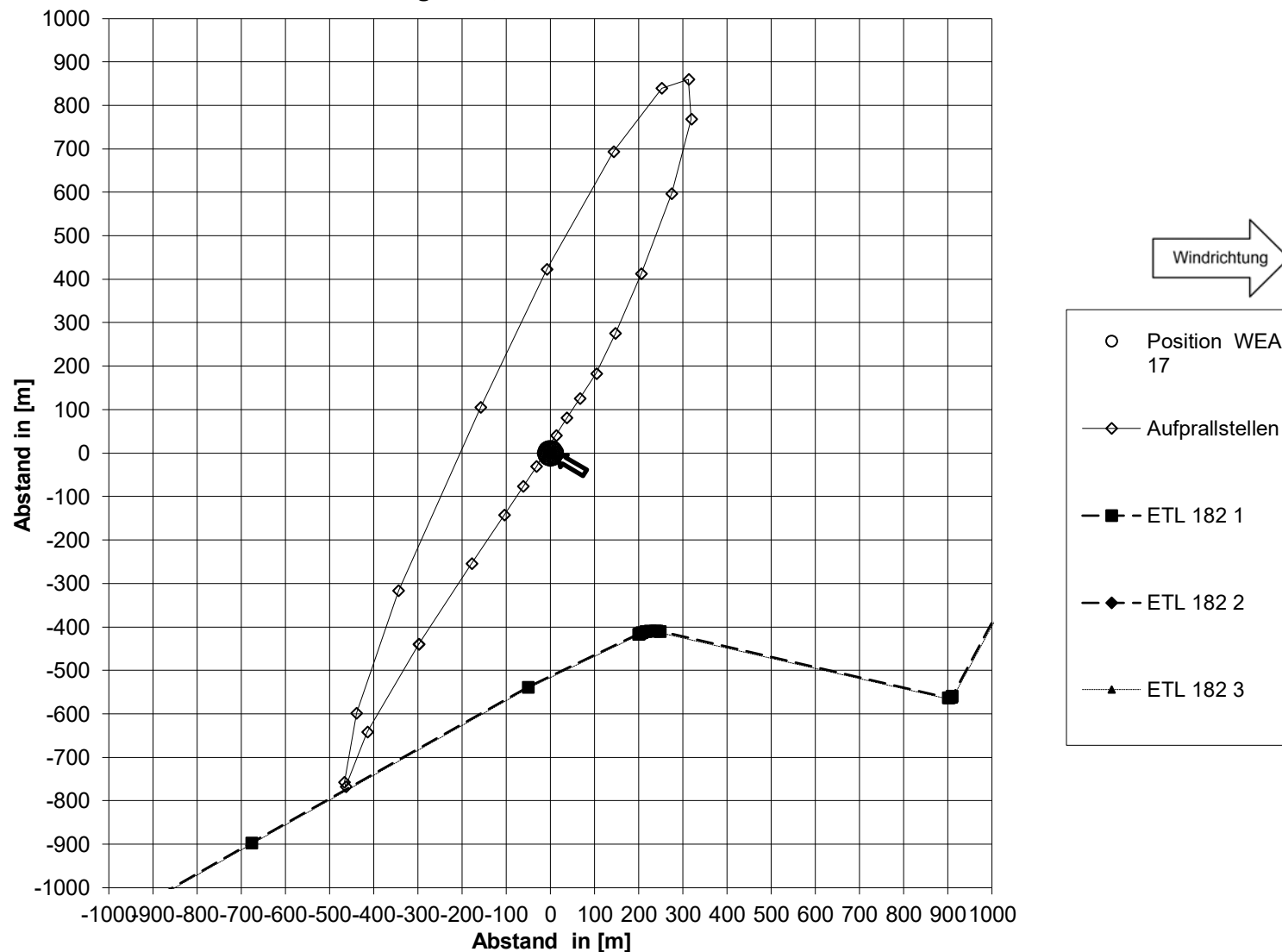


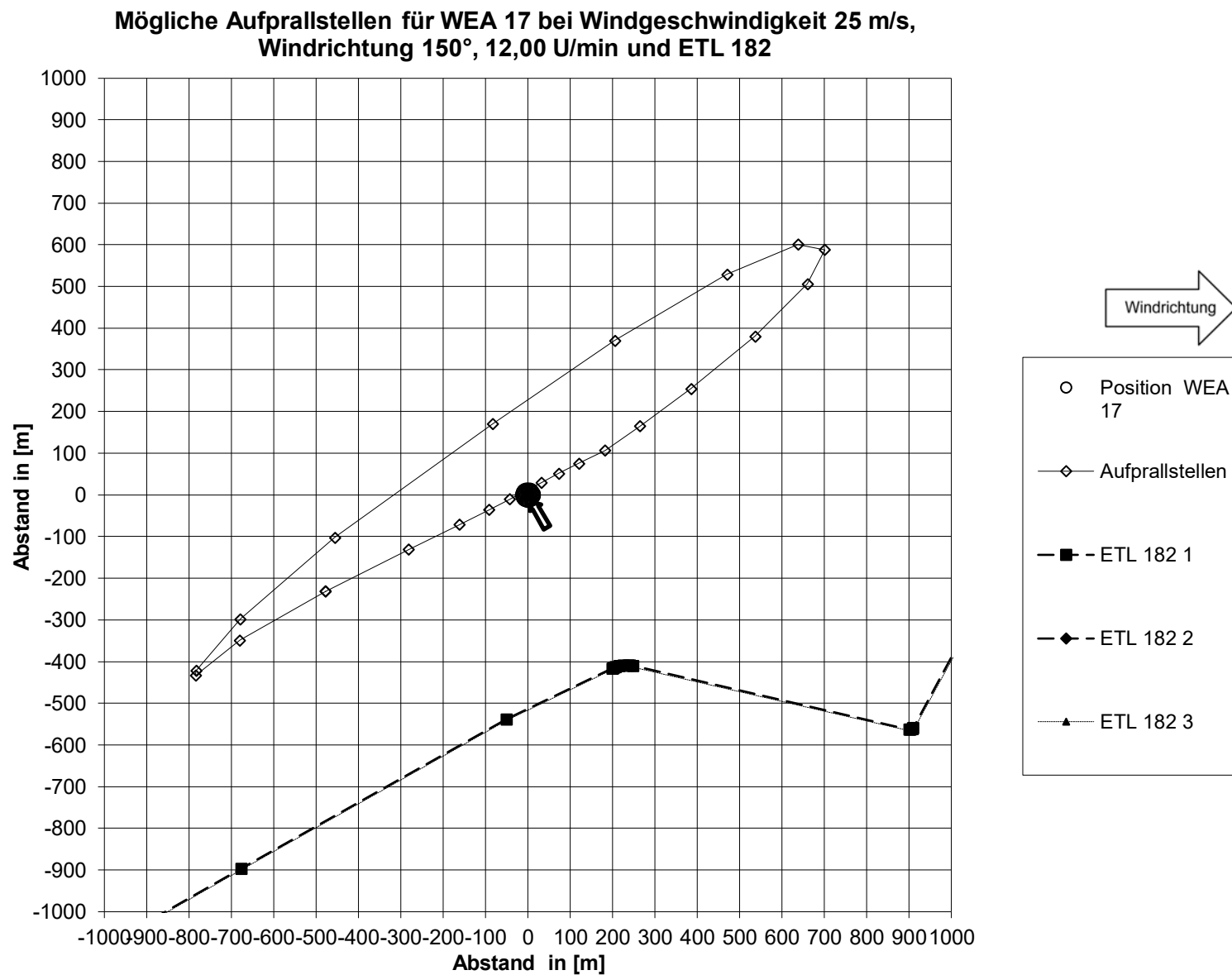


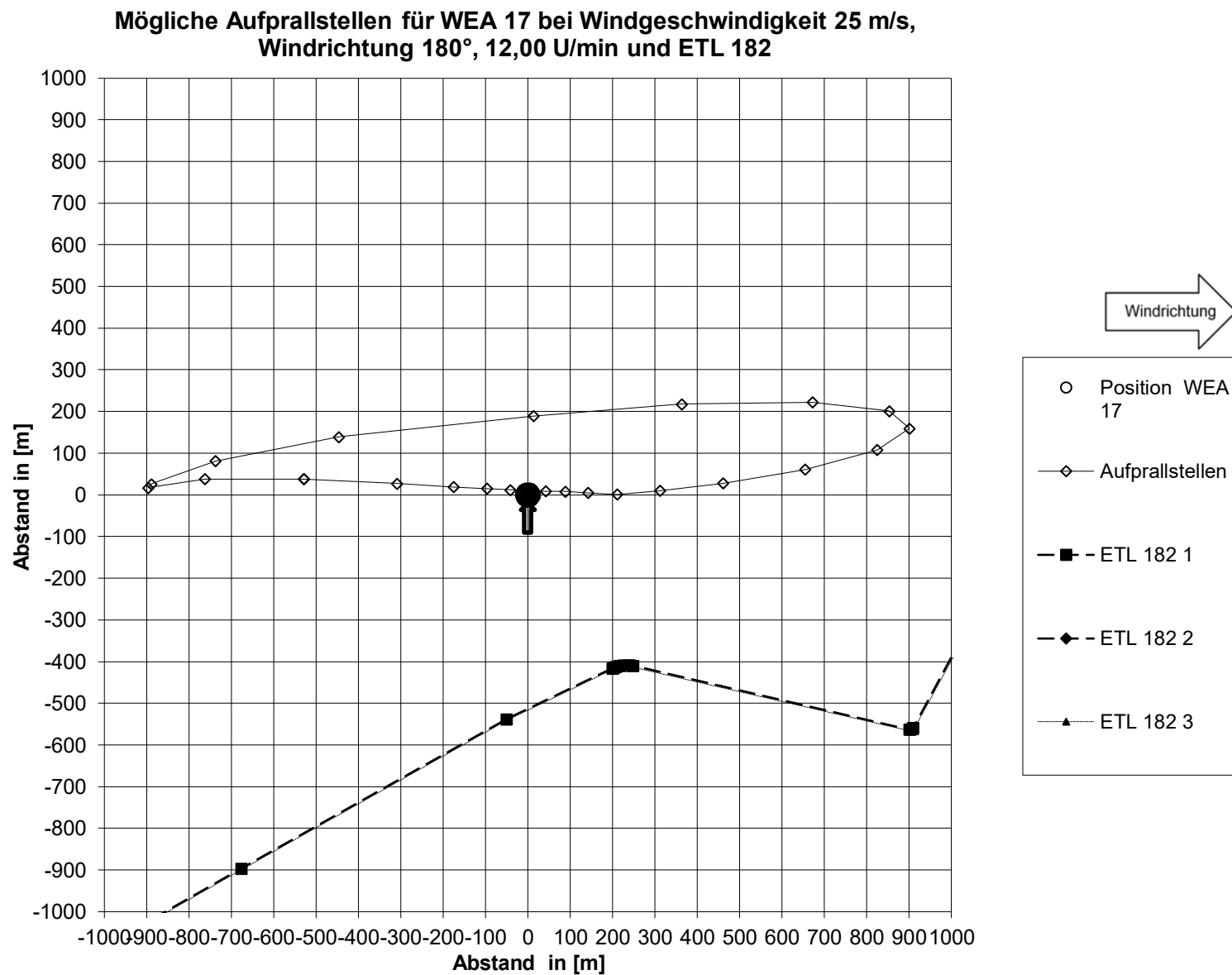


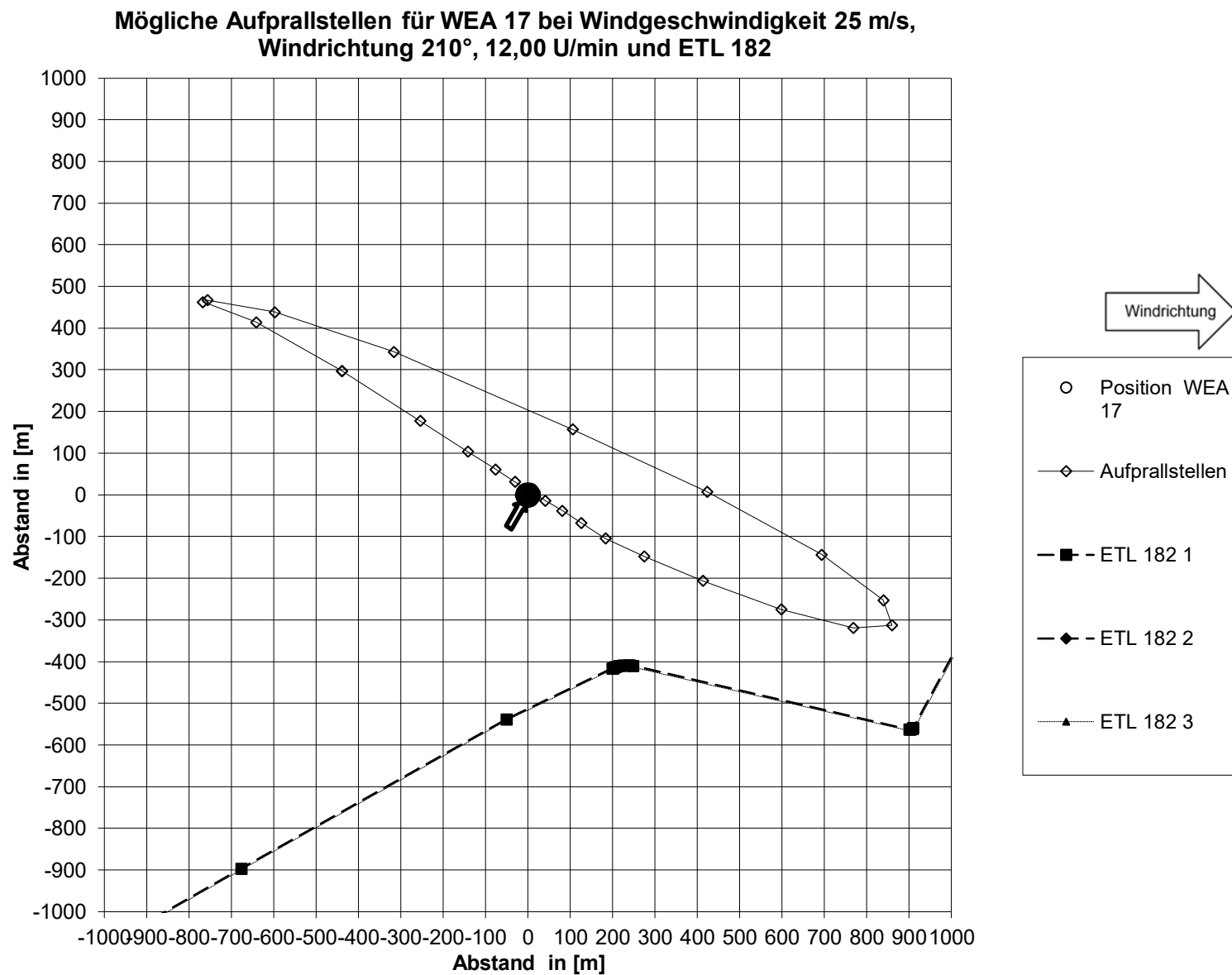


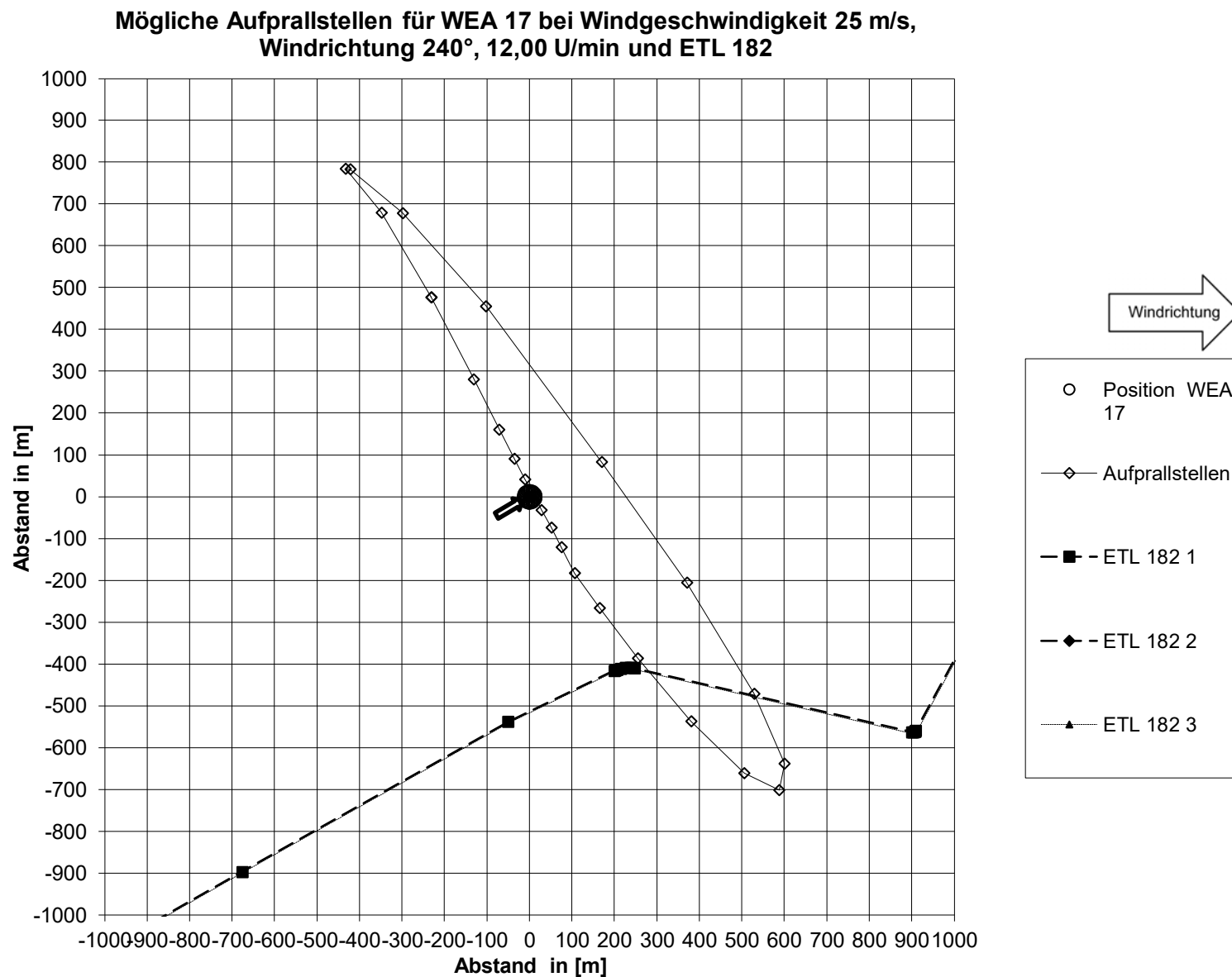
**Mögliche Aufprallstellen für WEA 17 bei Windgeschwindigkeit 25 m/s,
Windrichtung 120°, 12,00 U/min und ETL 182**

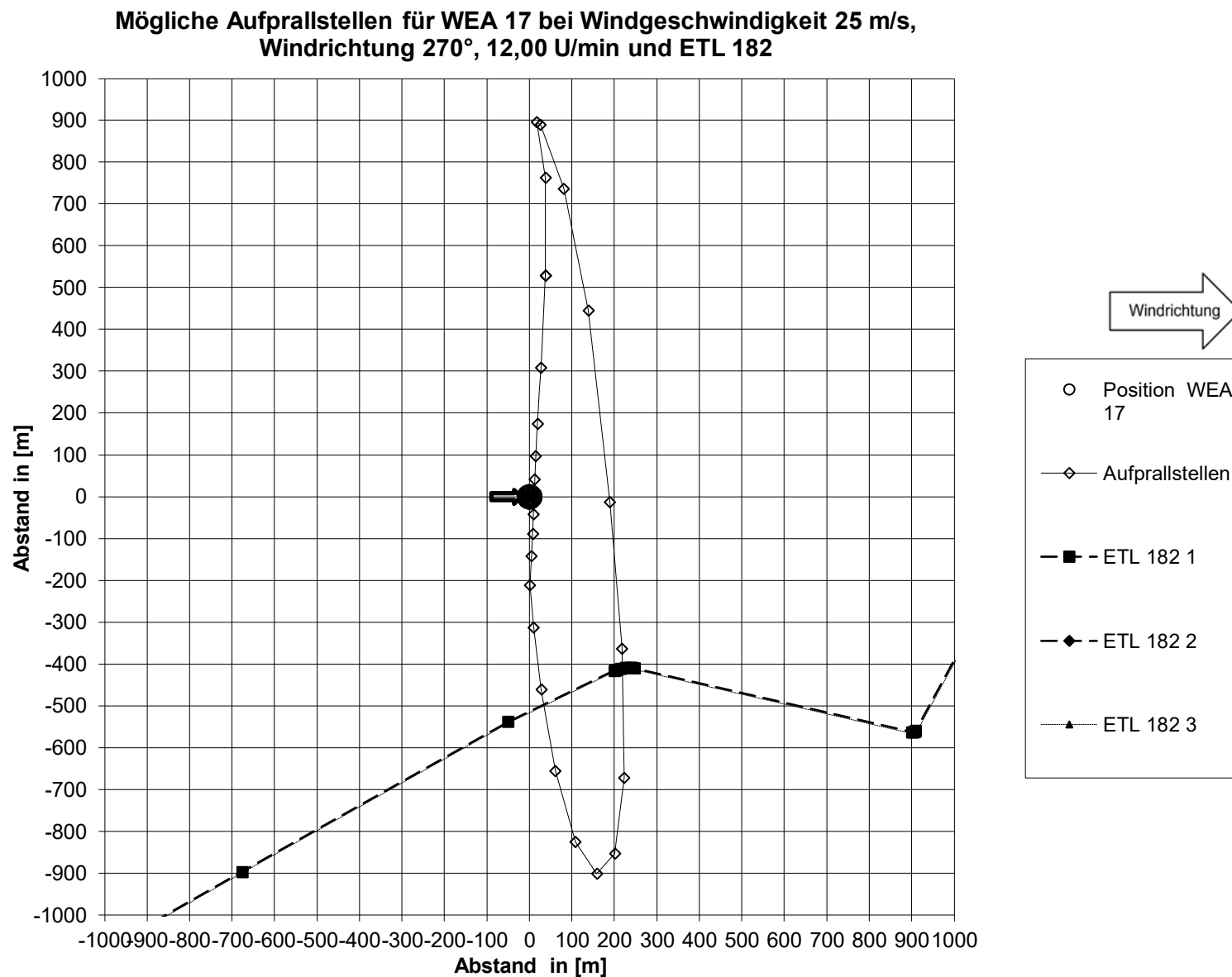




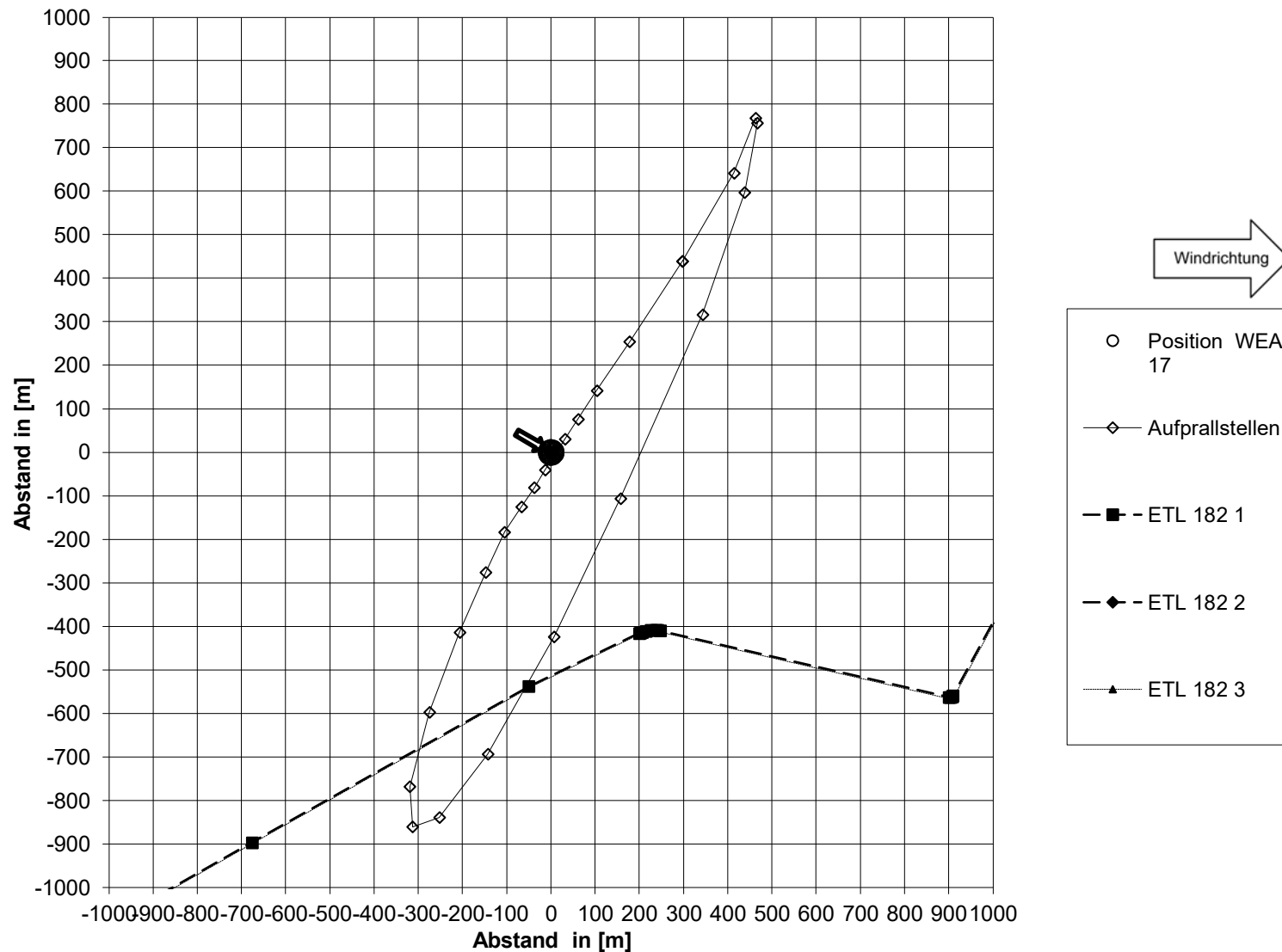


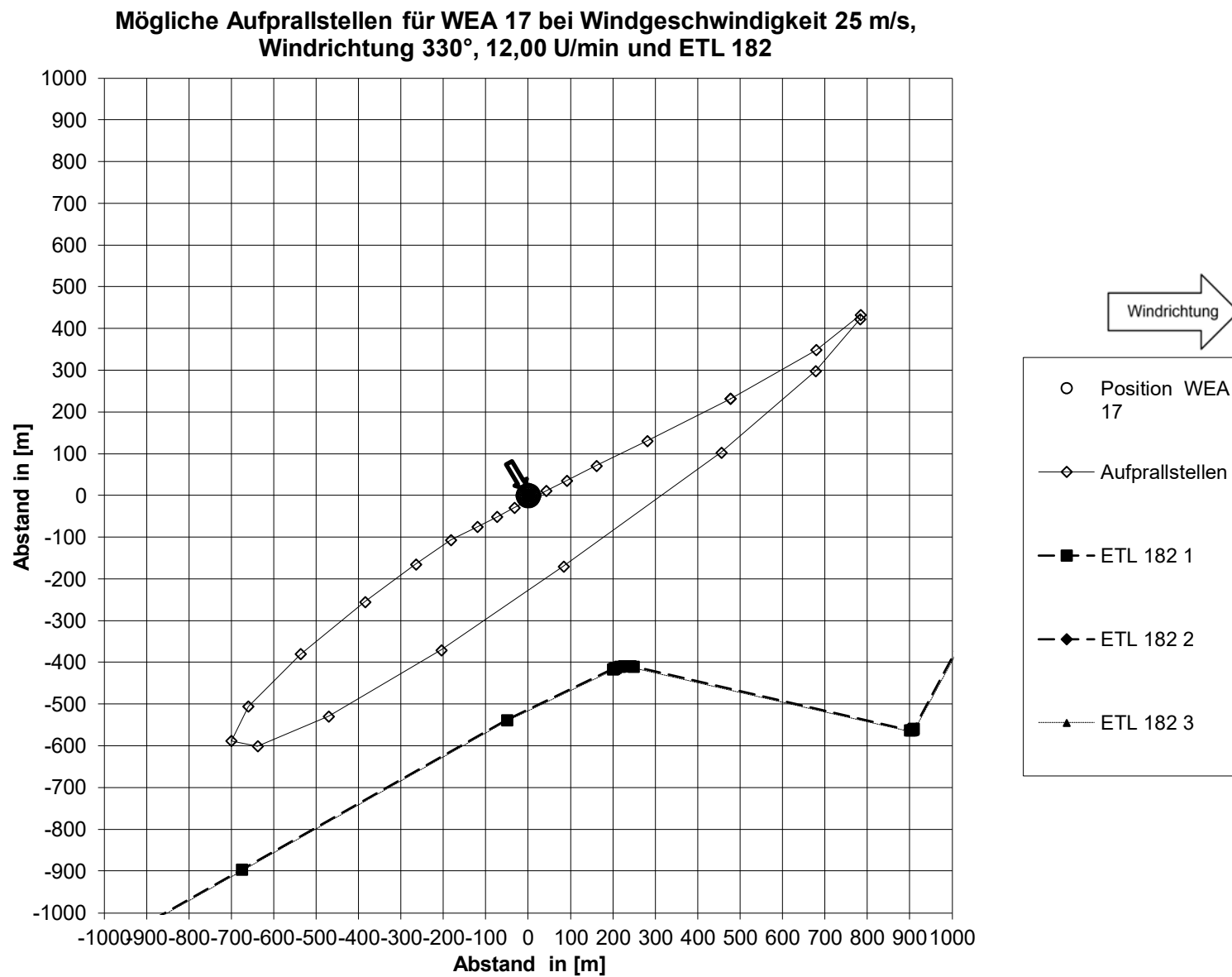






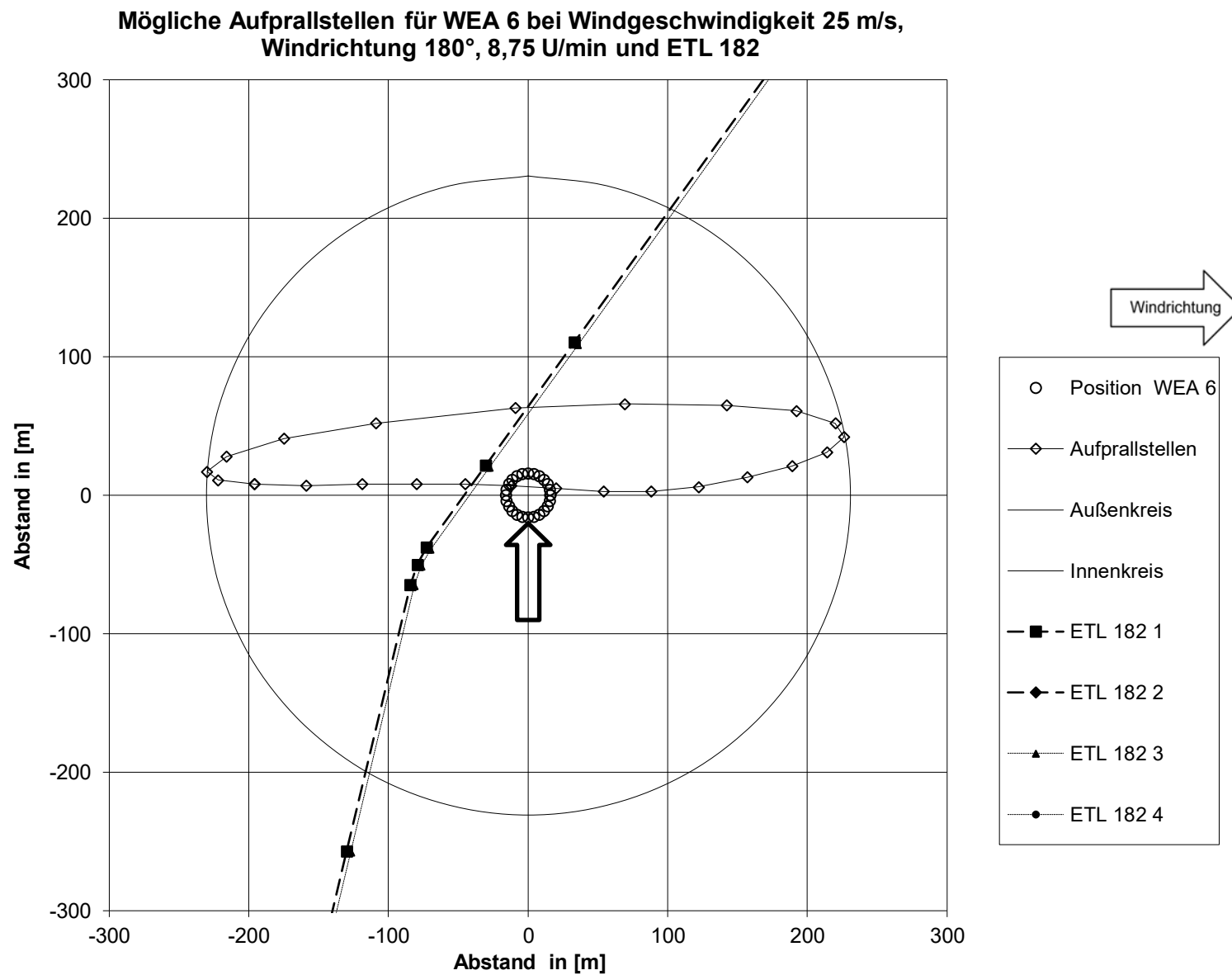
**Mögliche Aufprallstellen für WEA 17 bei Windgeschwindigkeit 25 m/s,
Windrichtung 300°, 12,00 U/min und ETL 182**

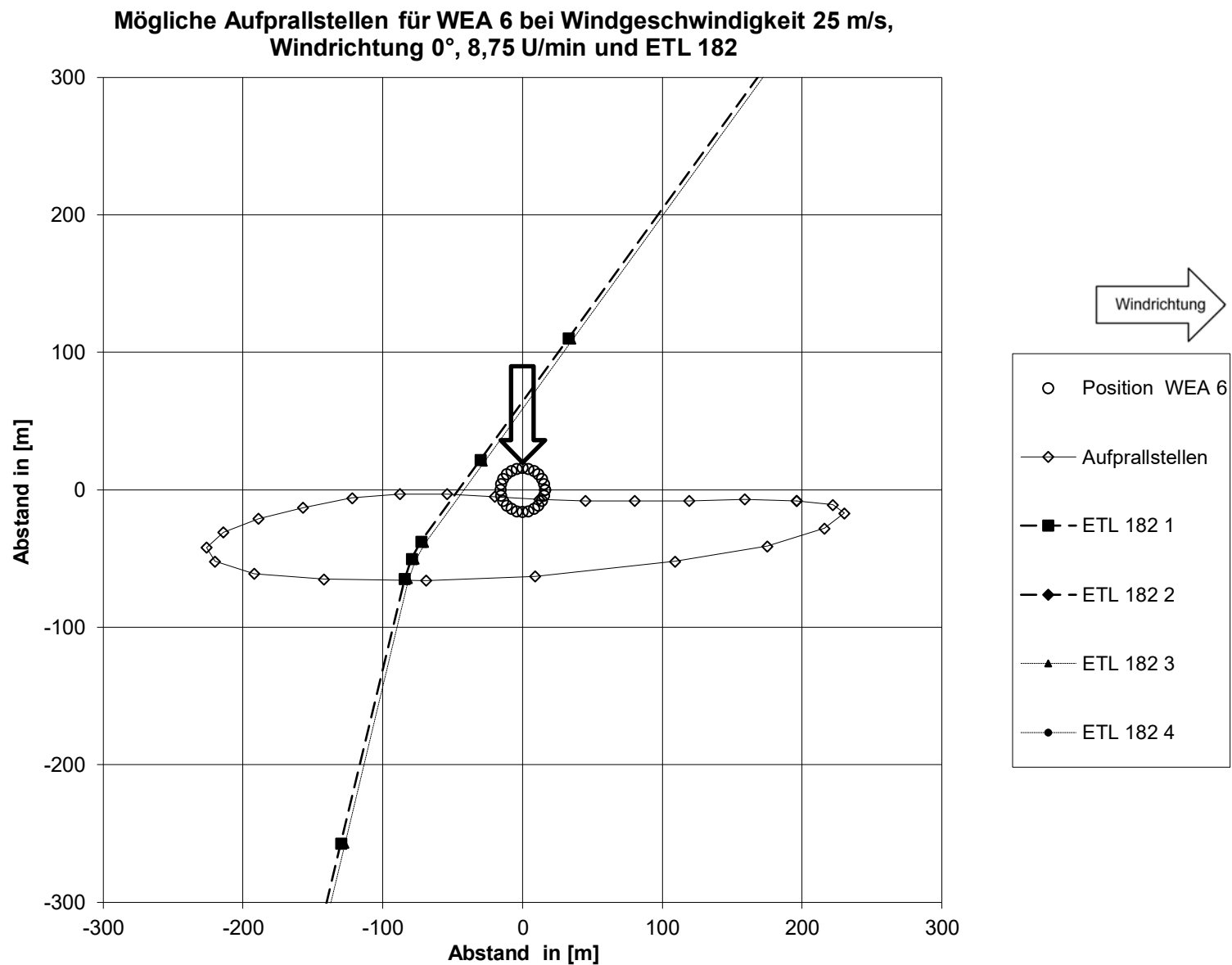


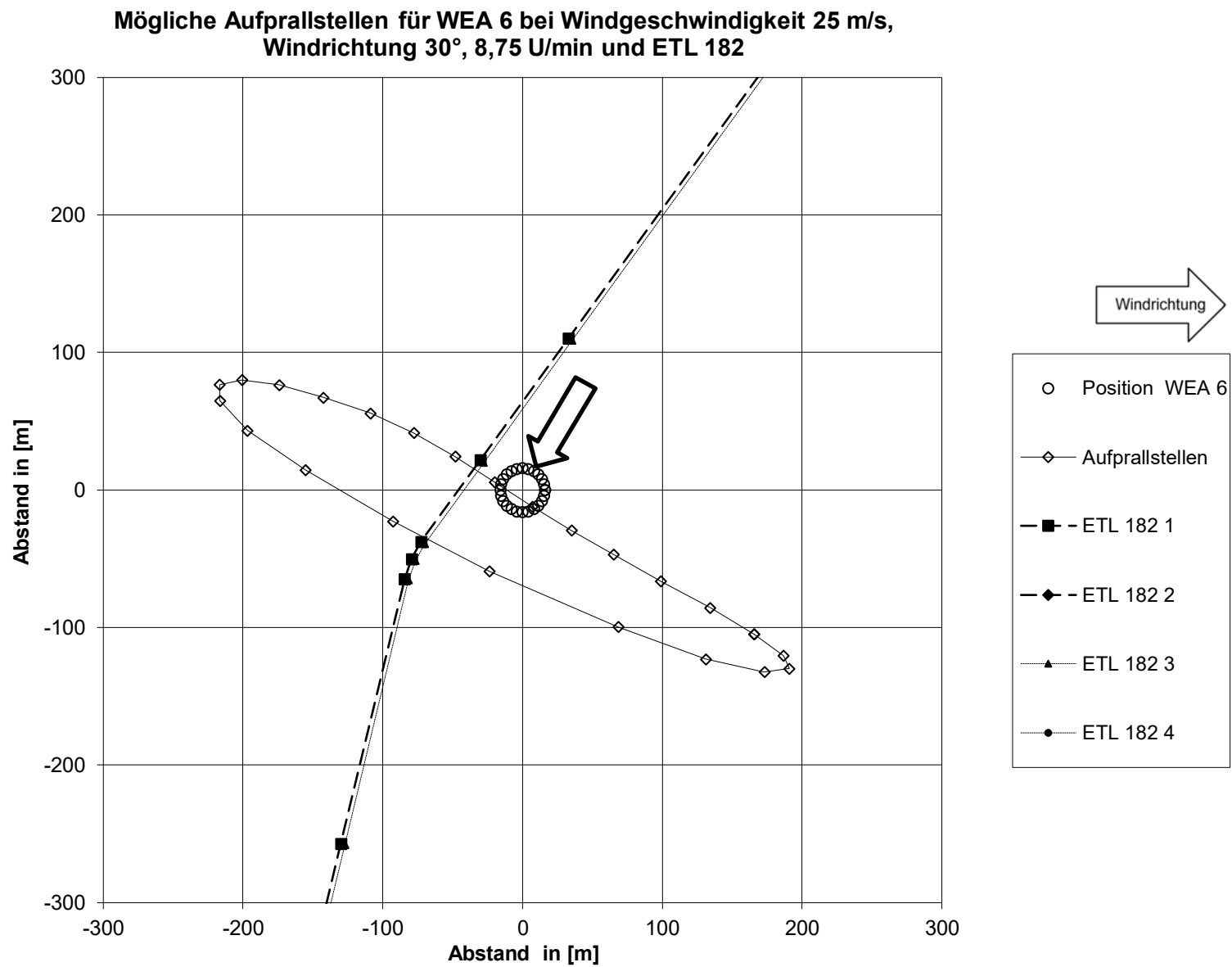


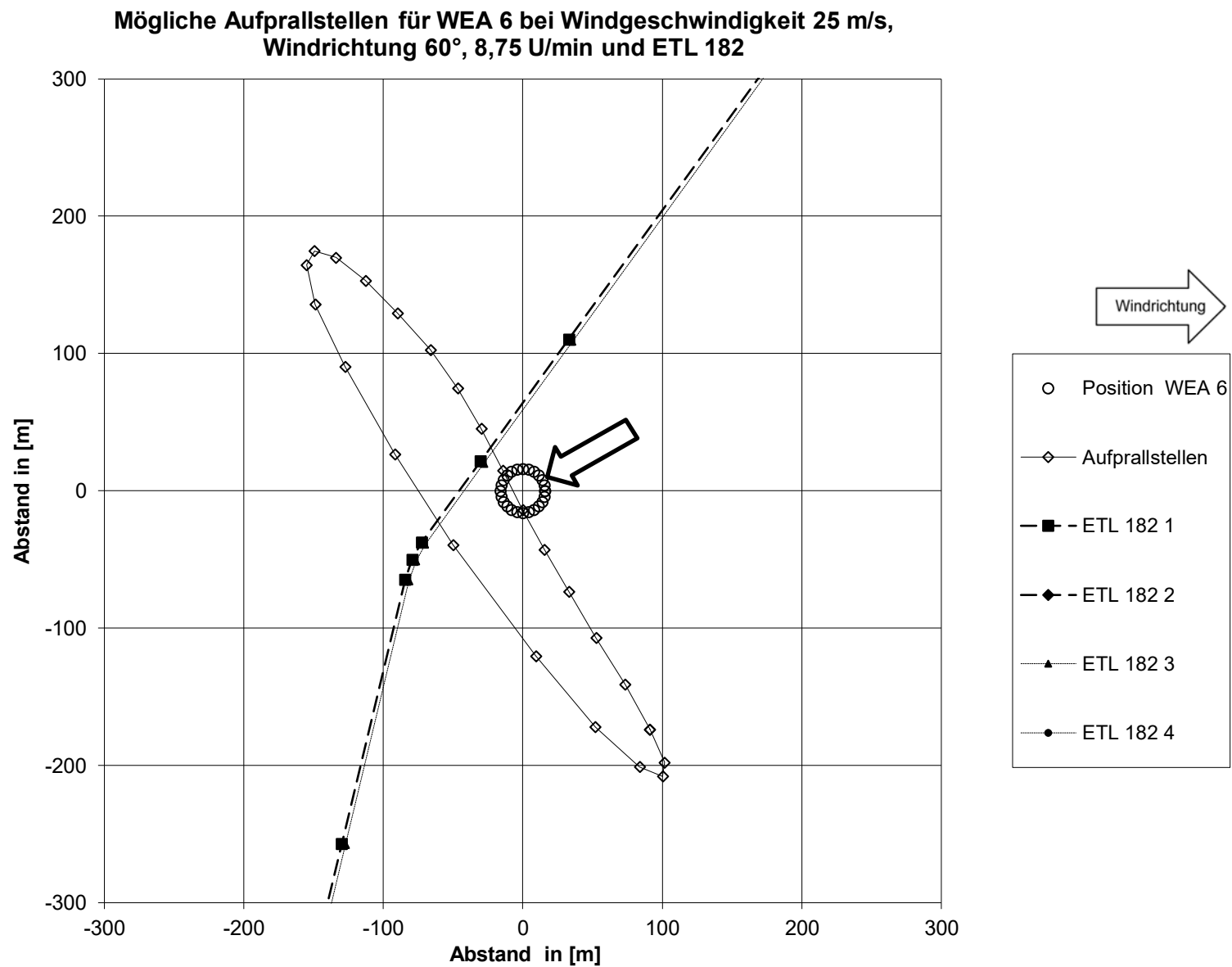
Anlage

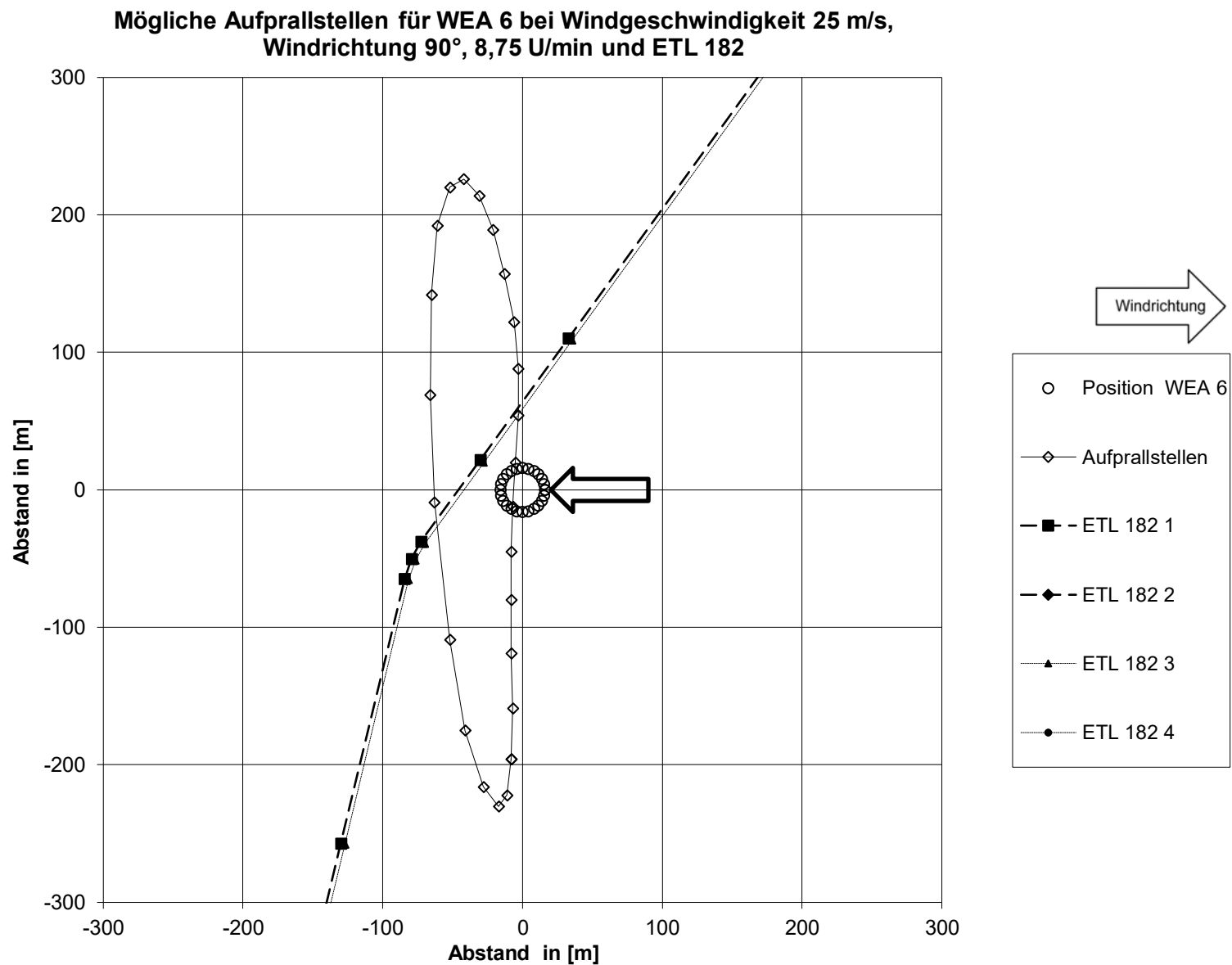
A 12 ETL 182 bei Dipshorn Mitte - Gefährdung durch Abwurf von 100-%-
Rotorblatt durch WEA 6

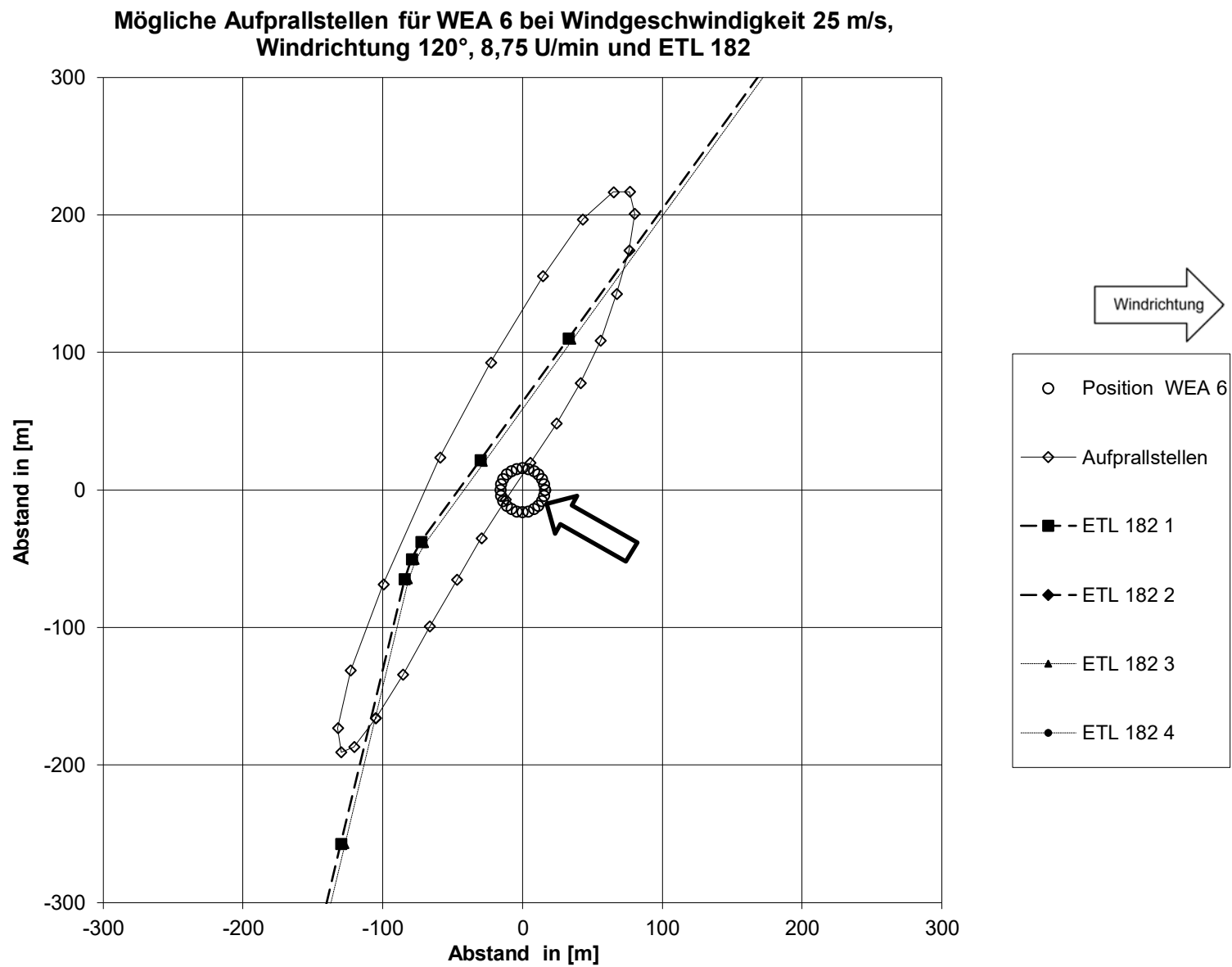


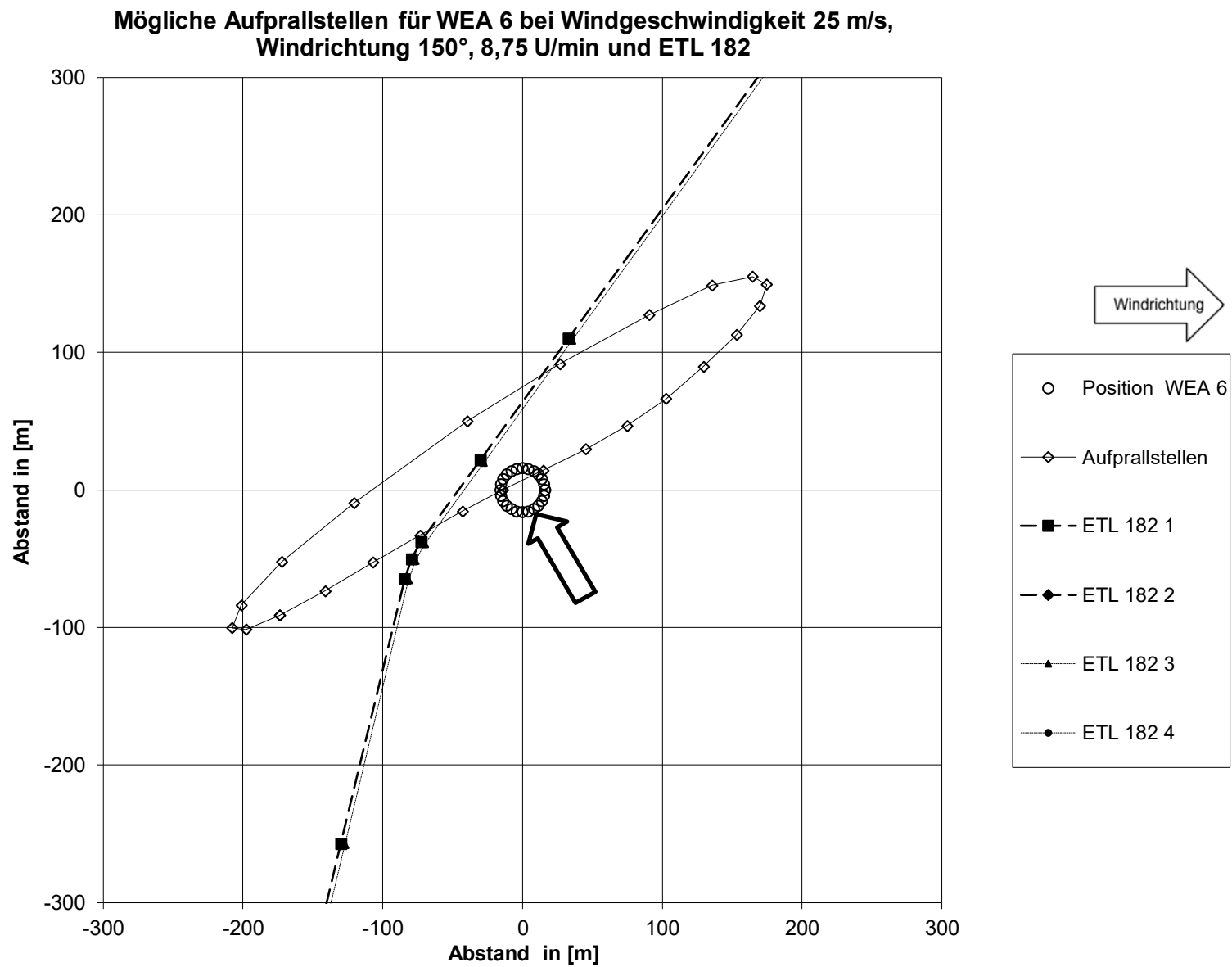


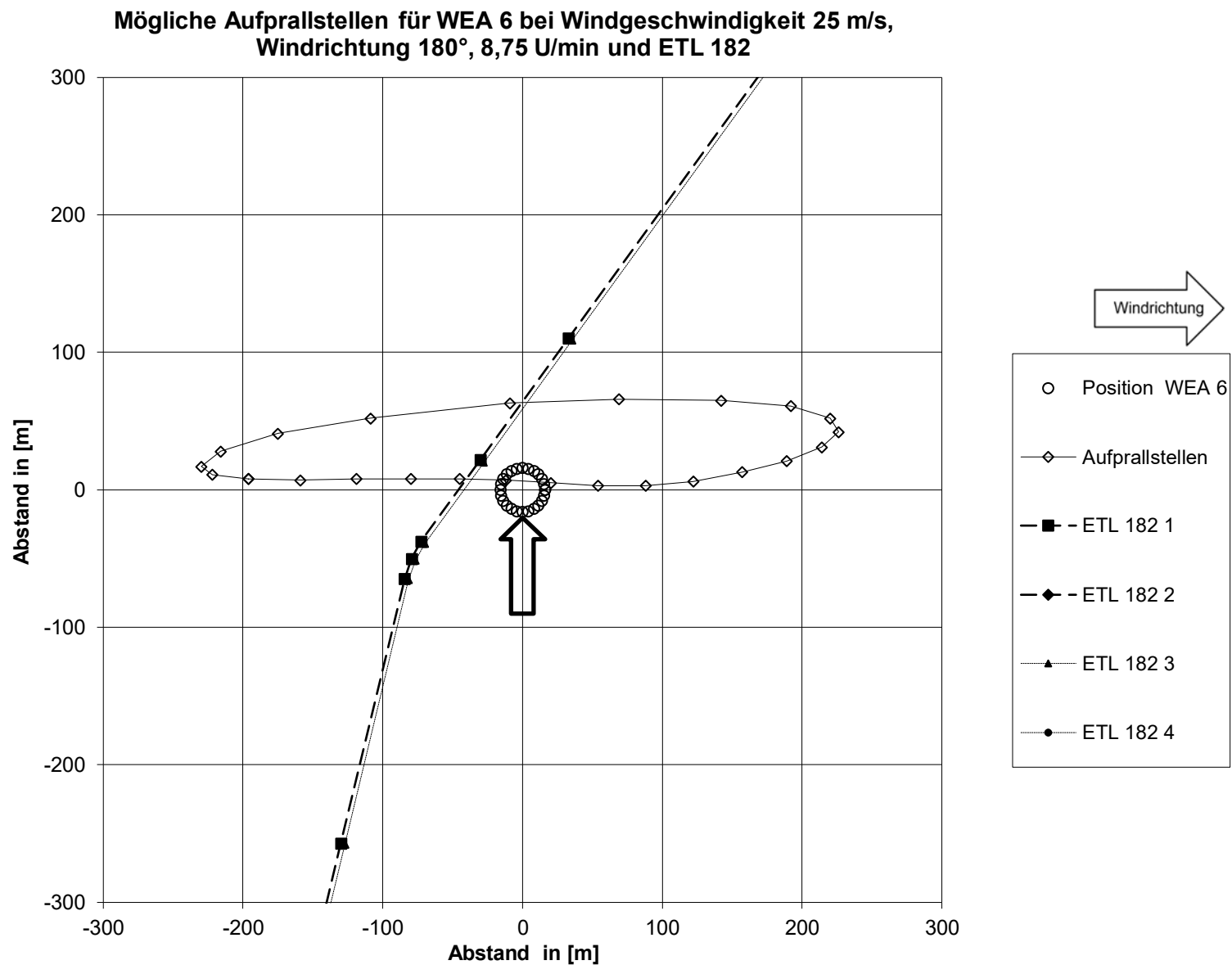


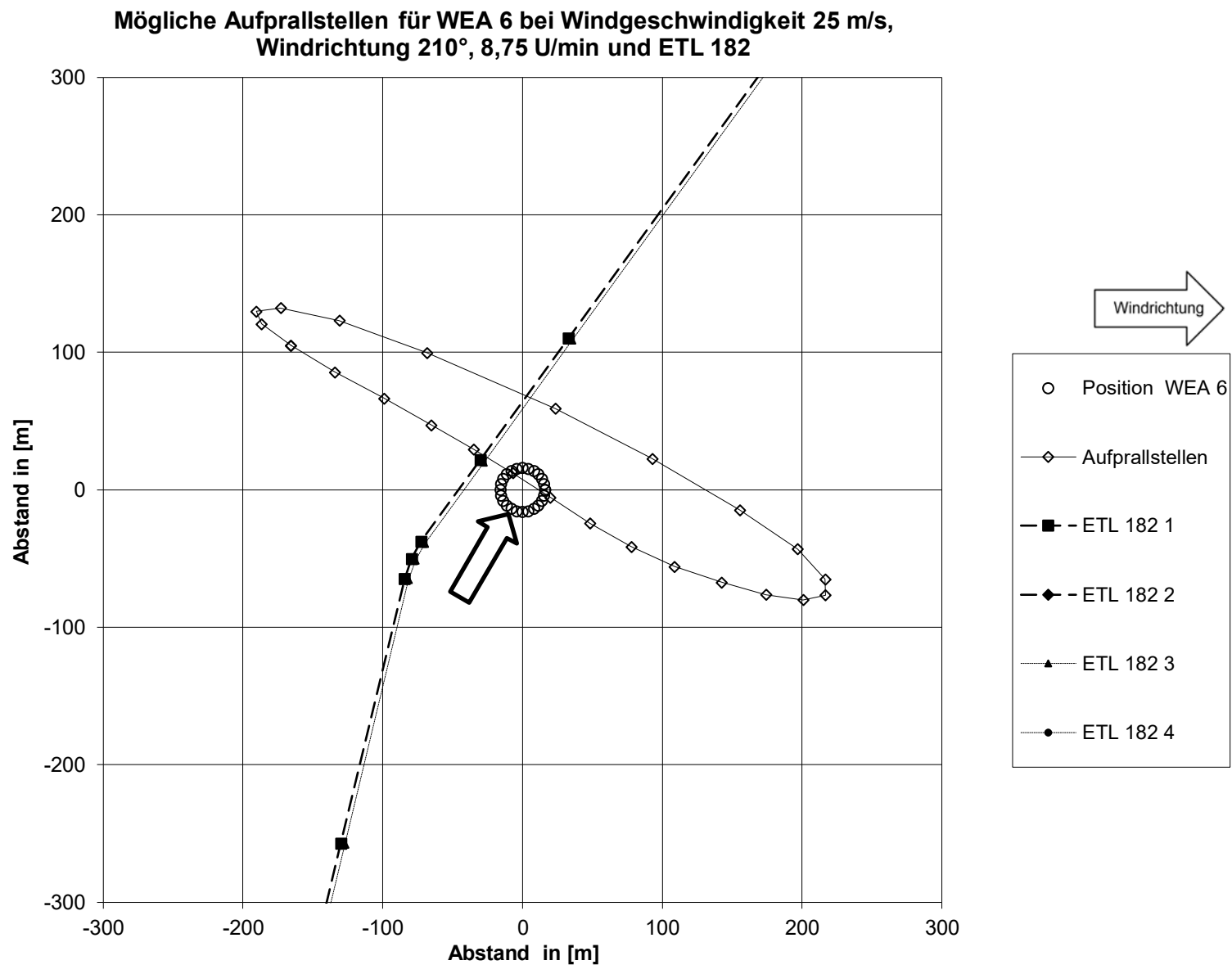


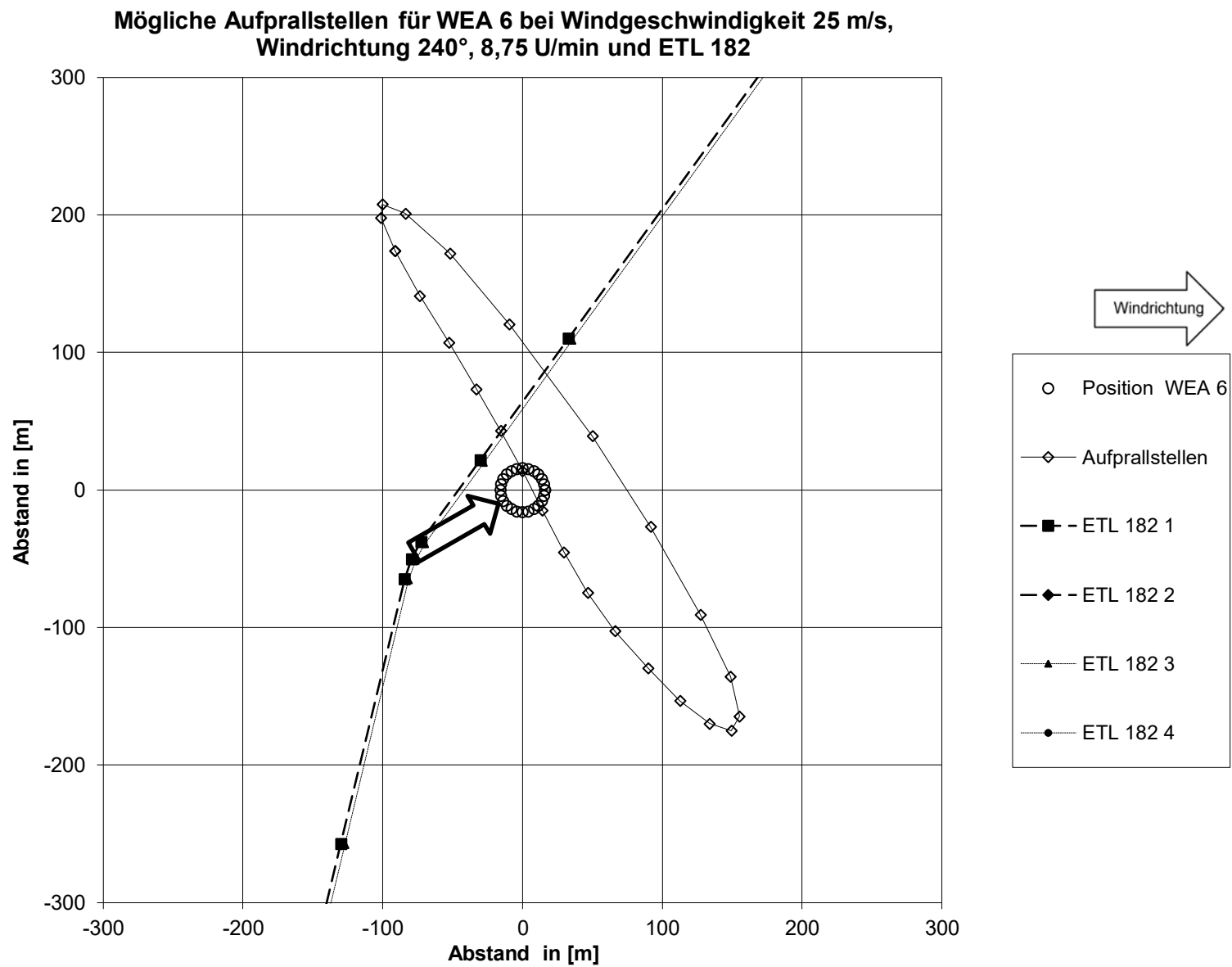


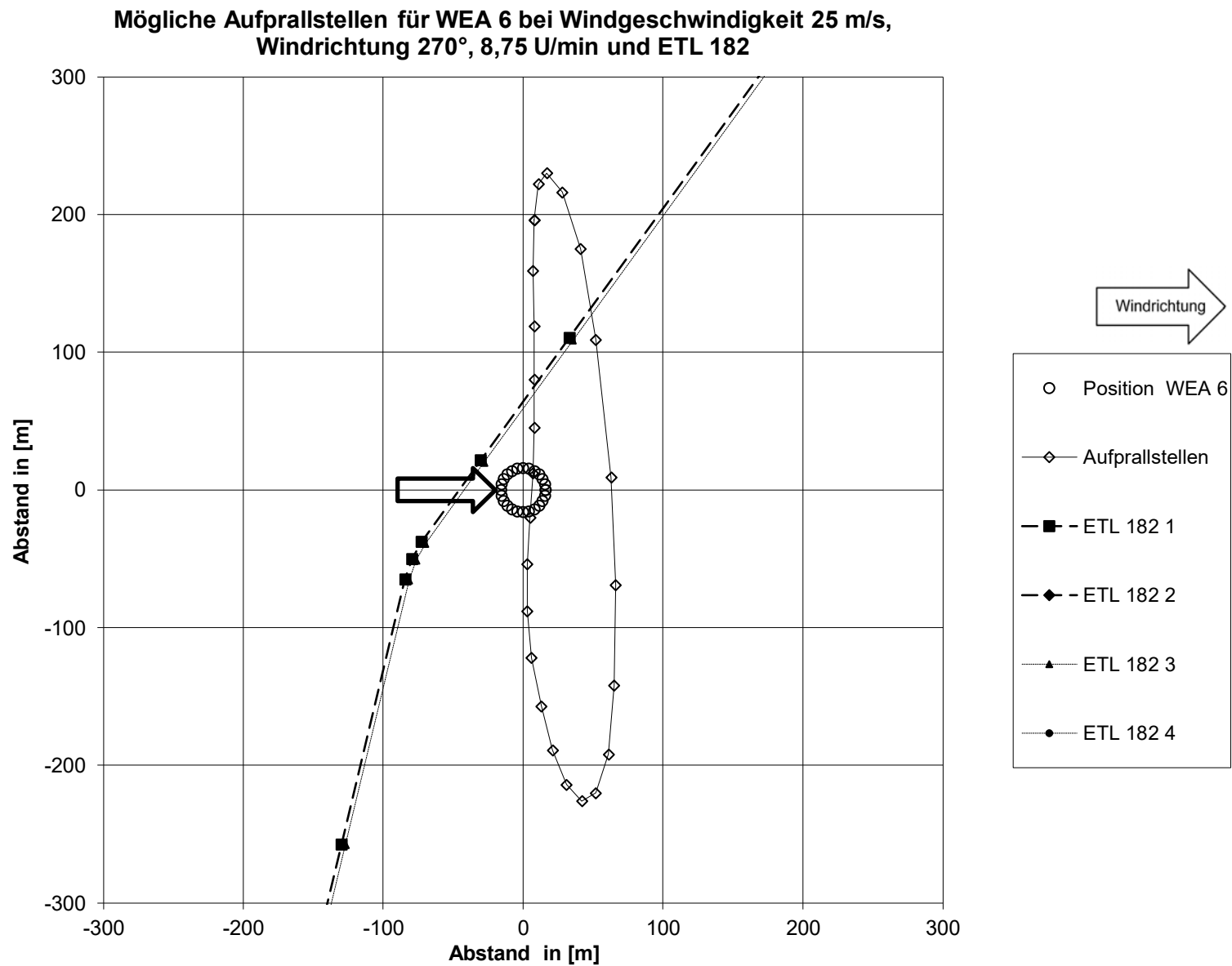


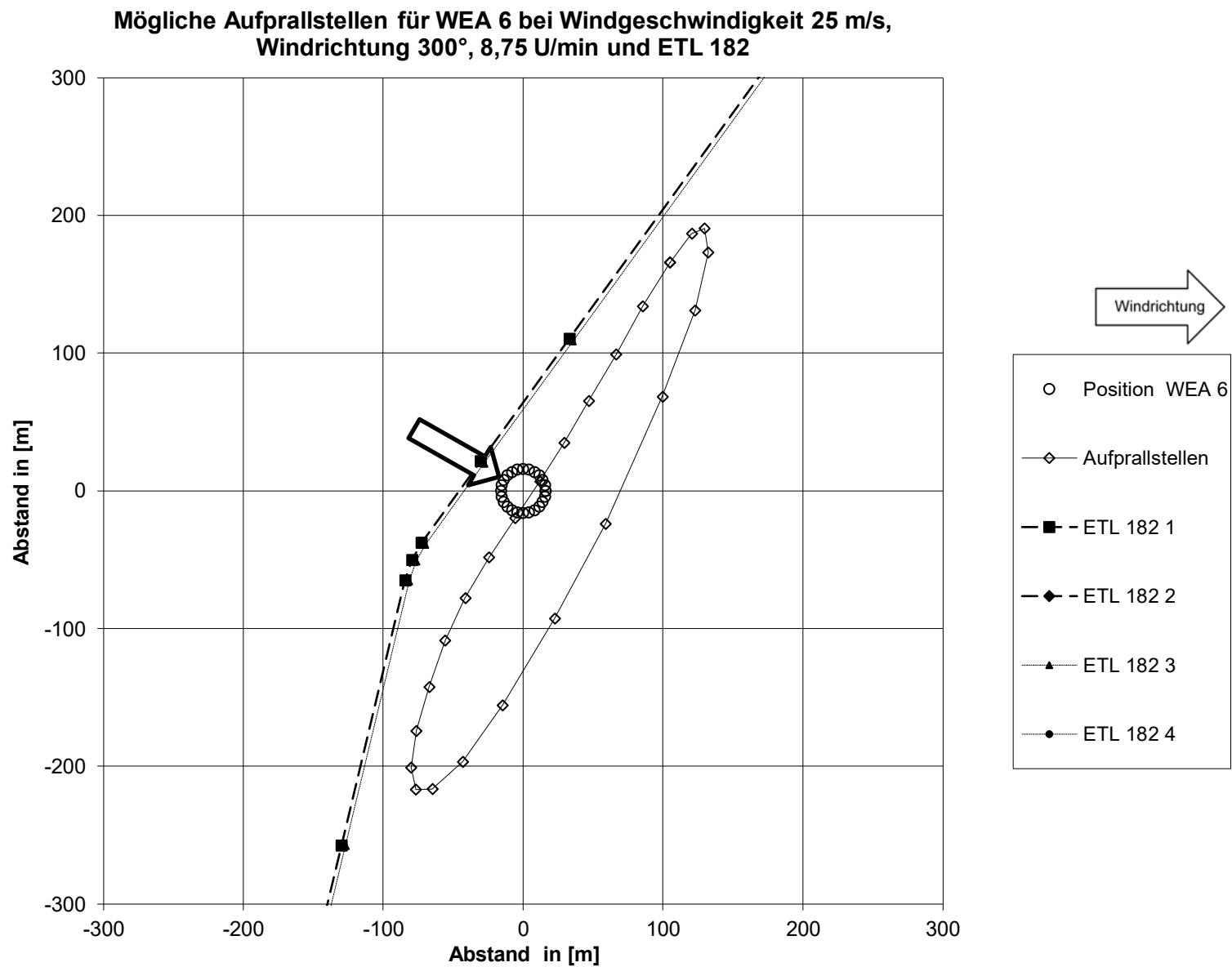


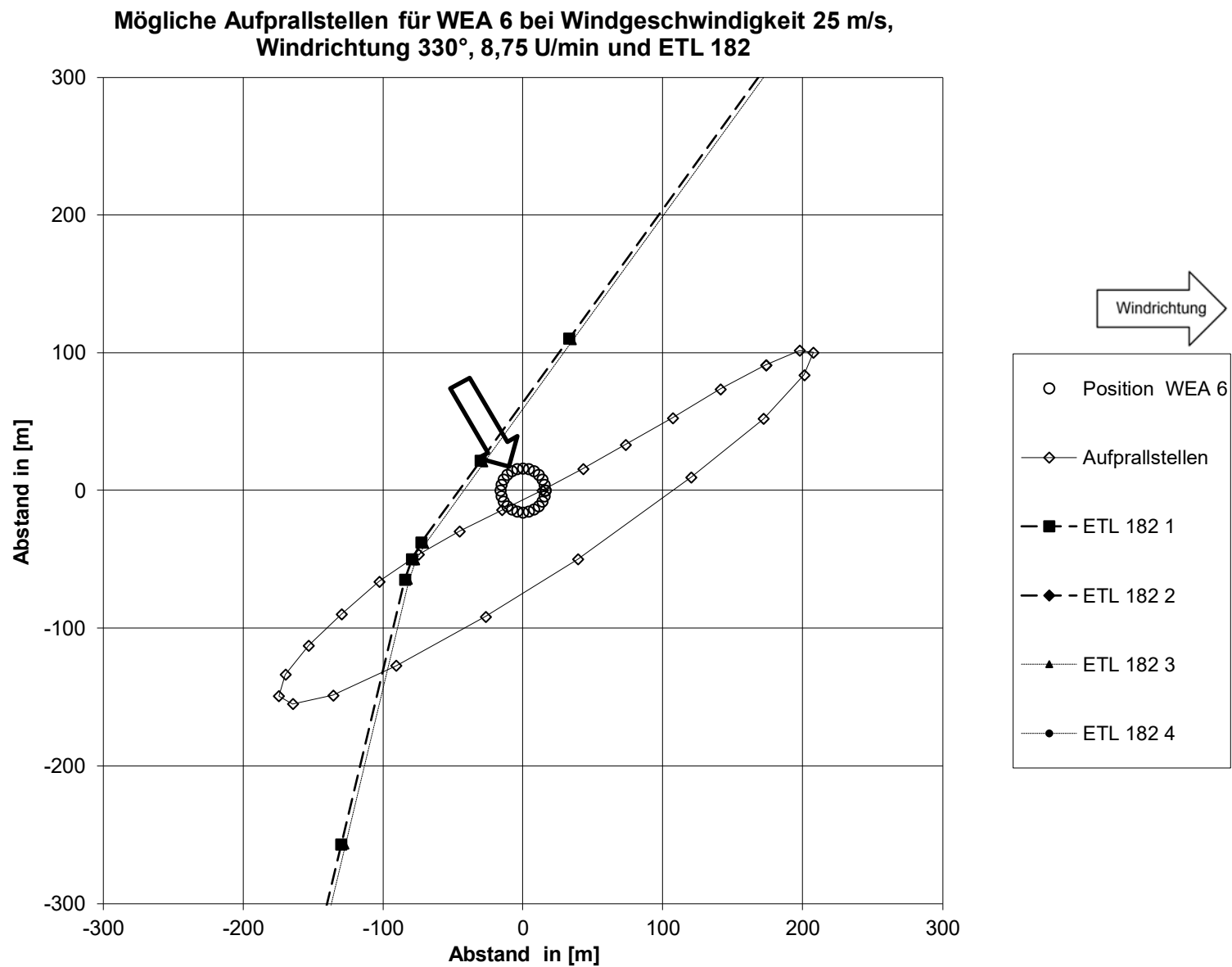






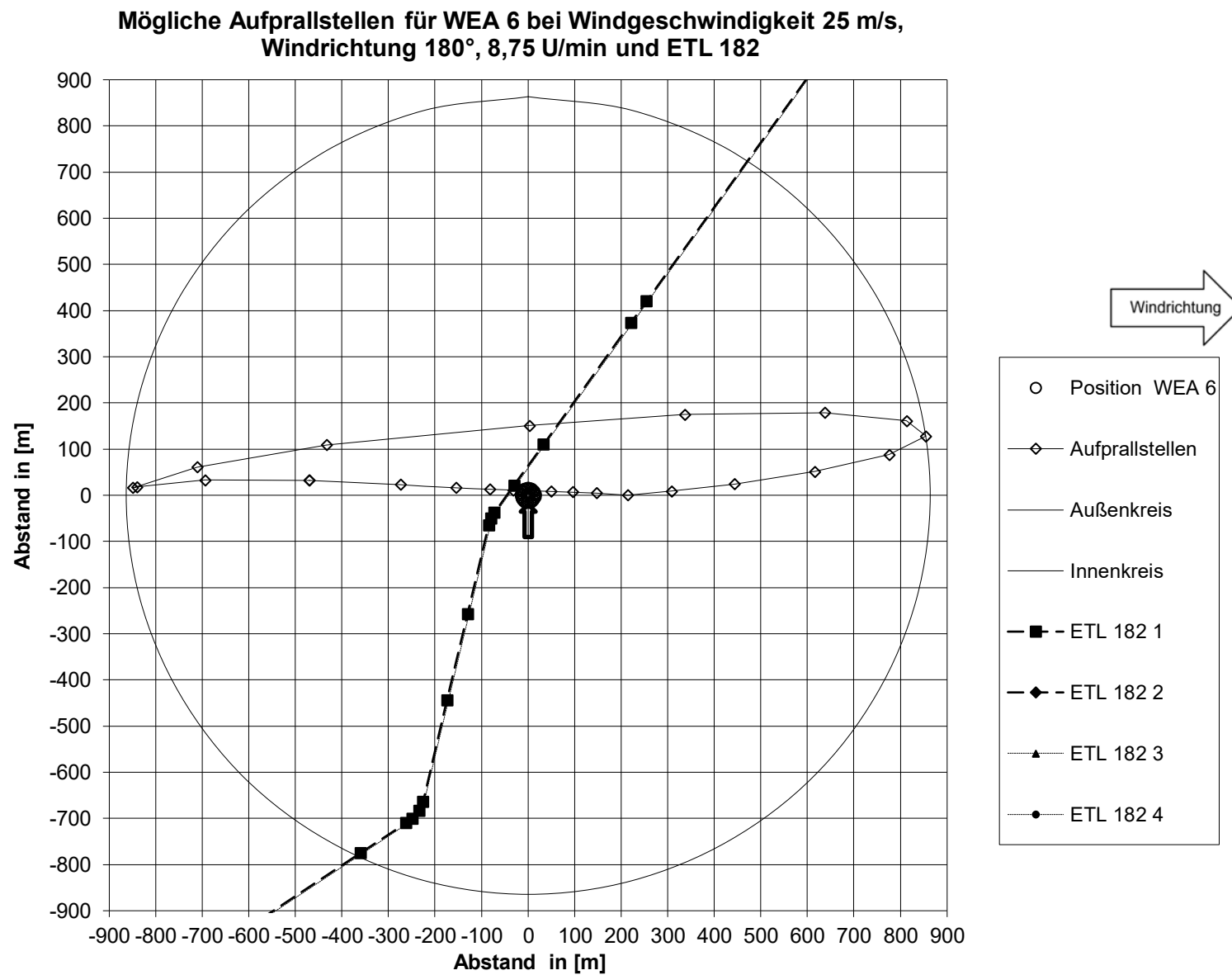


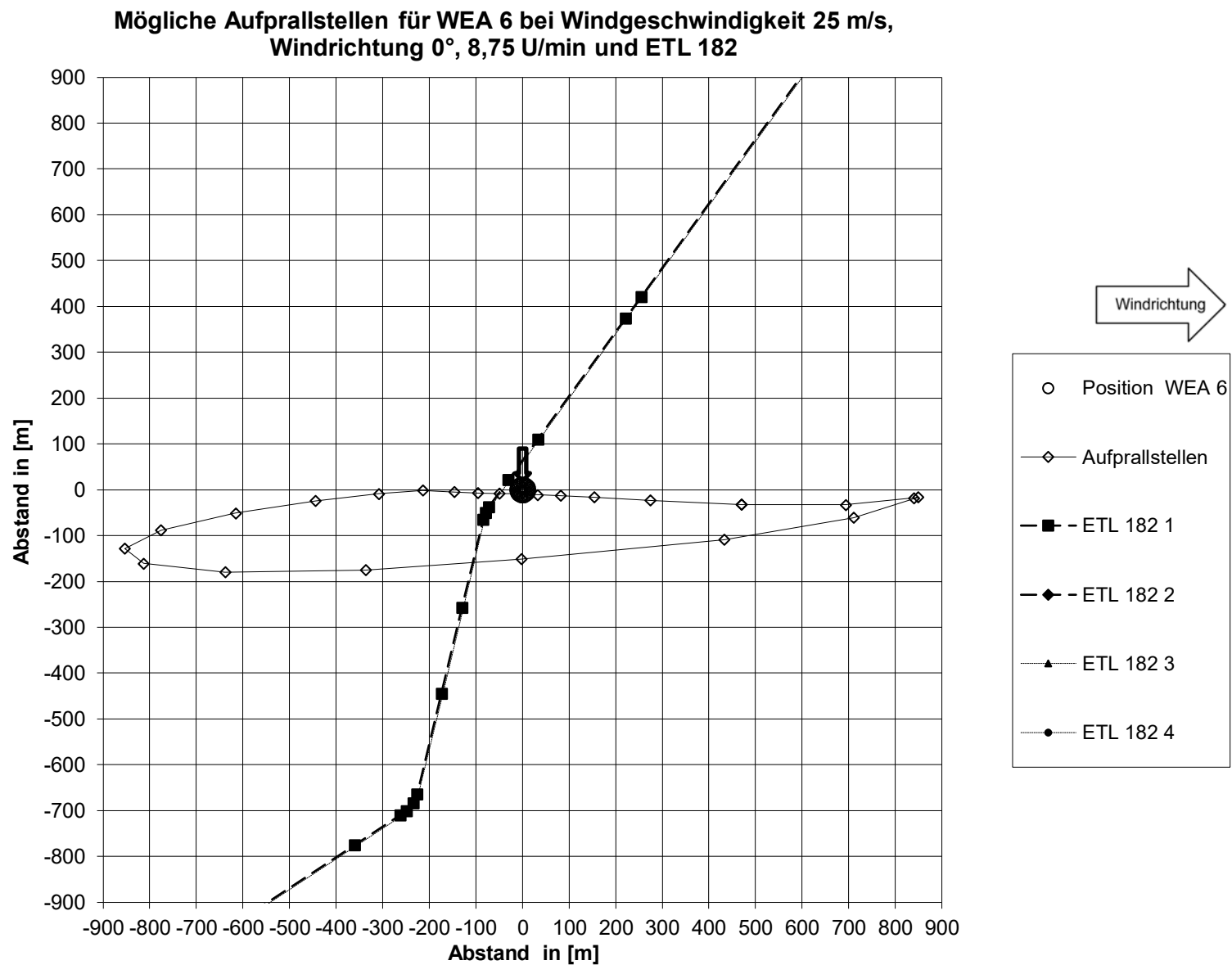




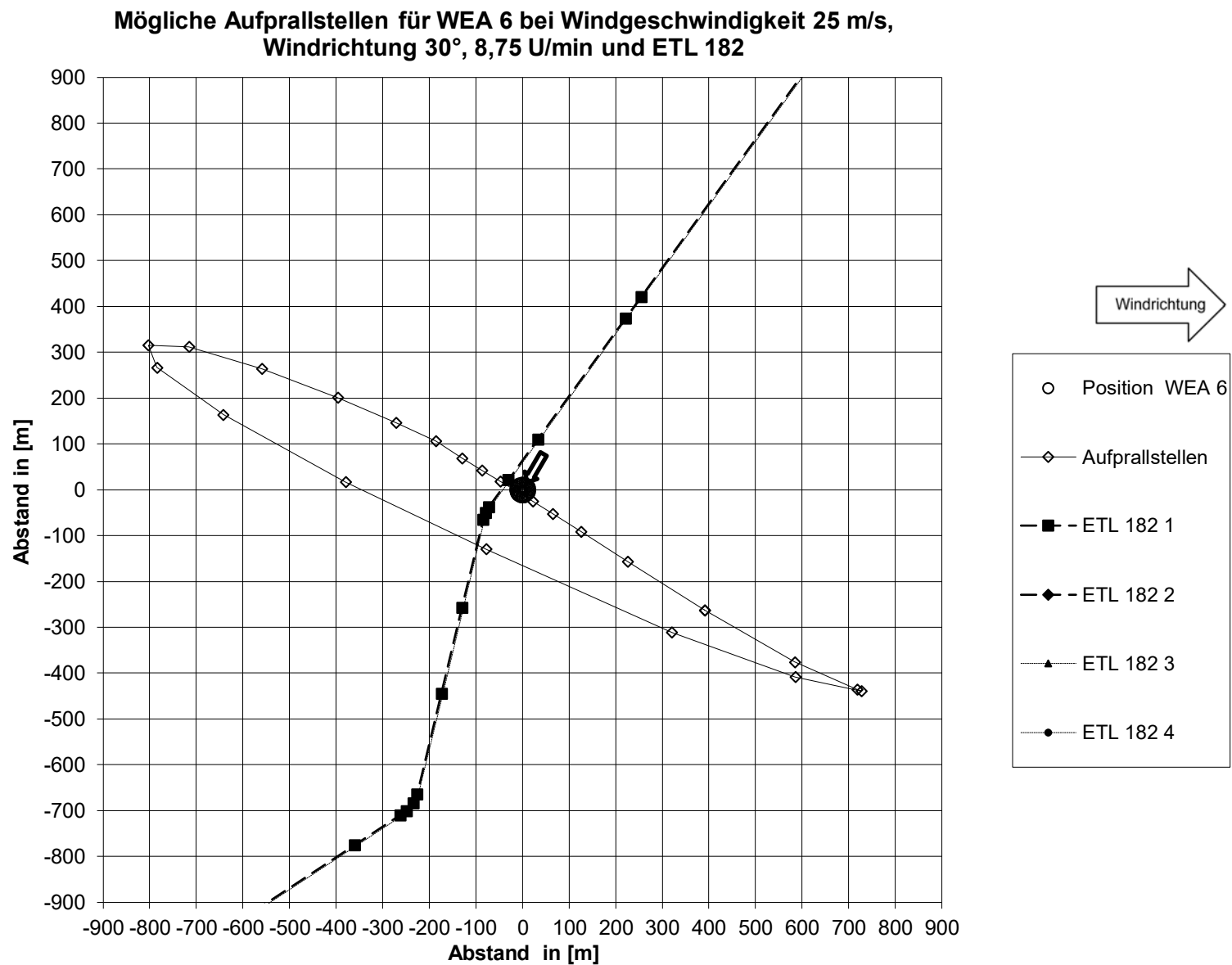
Anlage

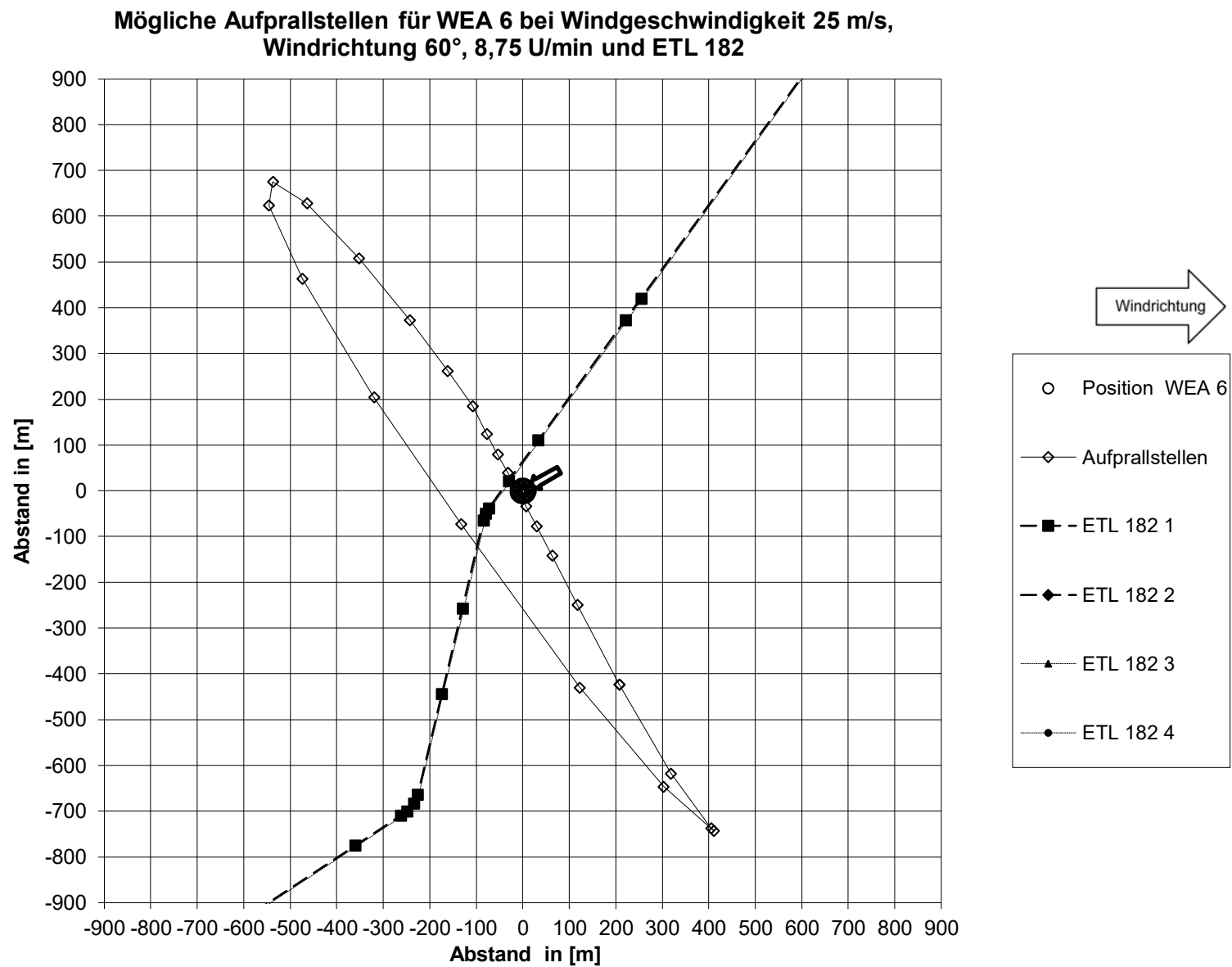
A 13 ETL 182 bei Dipshorn Mitte - Gefährdung durch Abwurf von 30-%-
Rotorblatt durch WEA 6

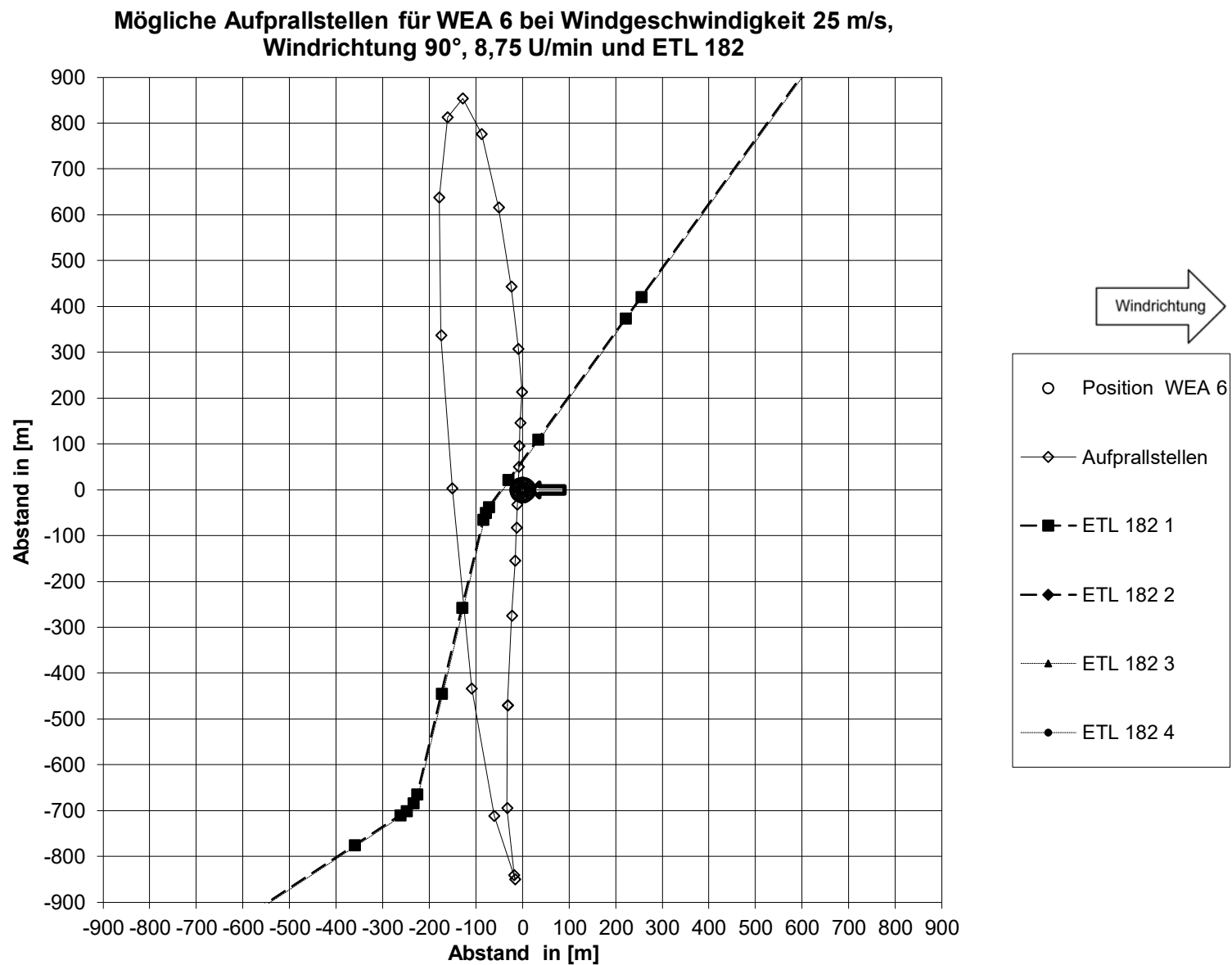


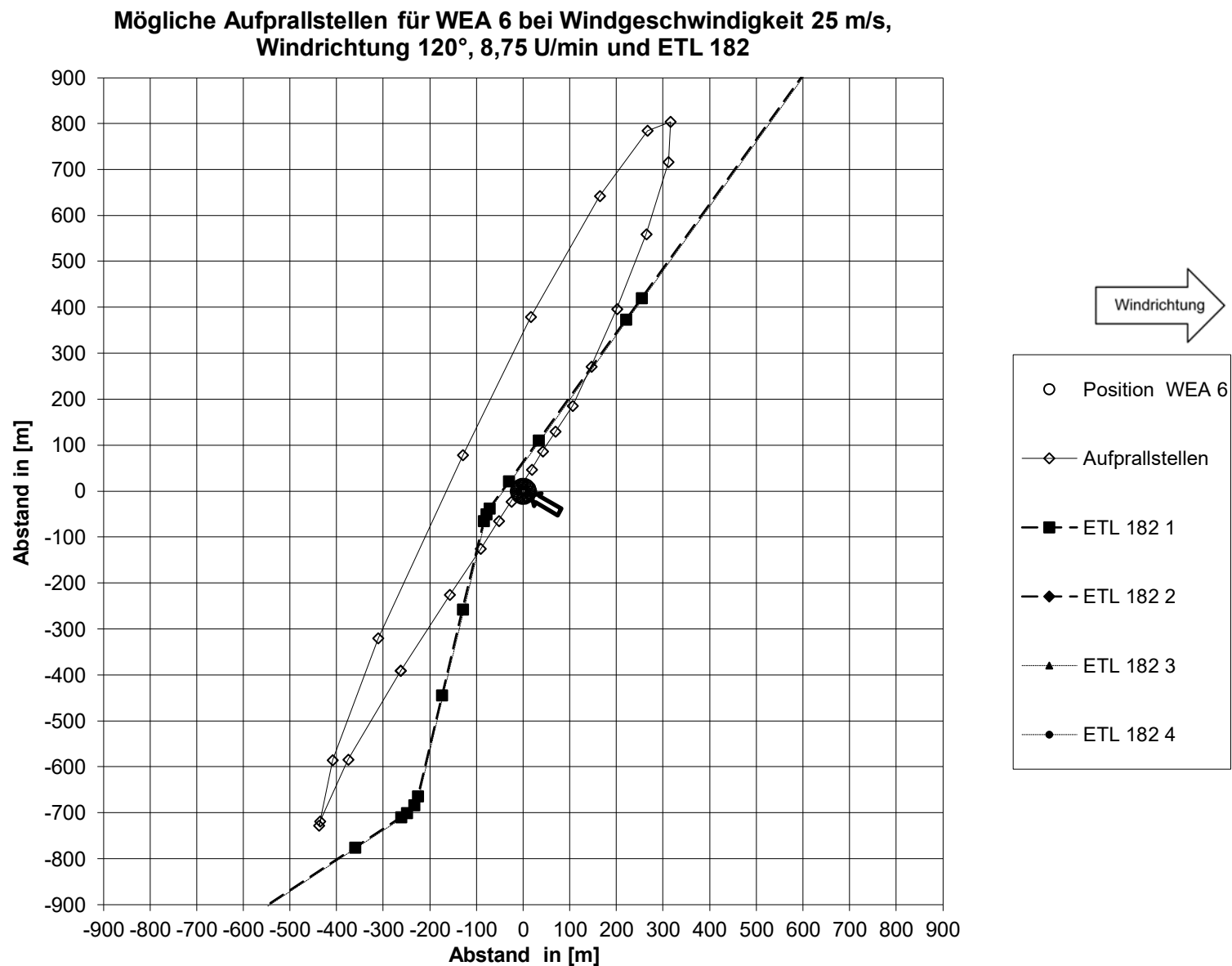


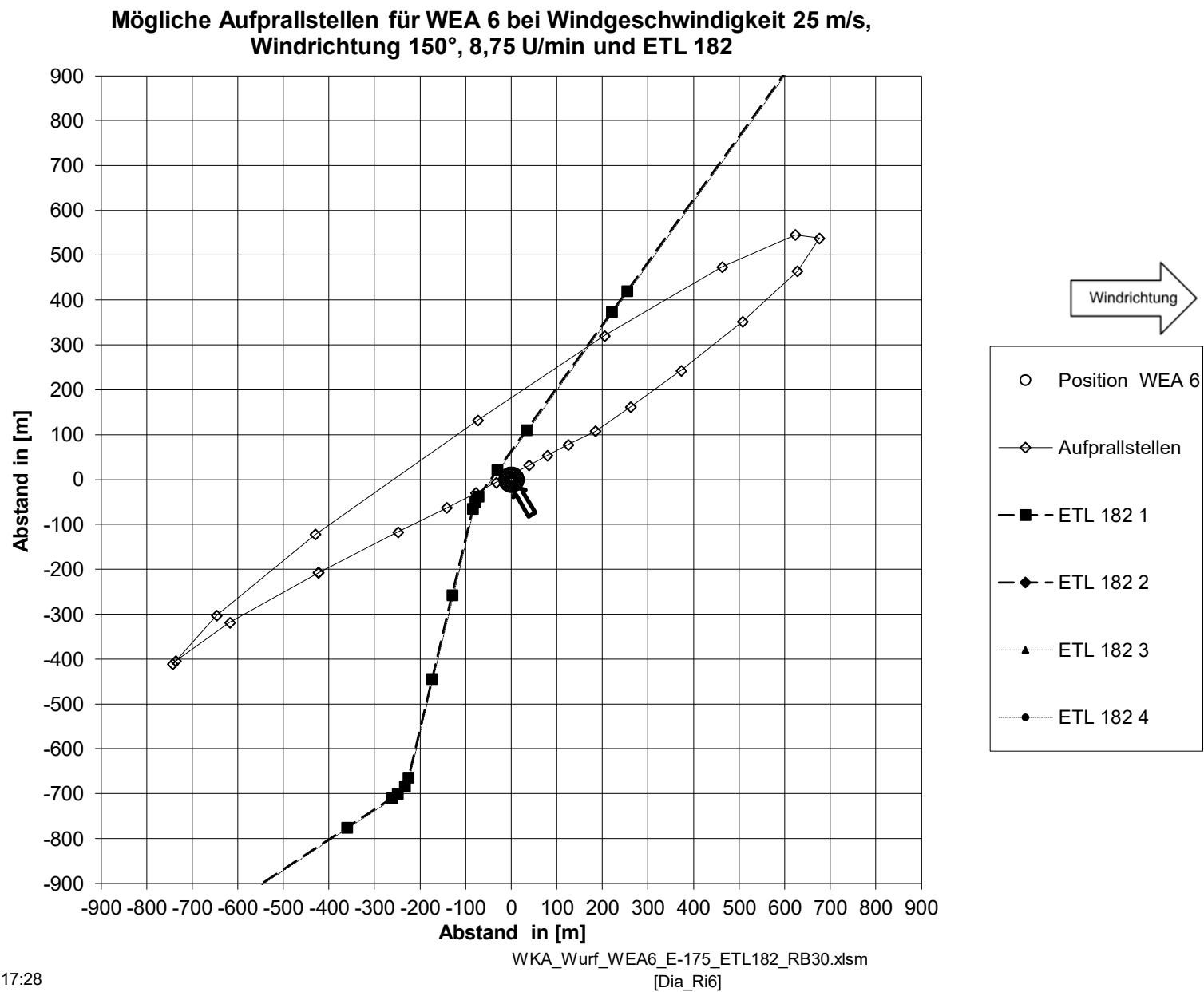
WKA_Wurf_WEA6_E-175_ETL182_RB30.xlsm
[Dia_Ri1]

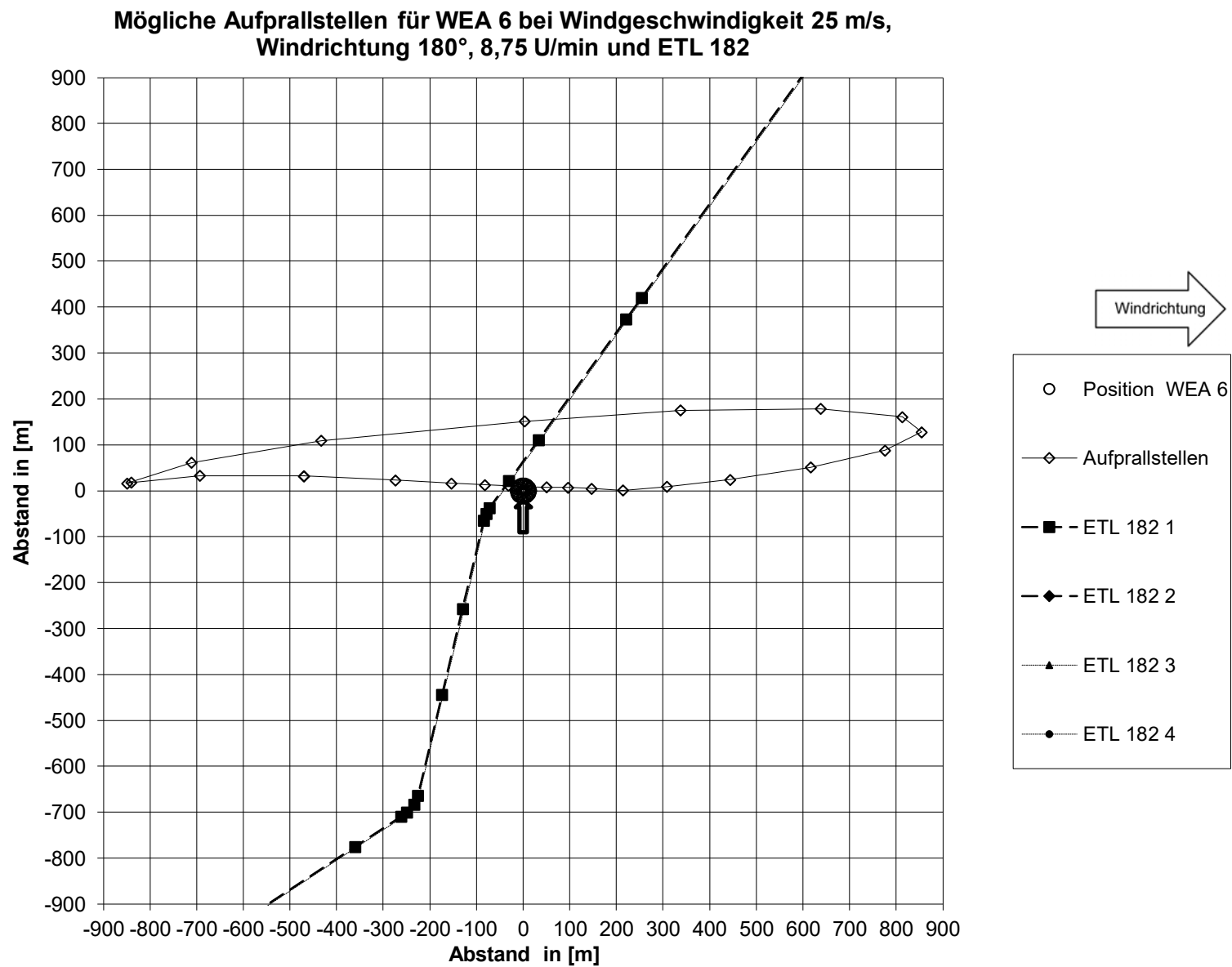


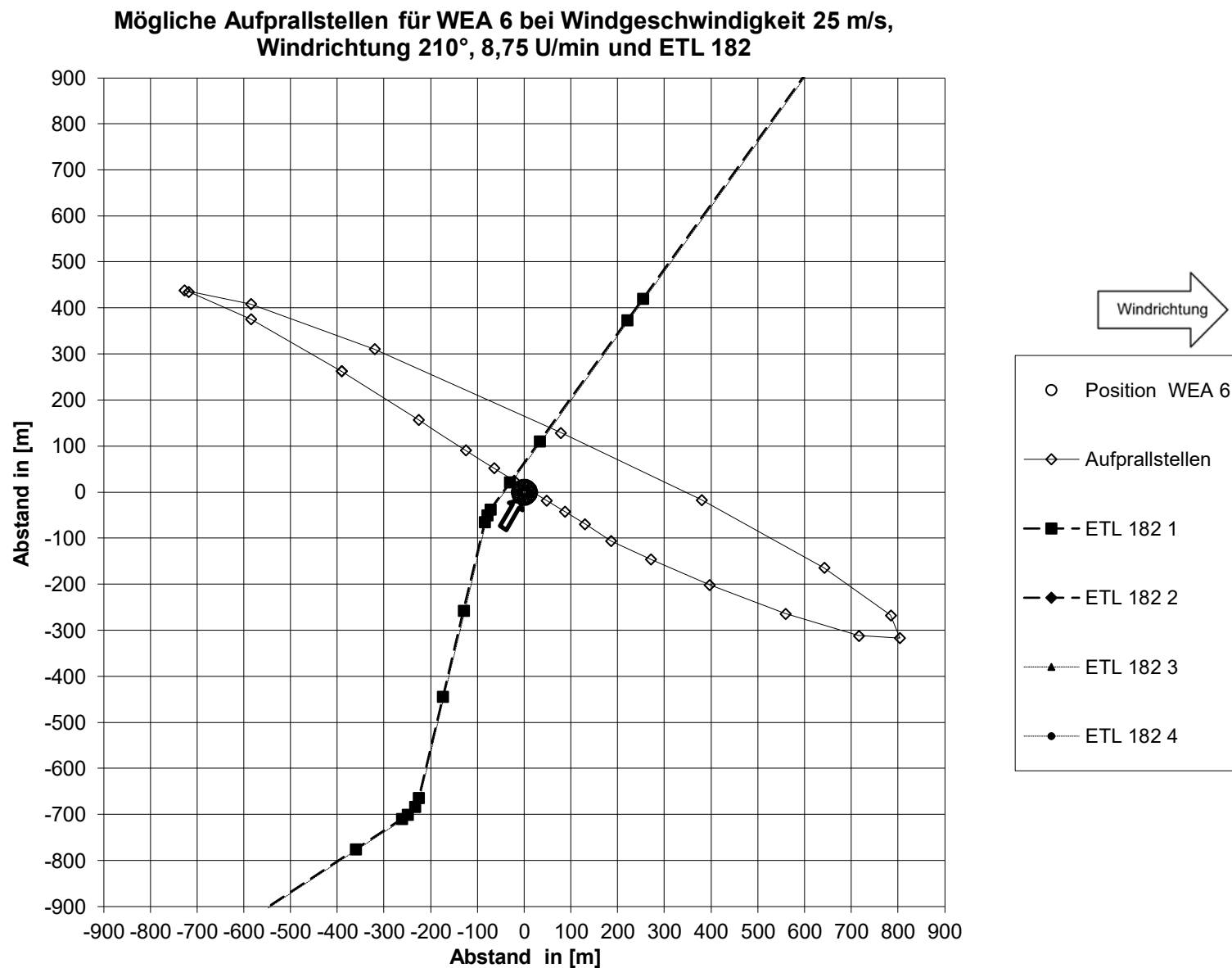


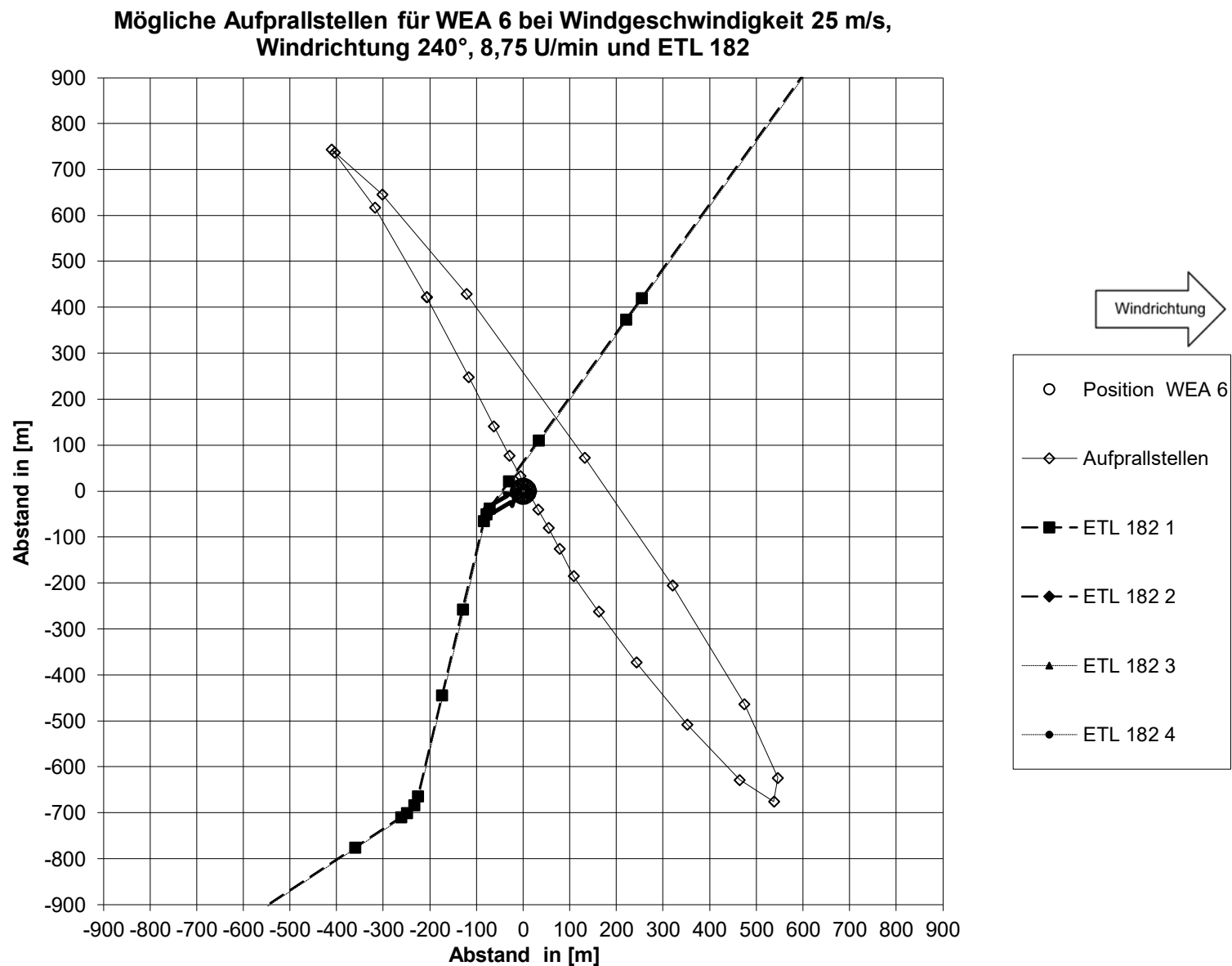


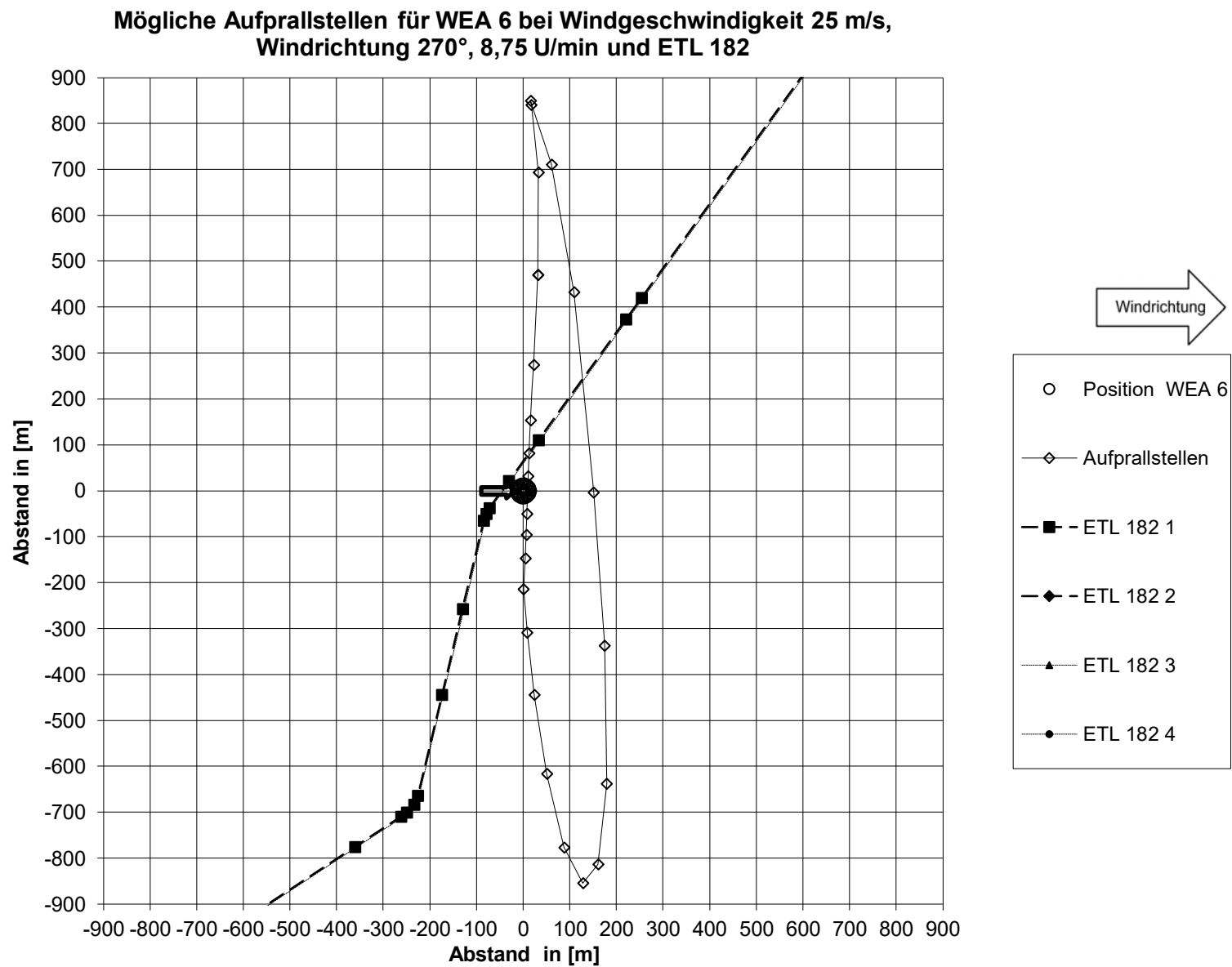


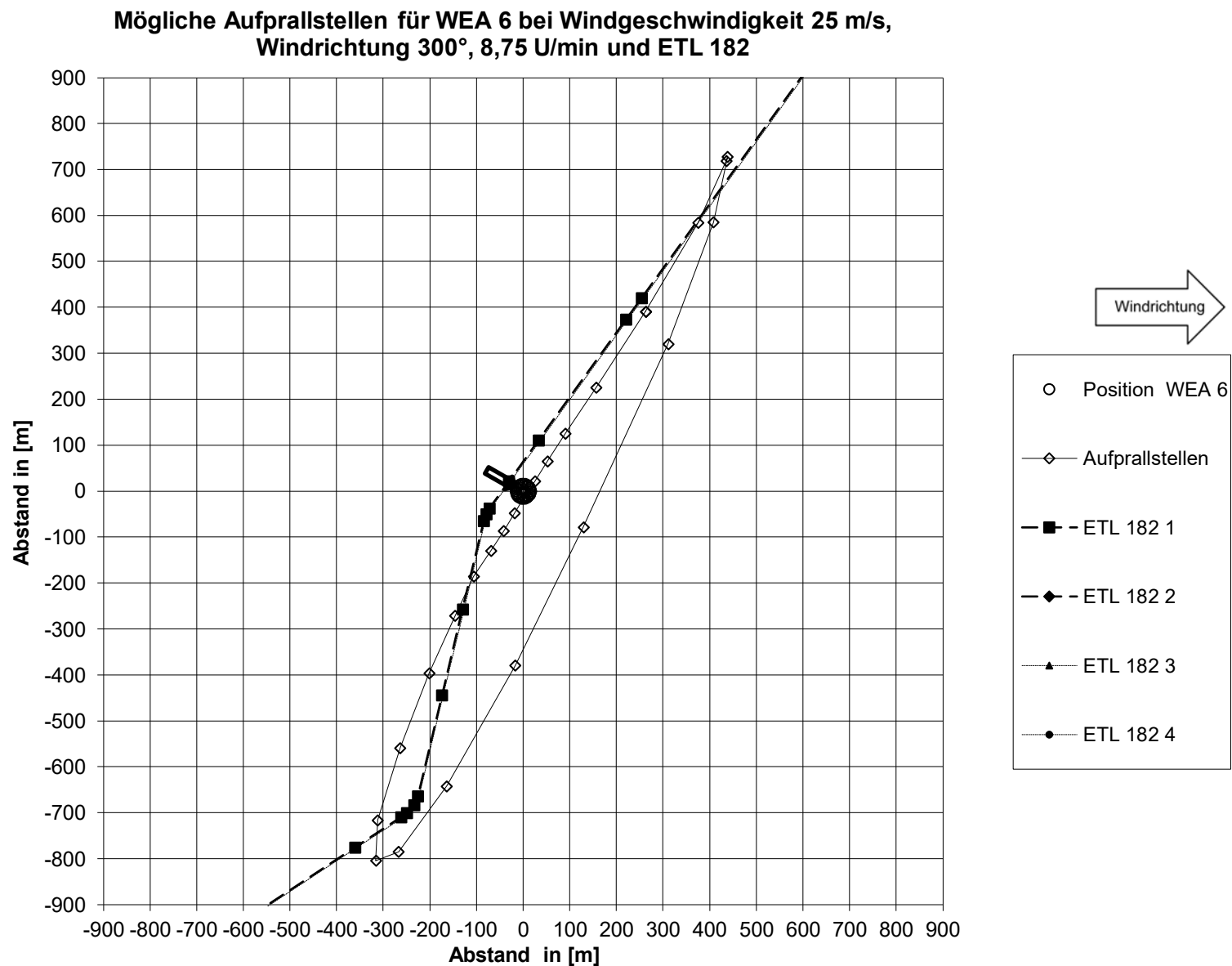


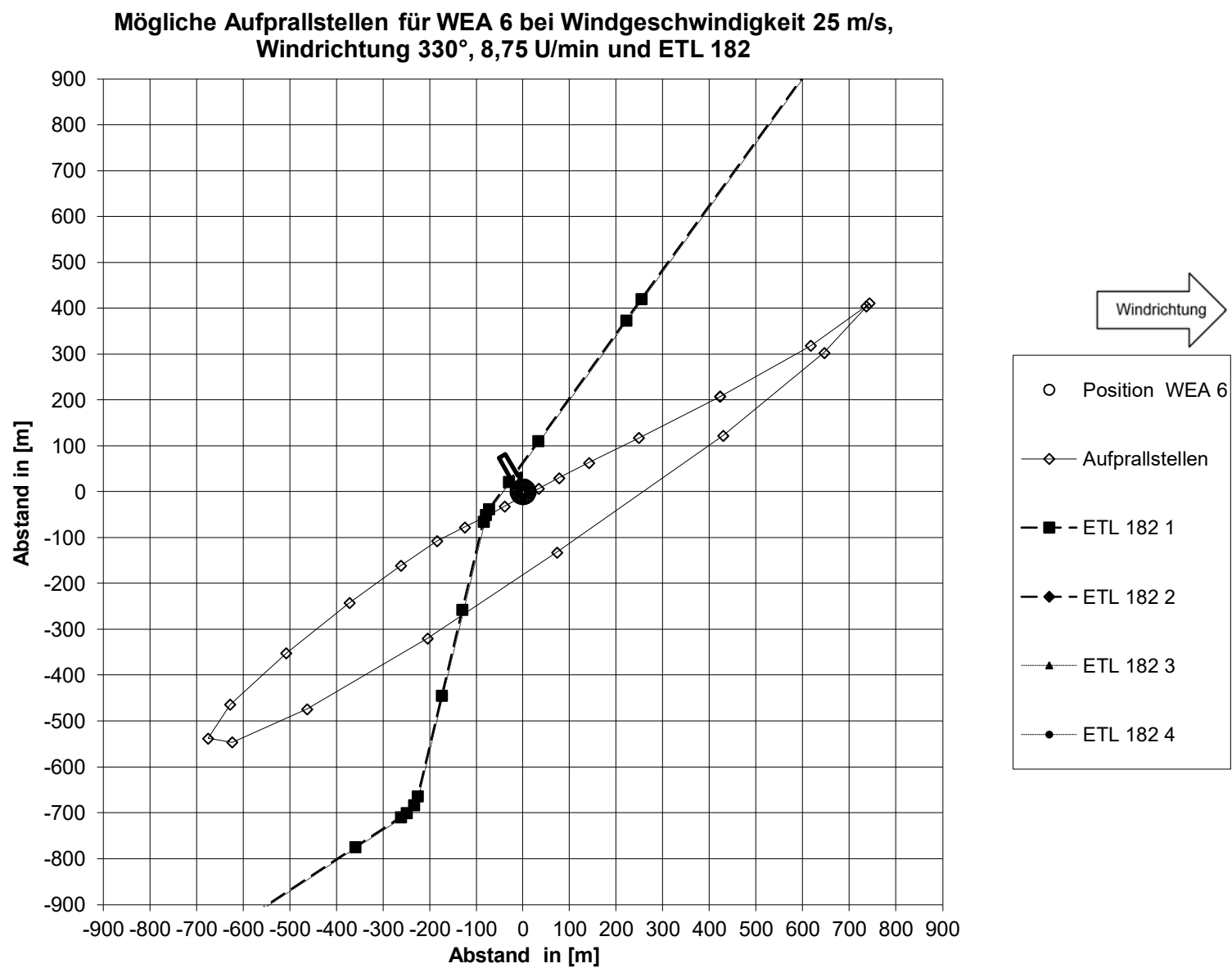






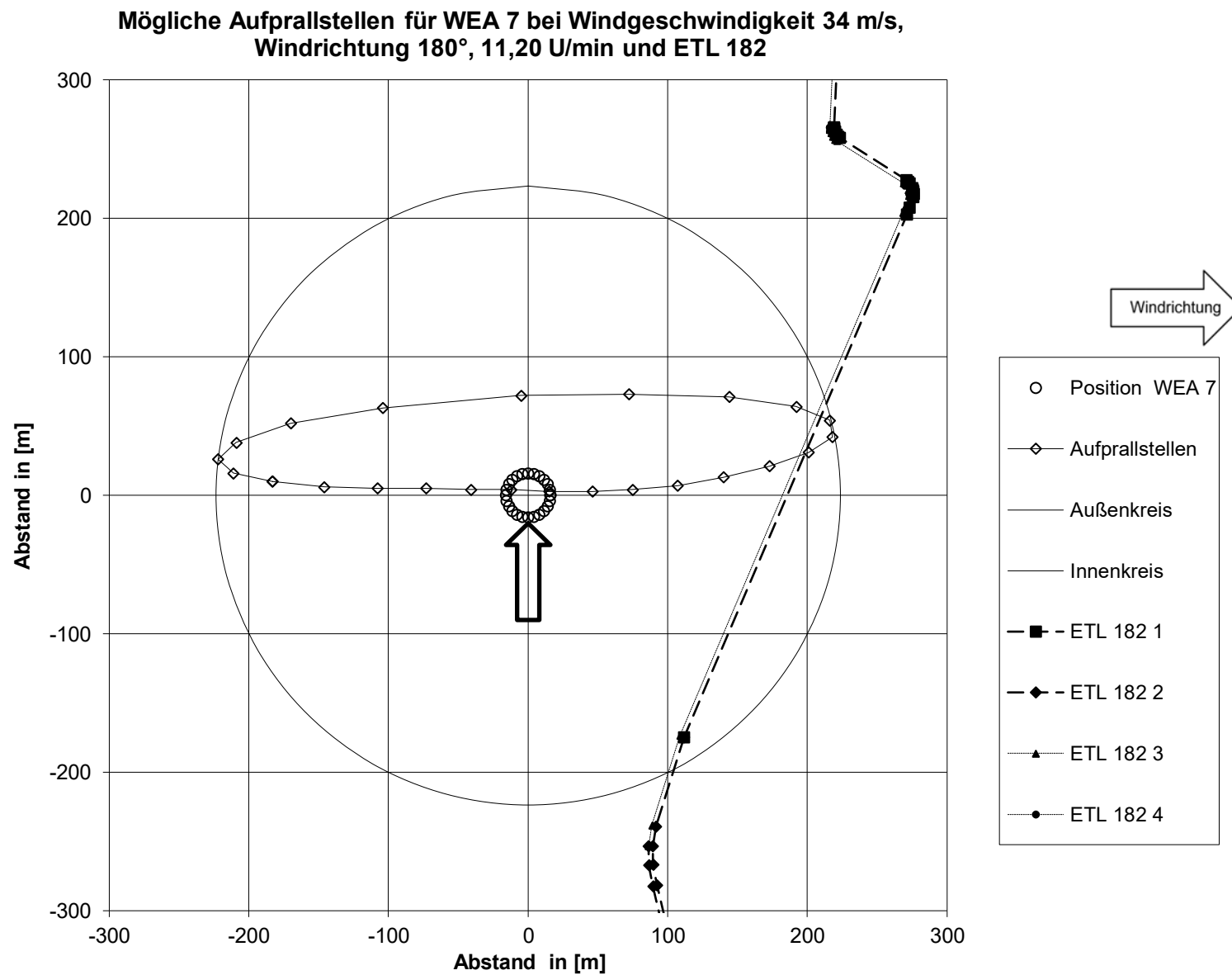


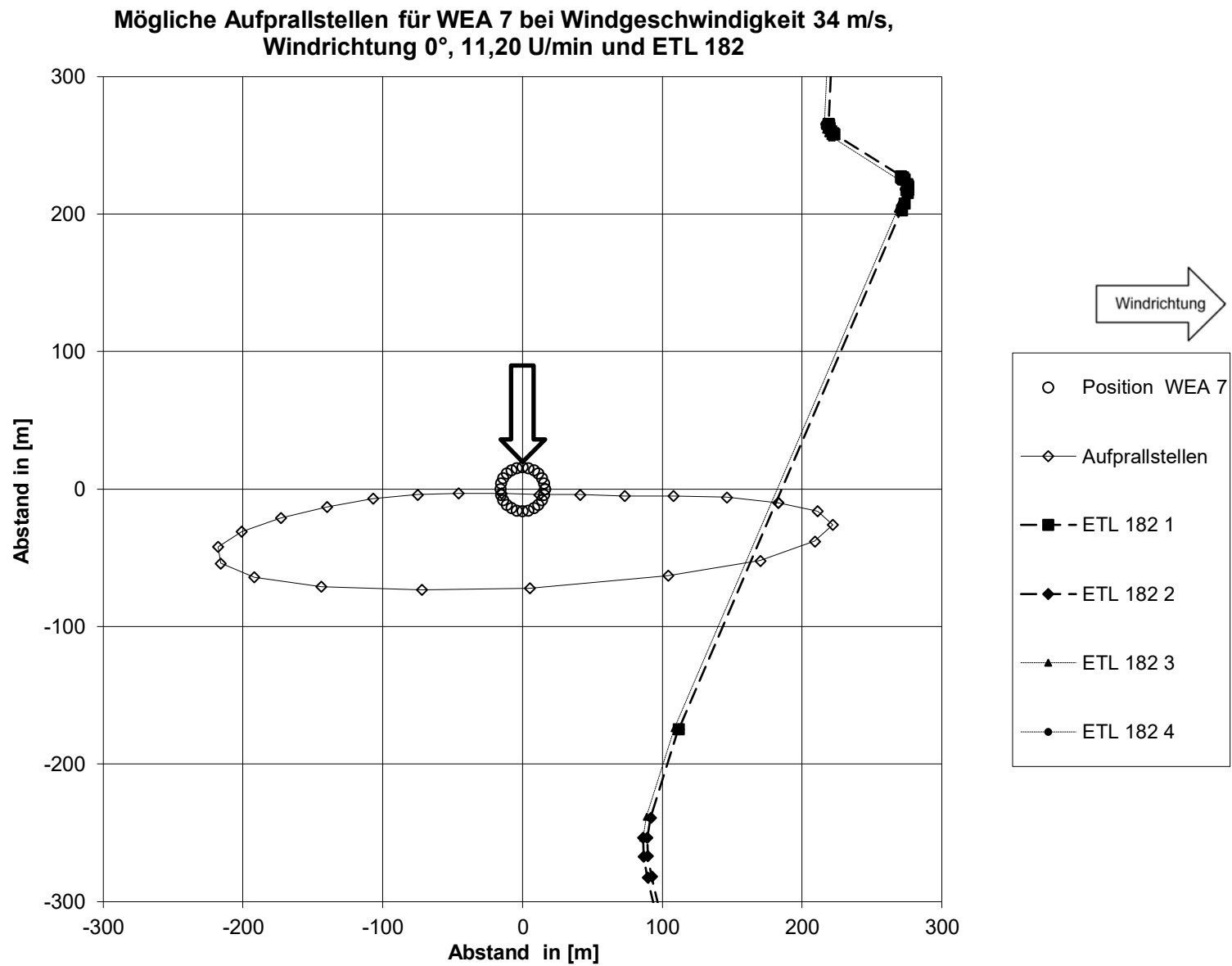


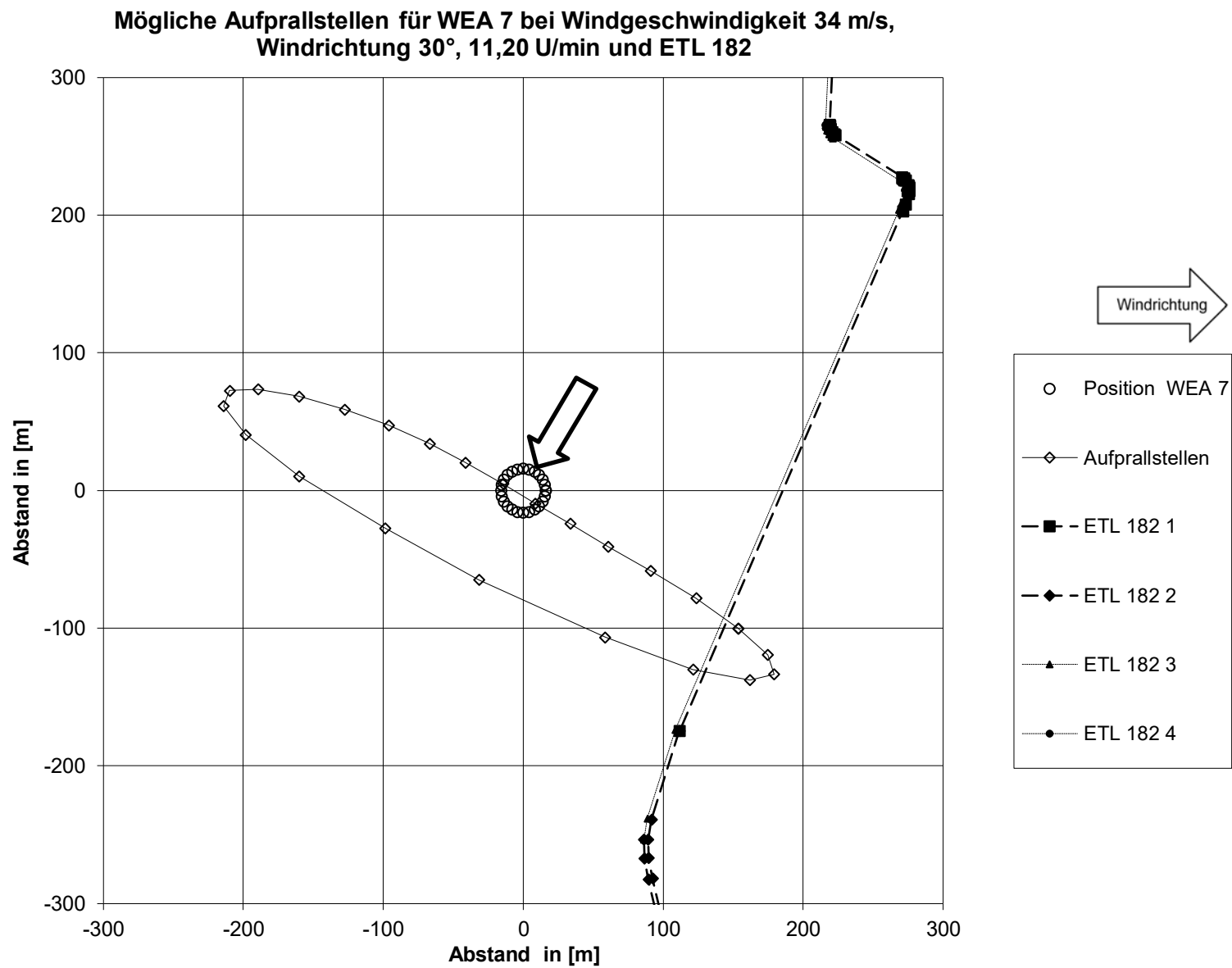


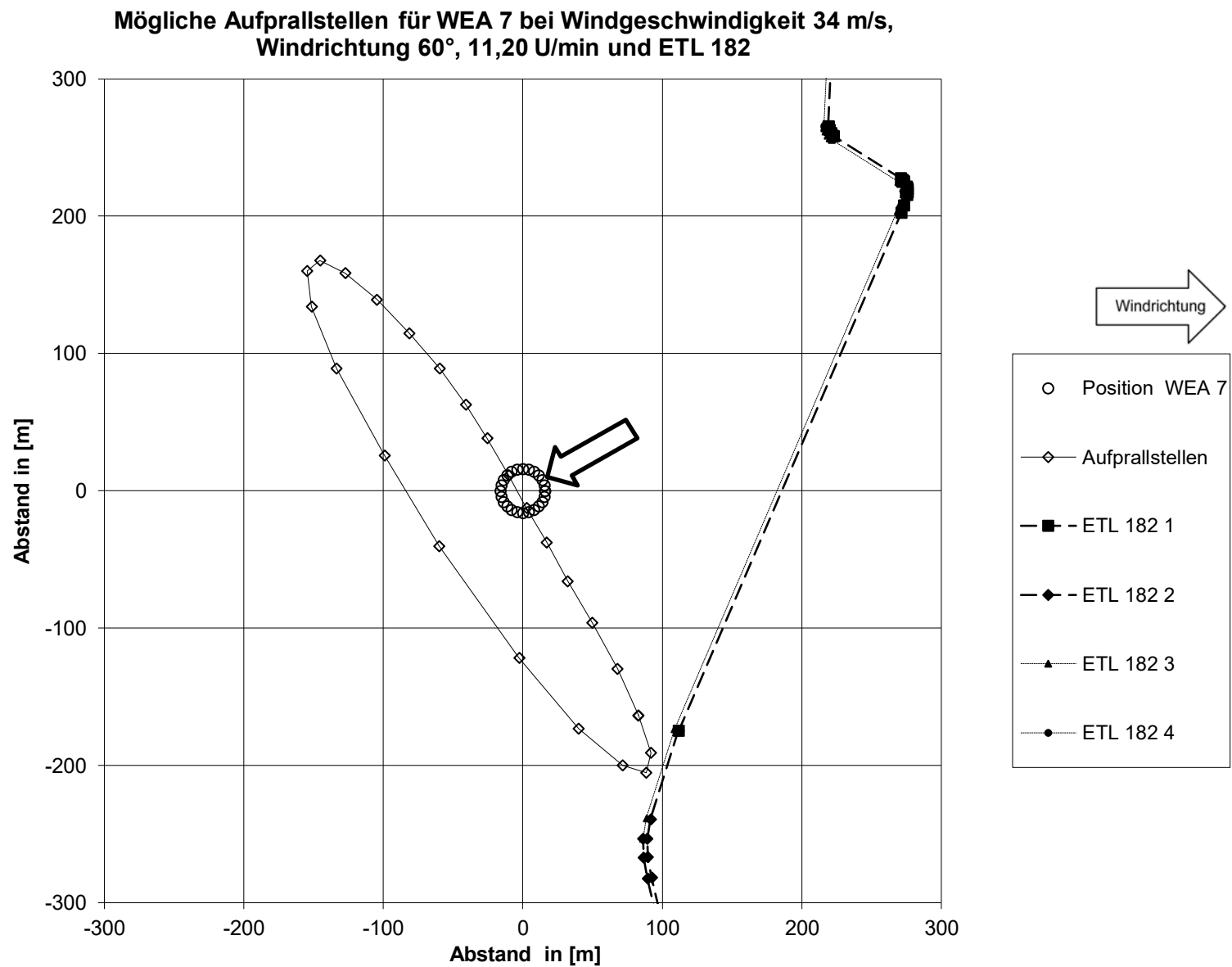
Anlage

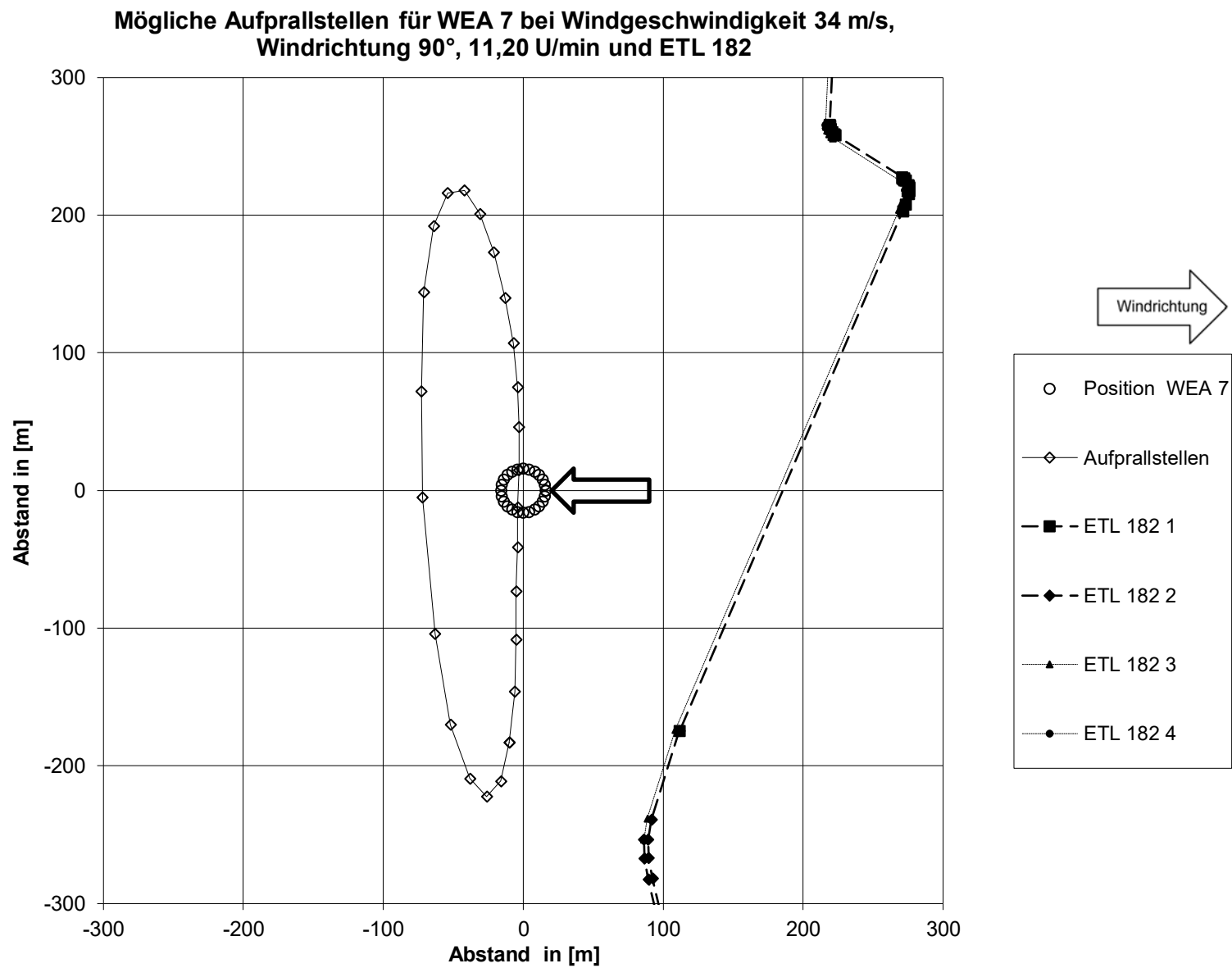
A 14 ETL 182 bei Quelkhorn - Gefährdung durch Abwurf von 100-%-Ro-
torblatt durch WEA 7

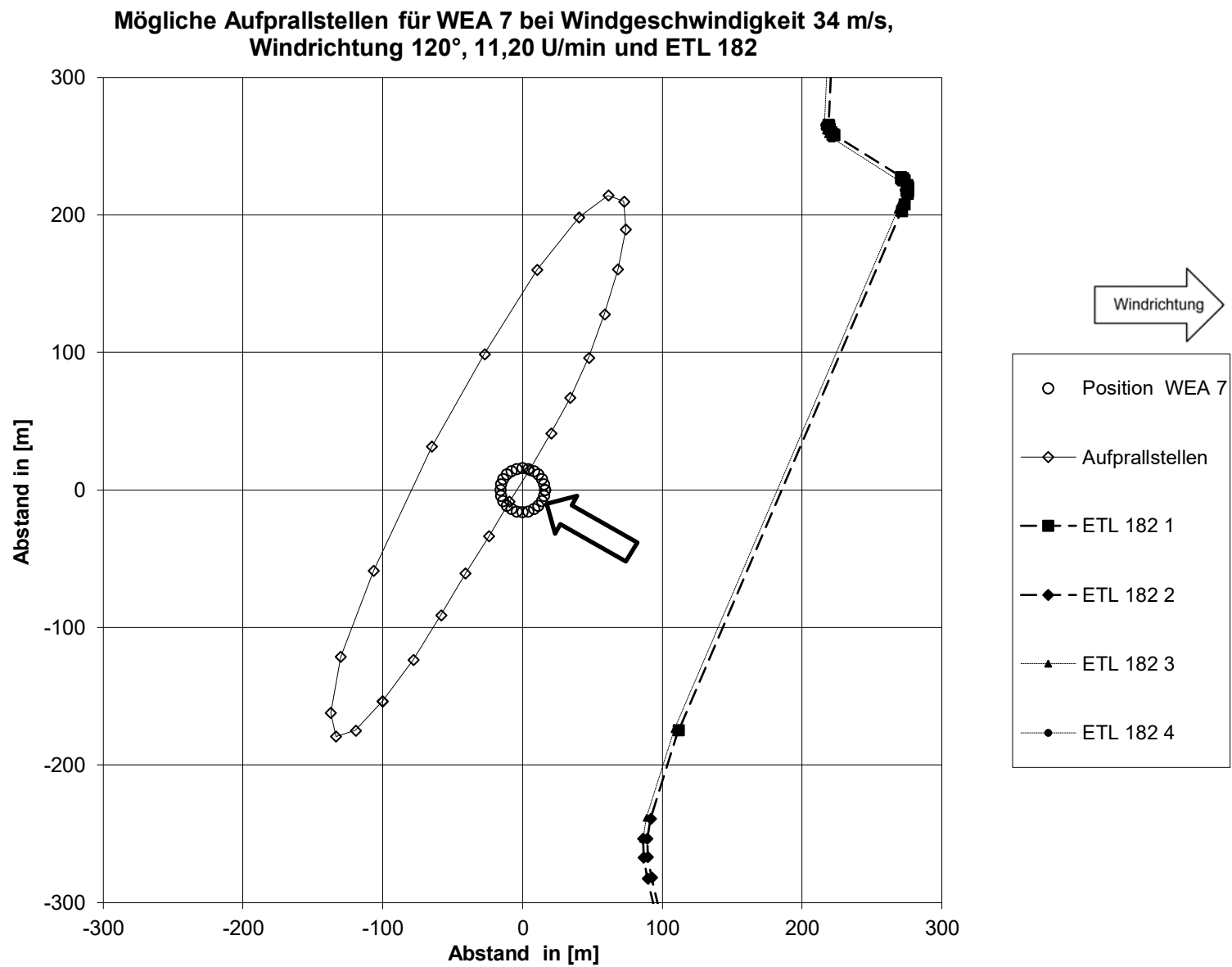


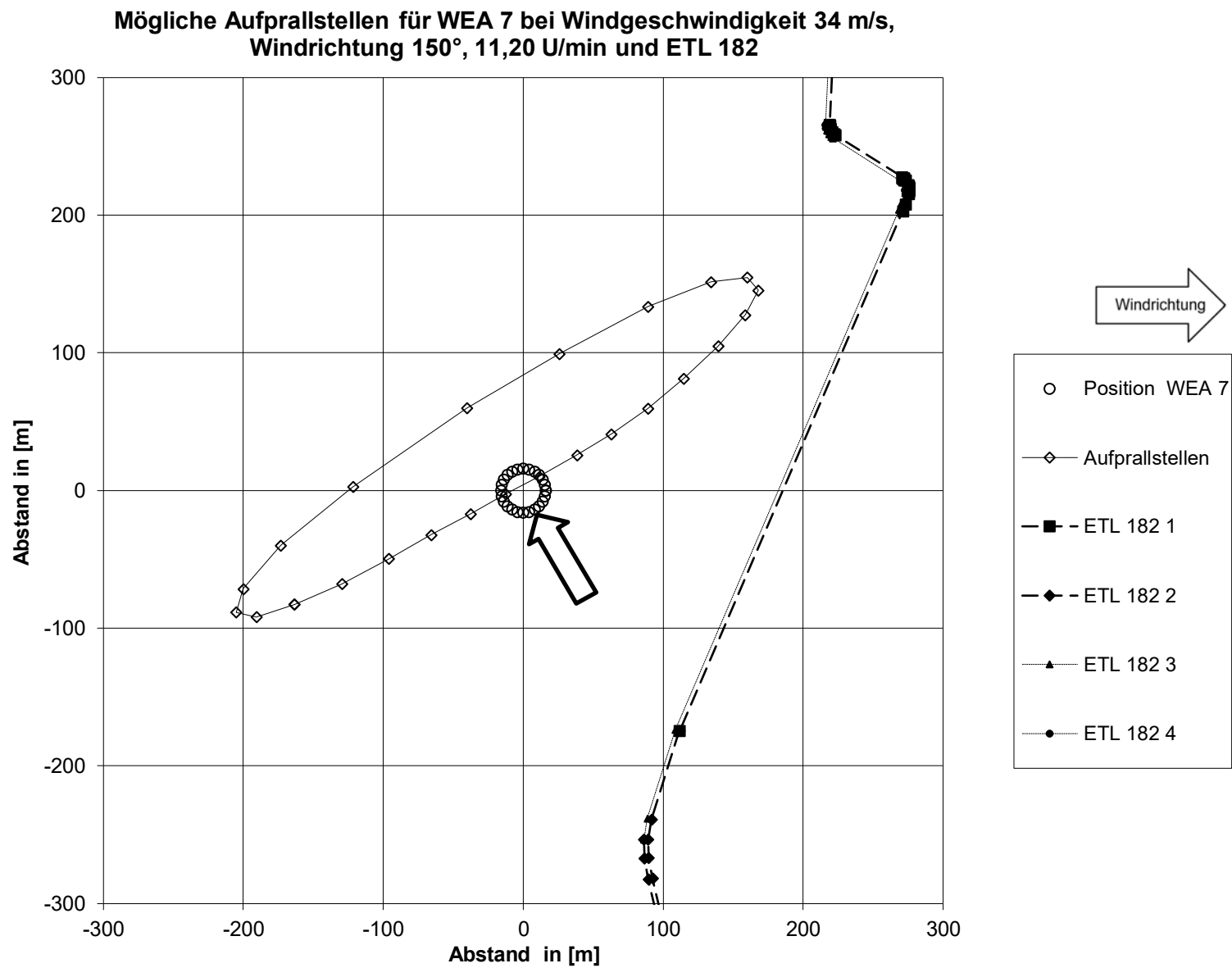


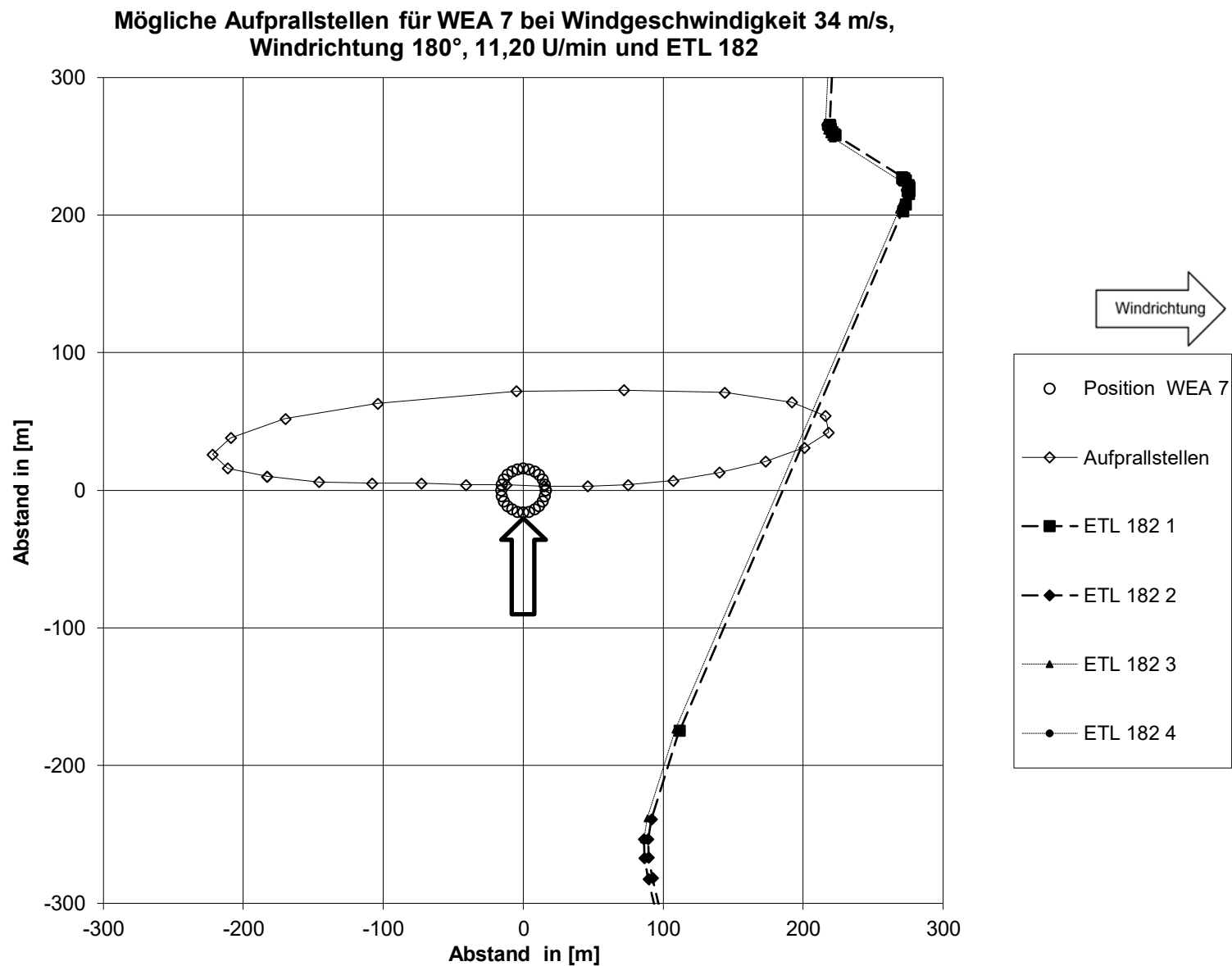


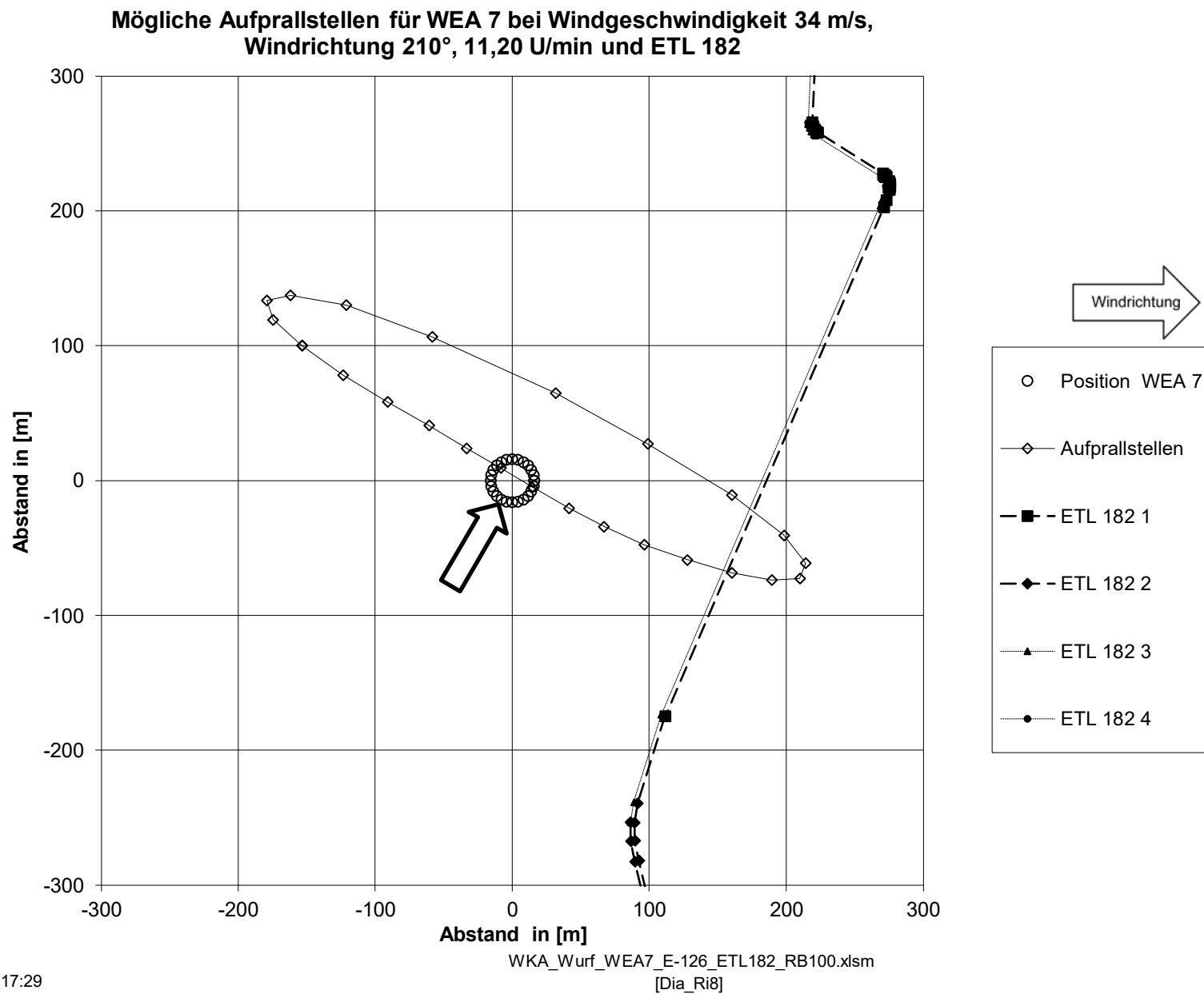


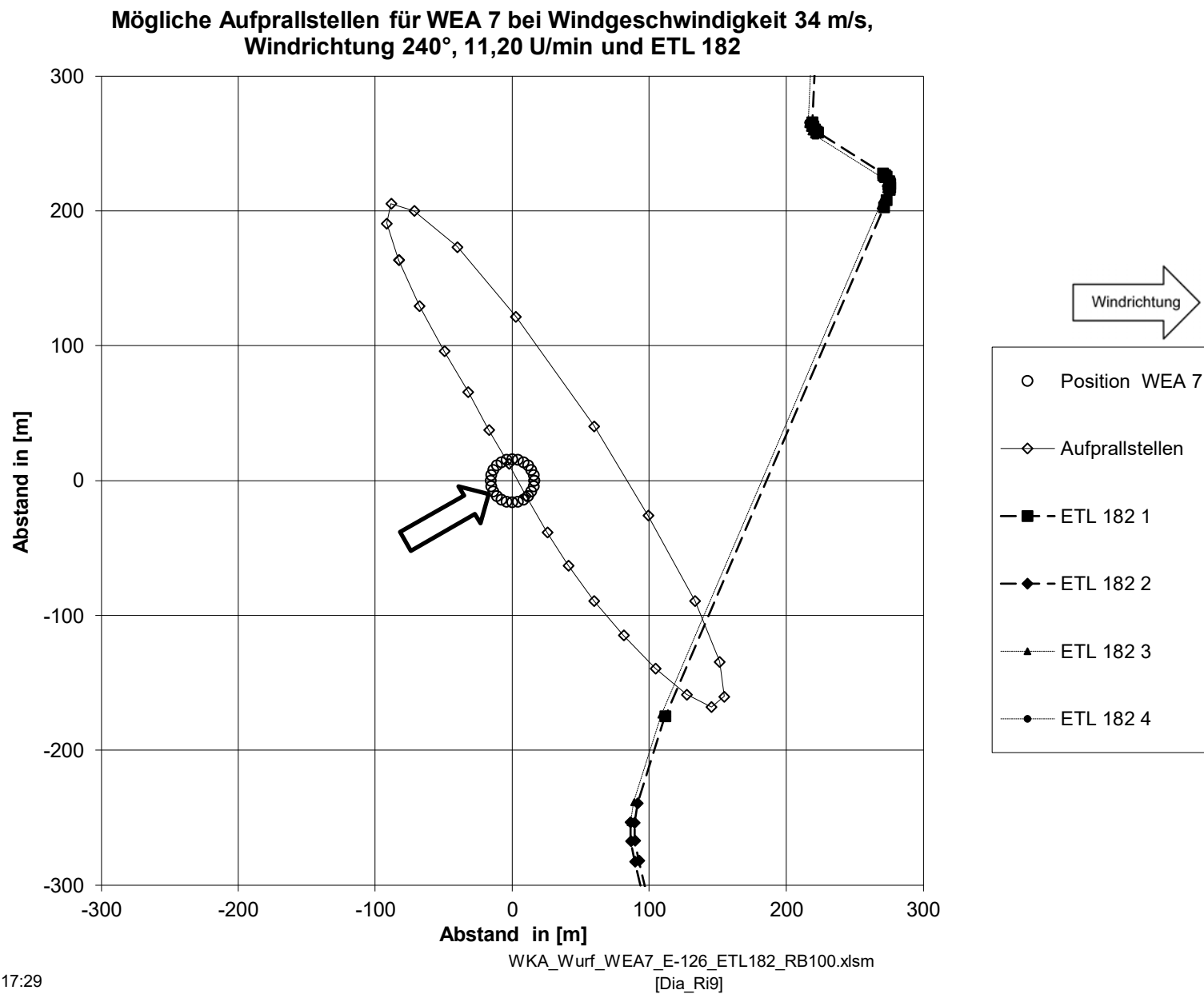


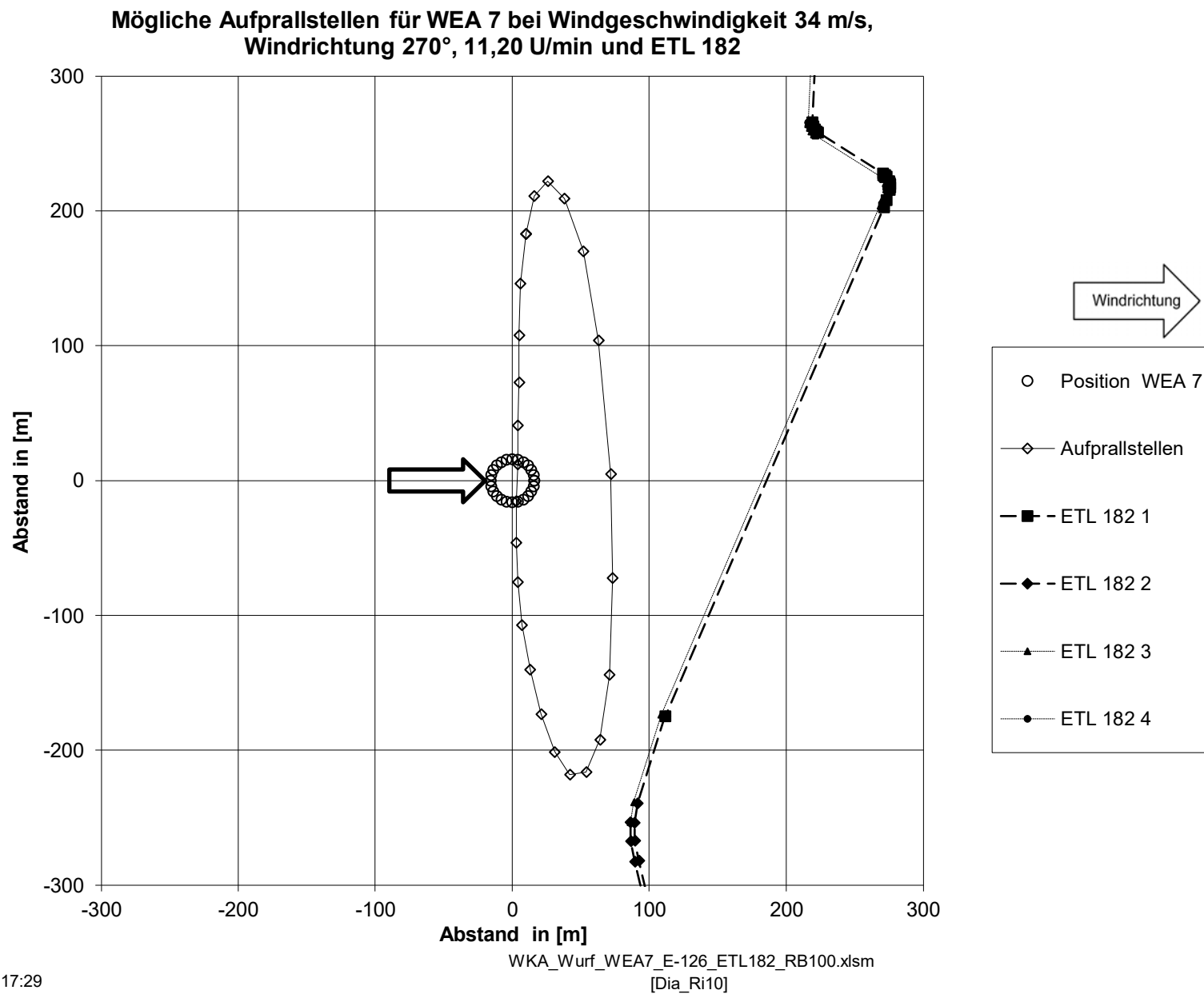


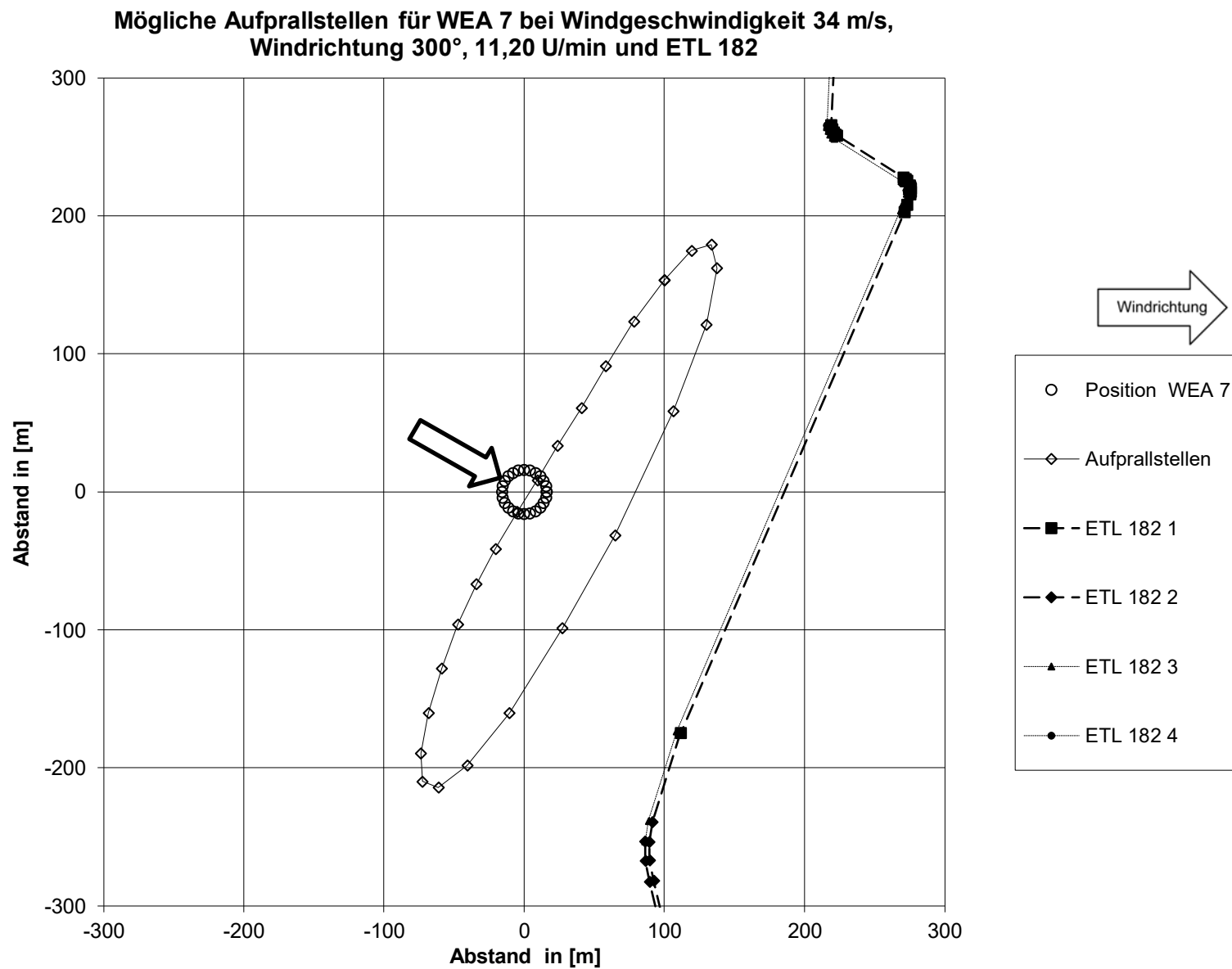


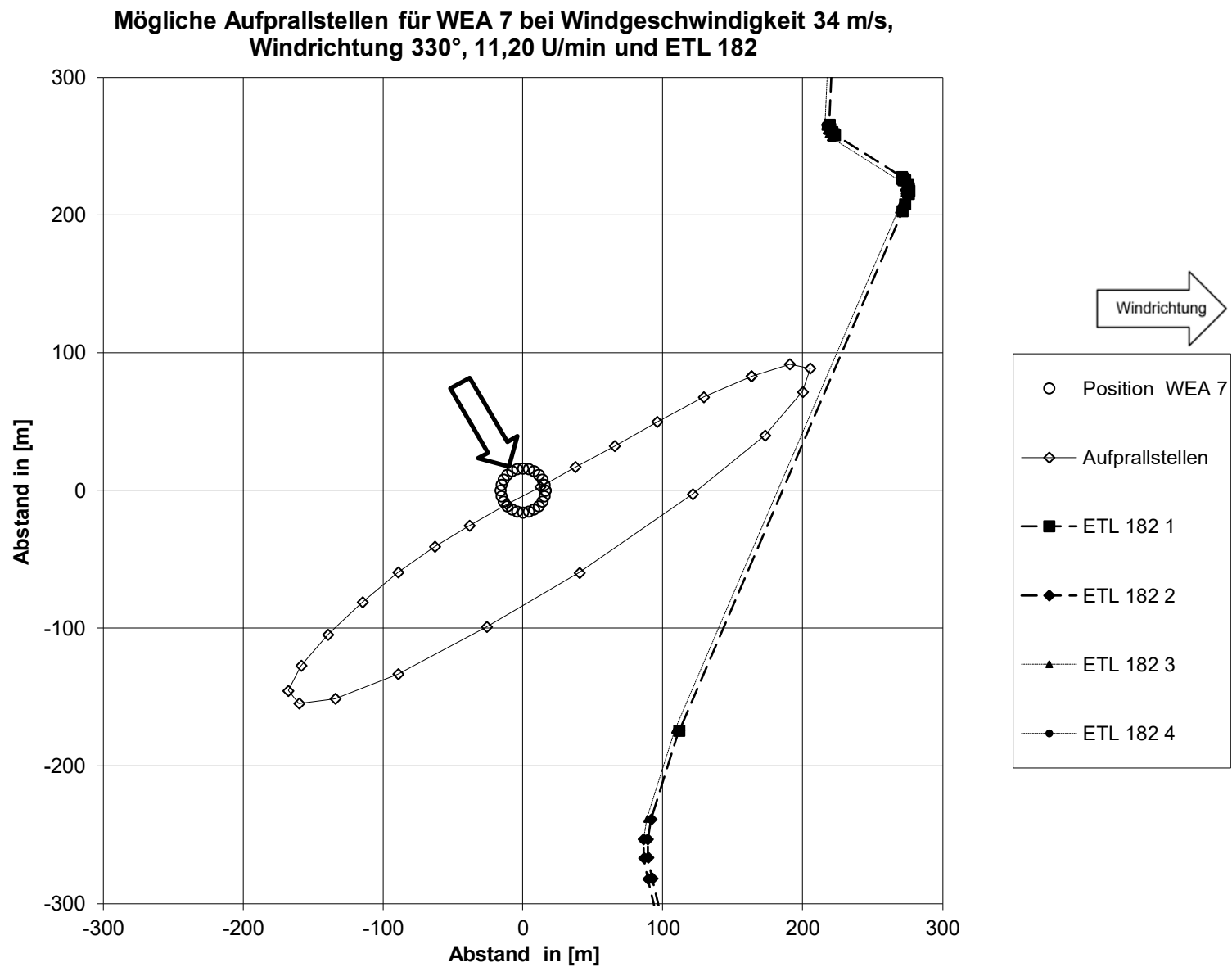






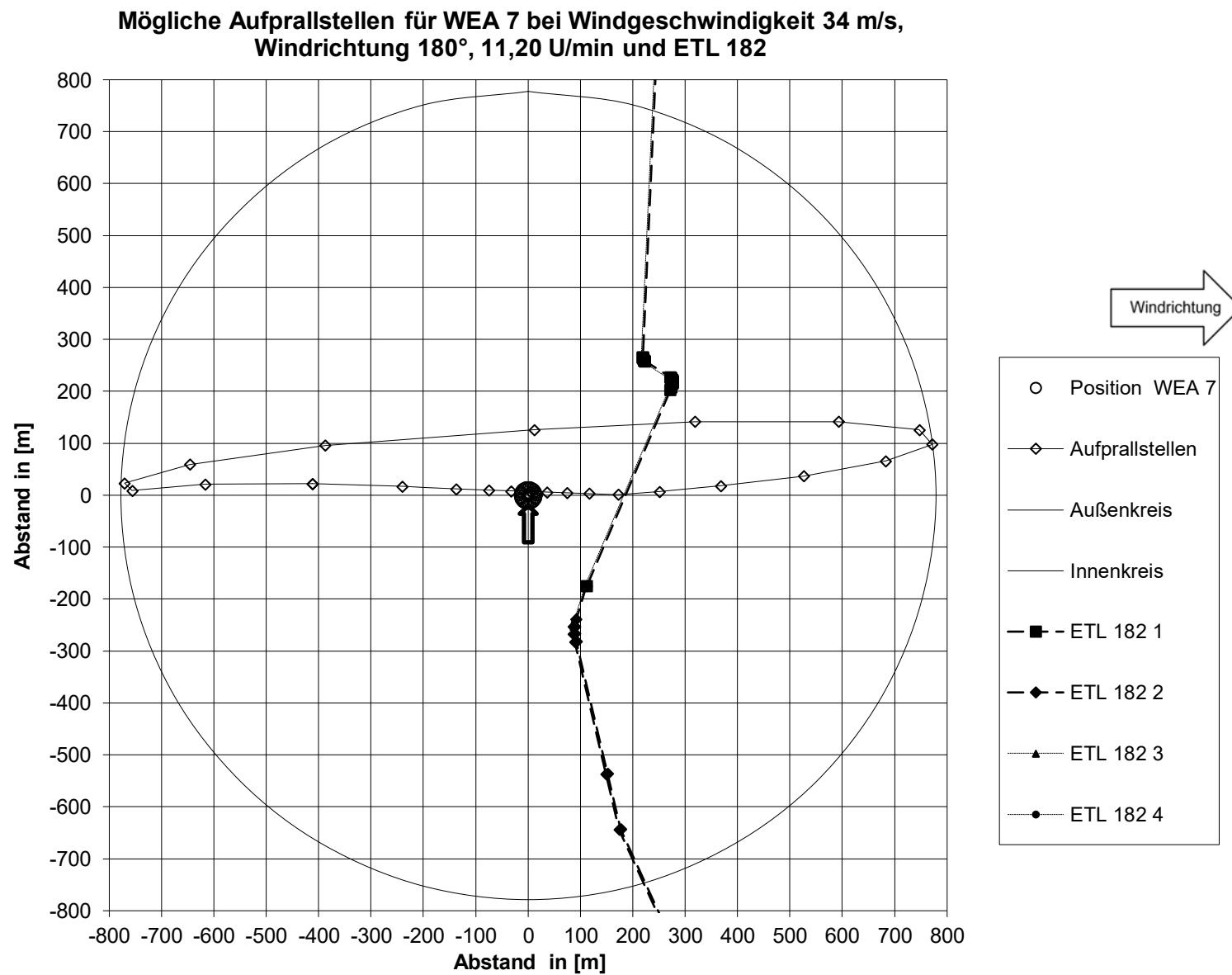


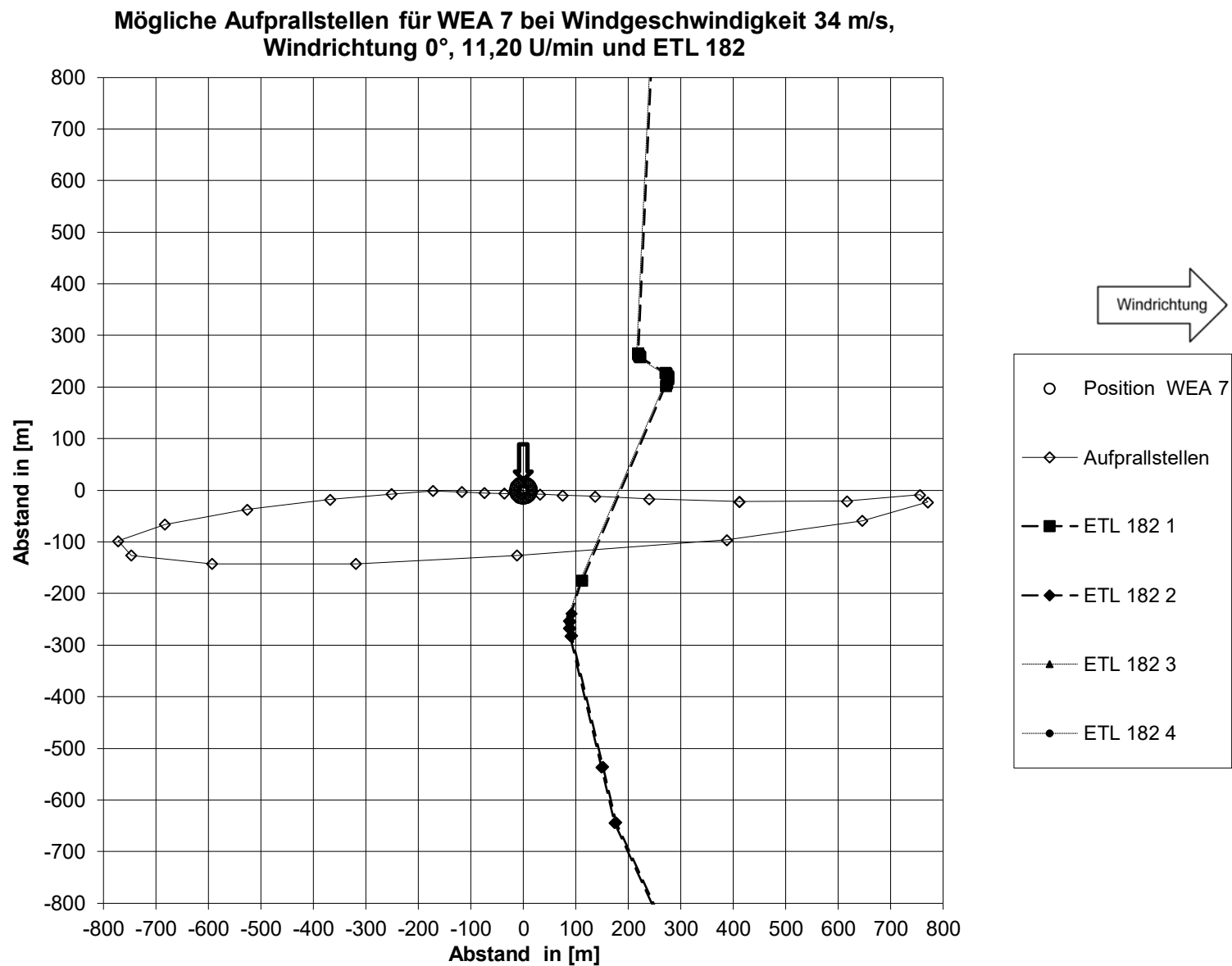




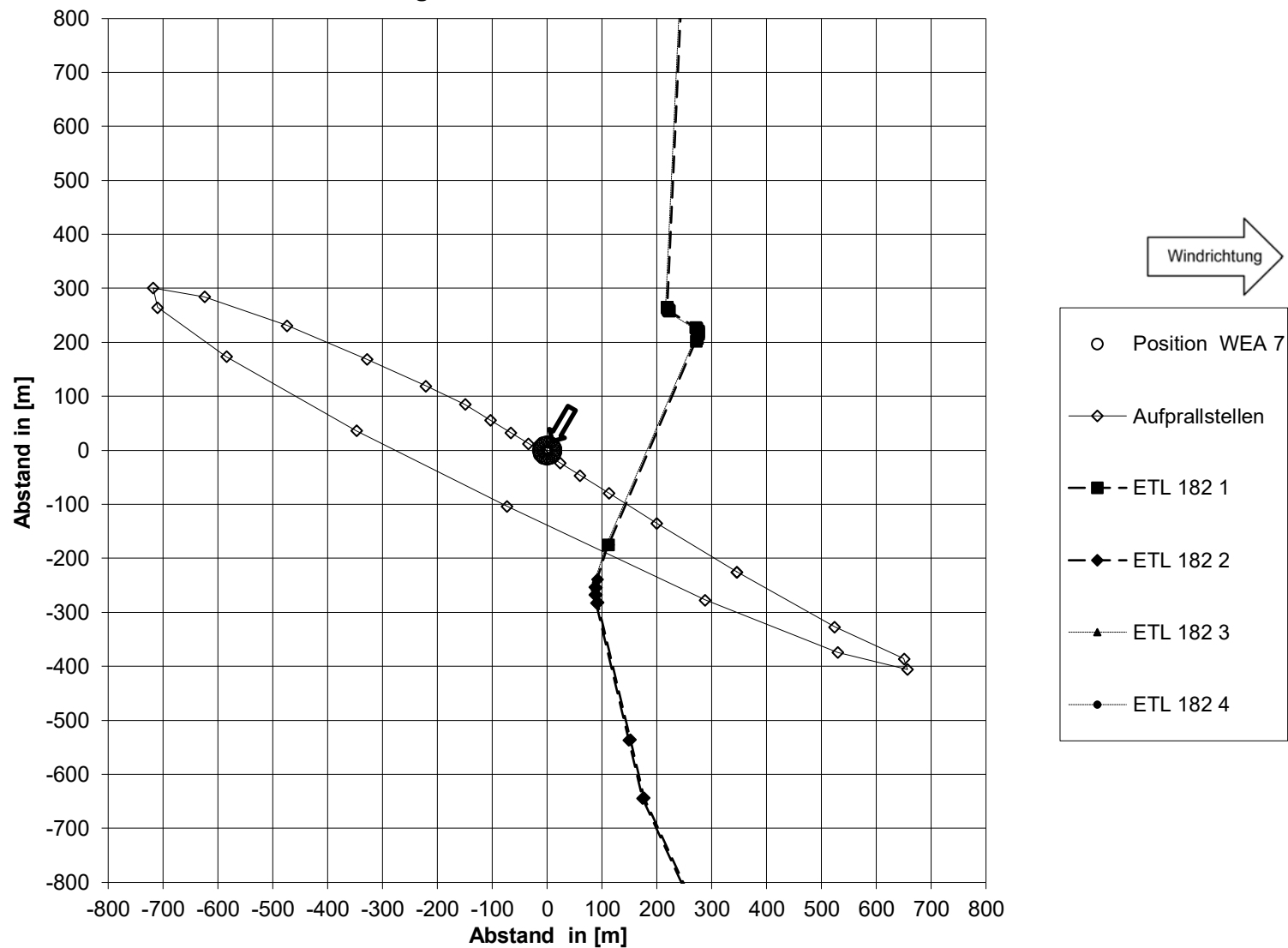
Anlage

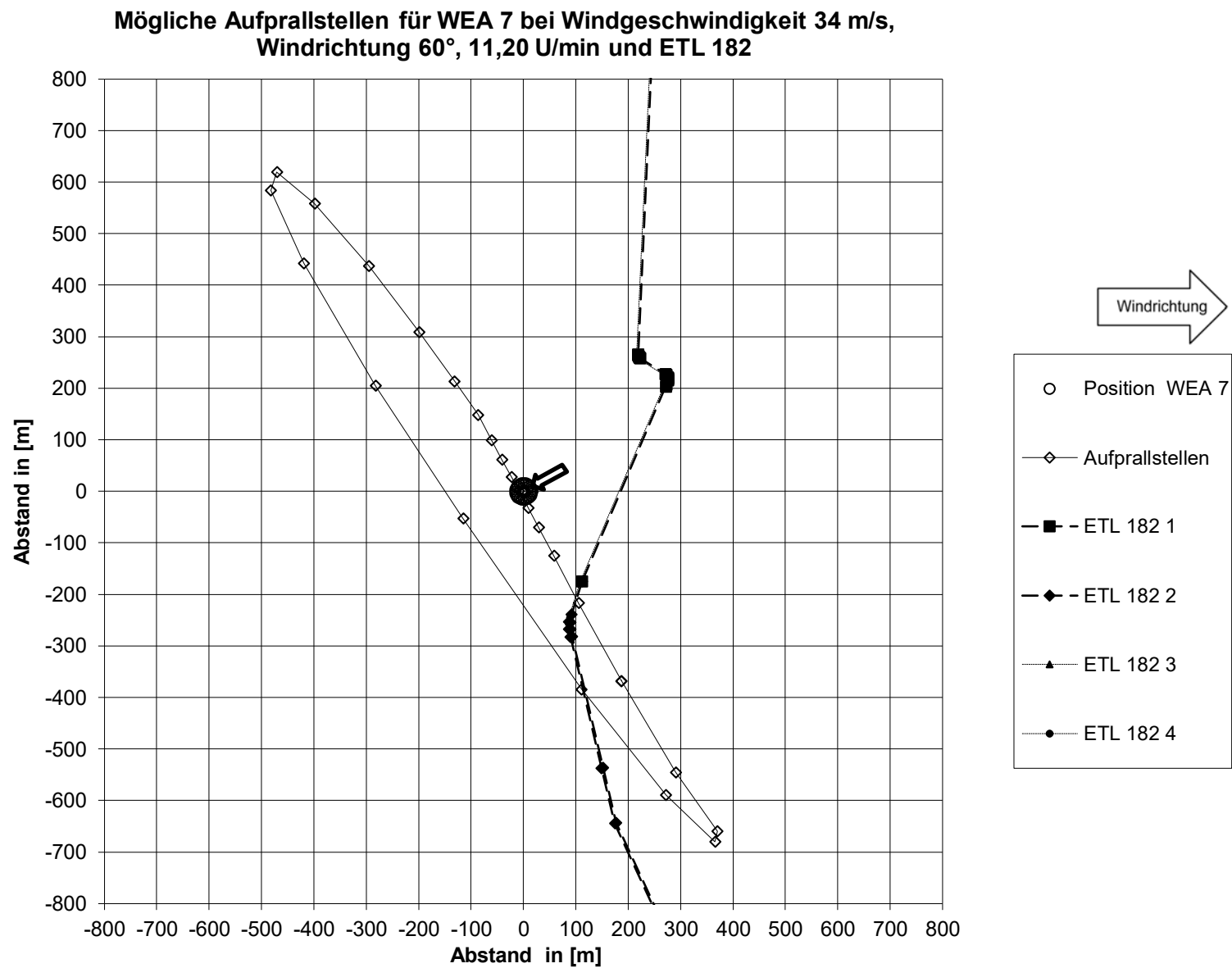
A 15 ETL 182 bei Quelkhorn - Gefährdung durch Abwurf von 30-%-Rotor-
blatt durch WEA 7

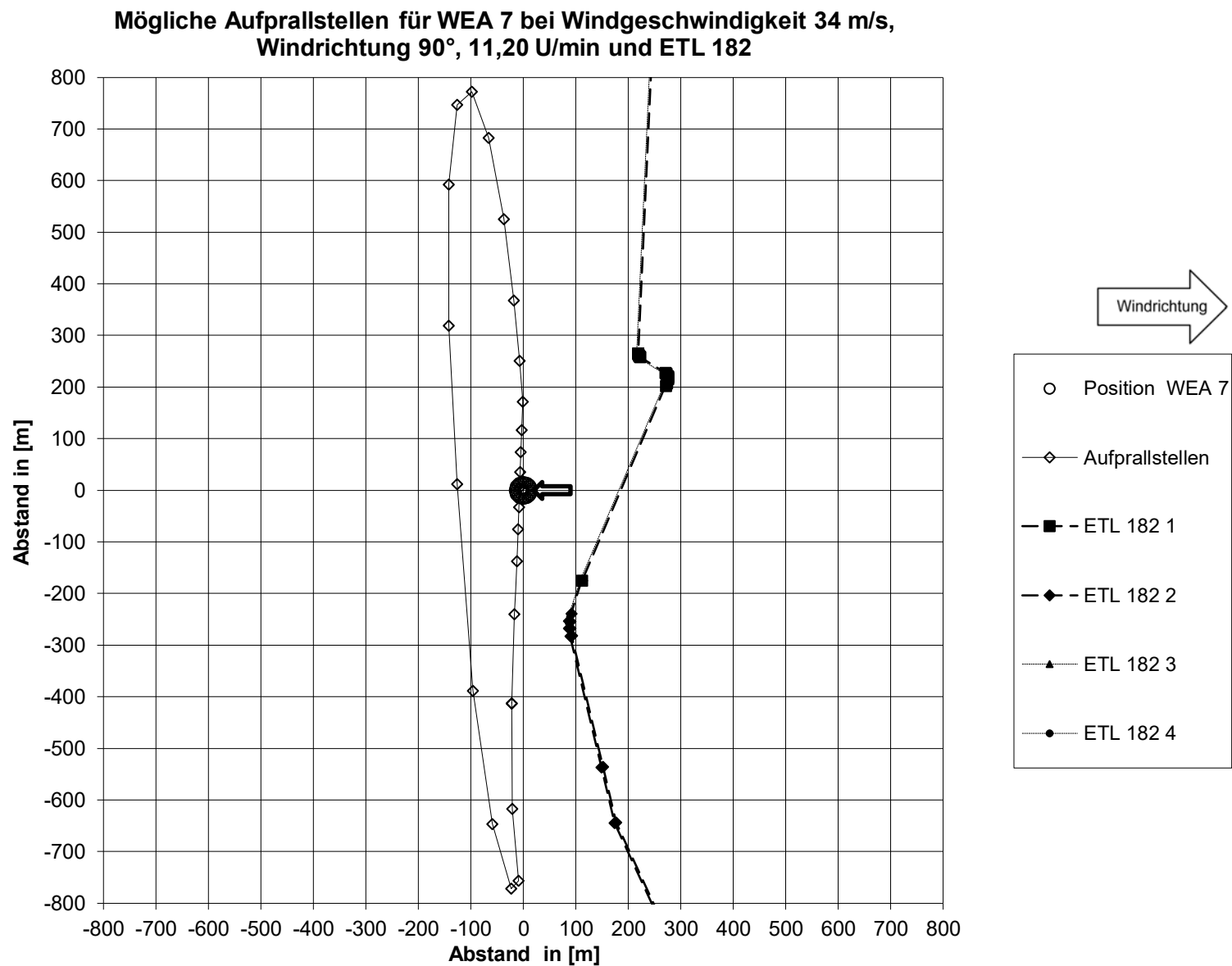


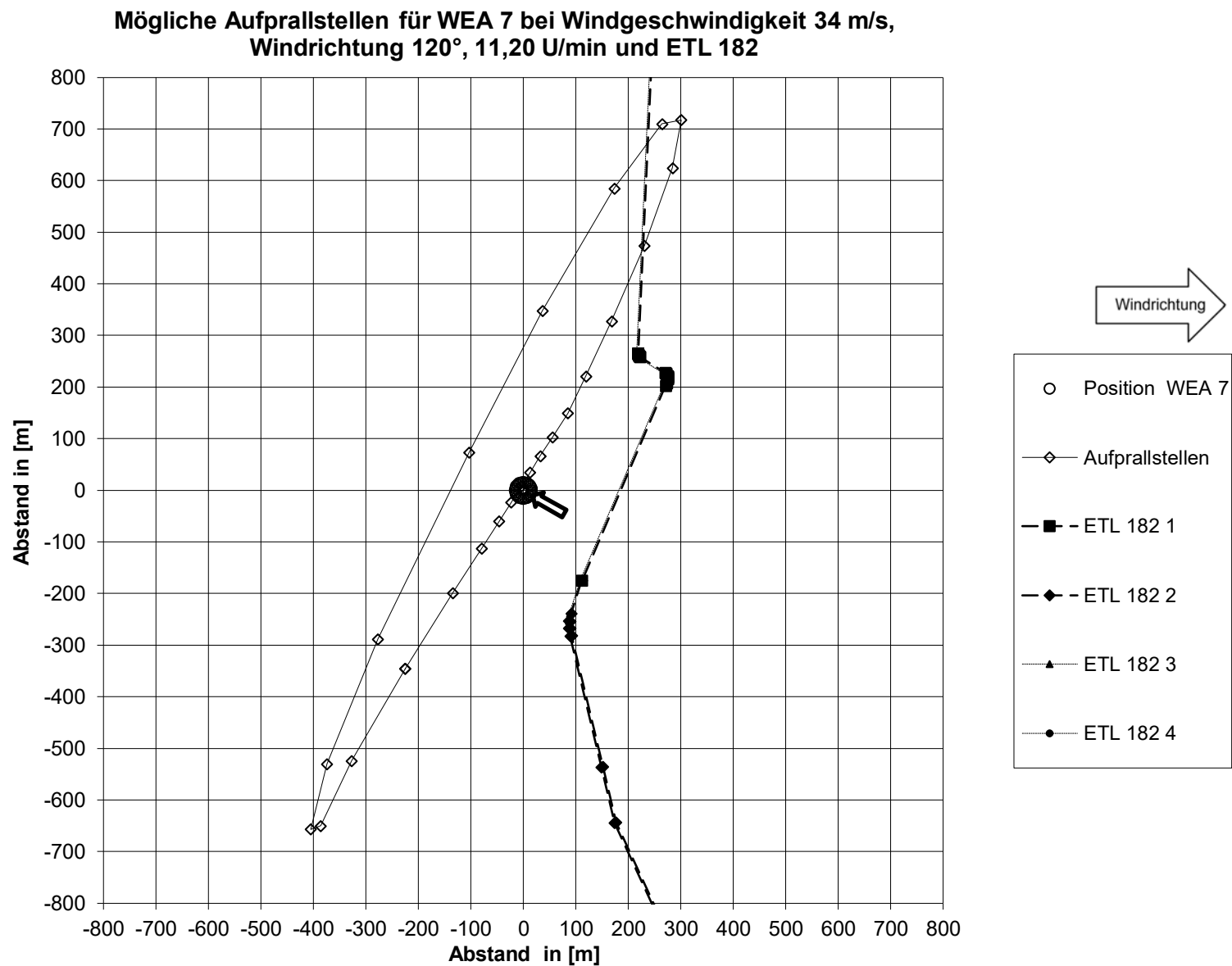


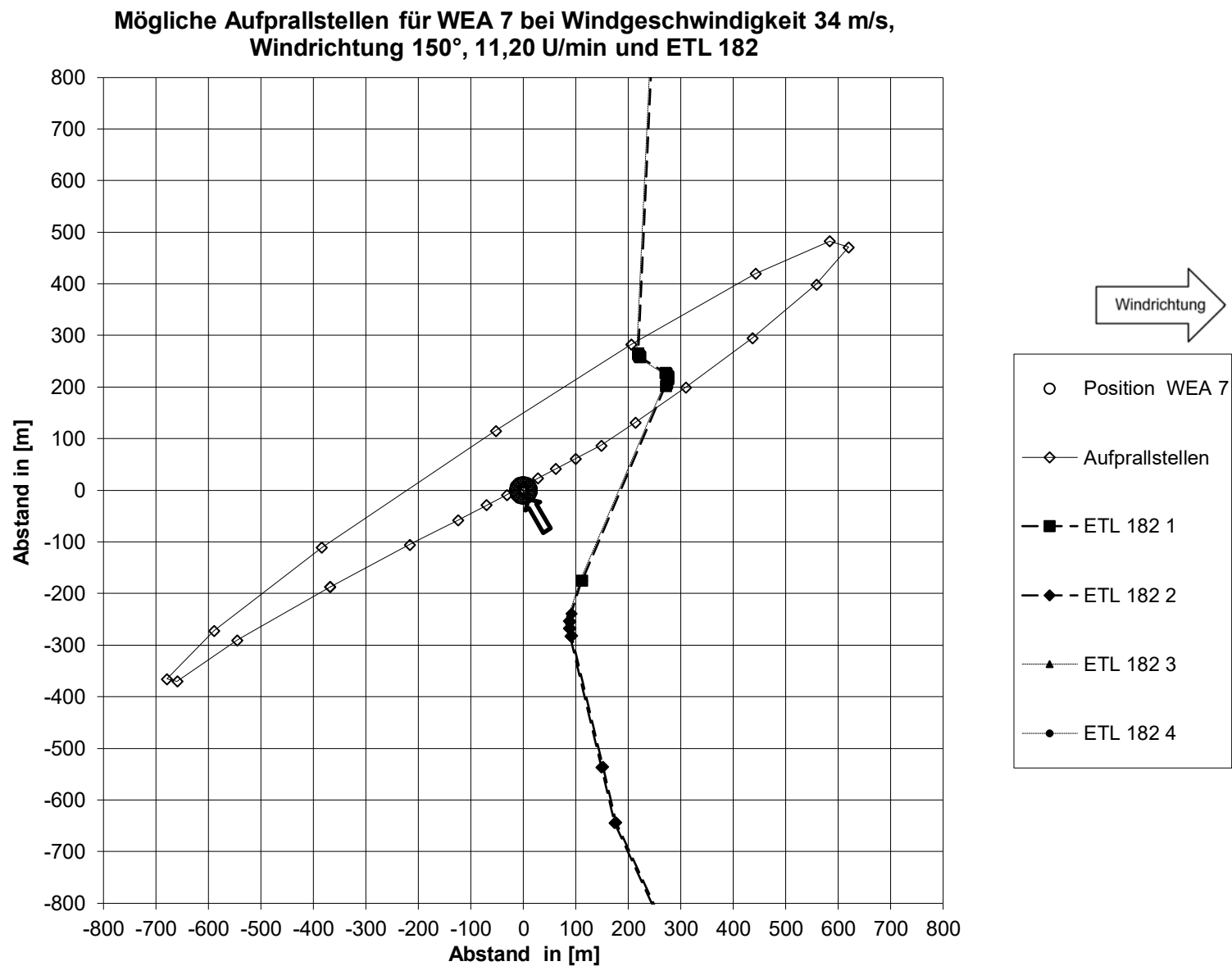
**Mögliche Aufprallstellen für WEA 7 bei Windgeschwindigkeit 34 m/s,
Windrichtung 30°, 11,20 U/min und ETL 182**

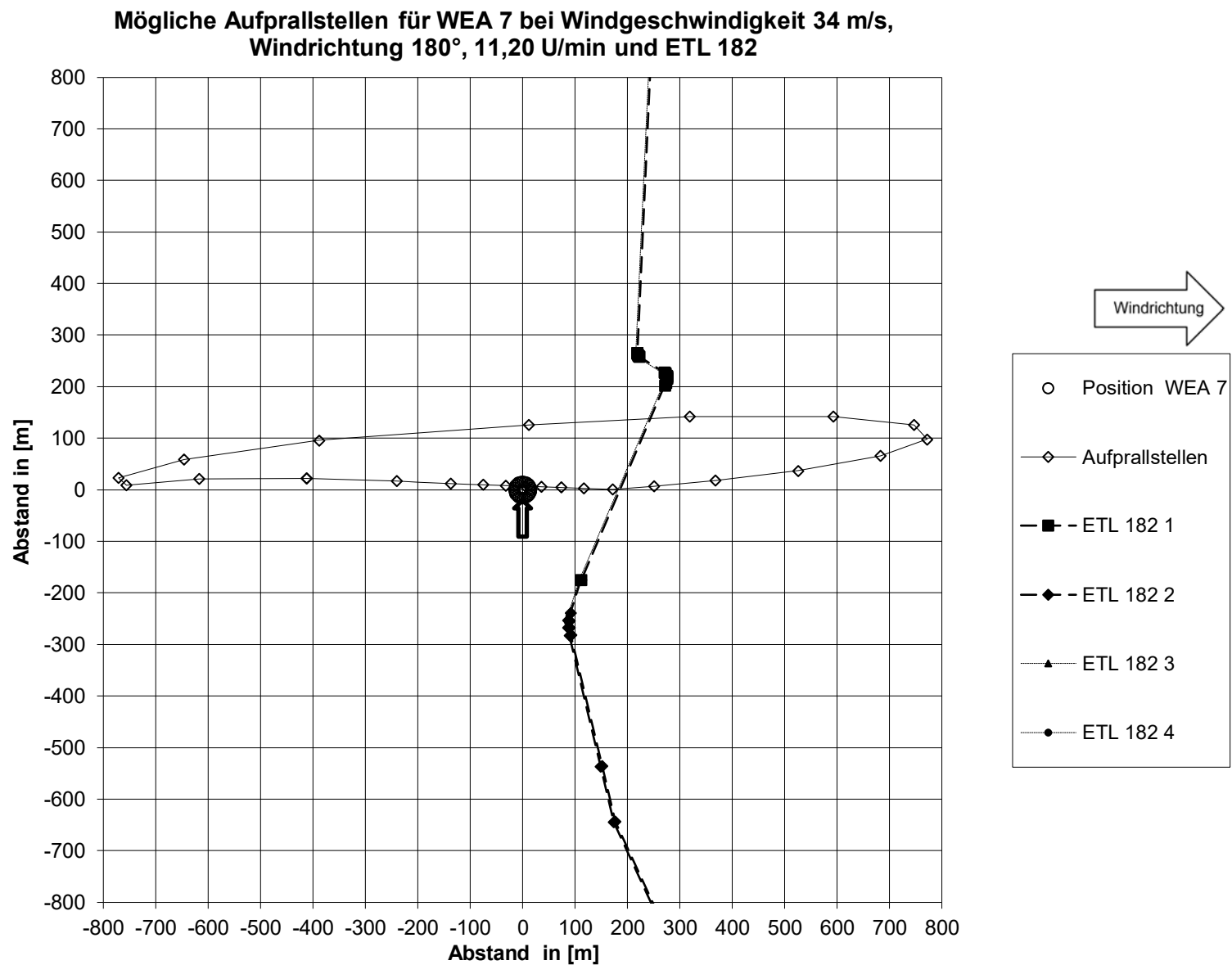


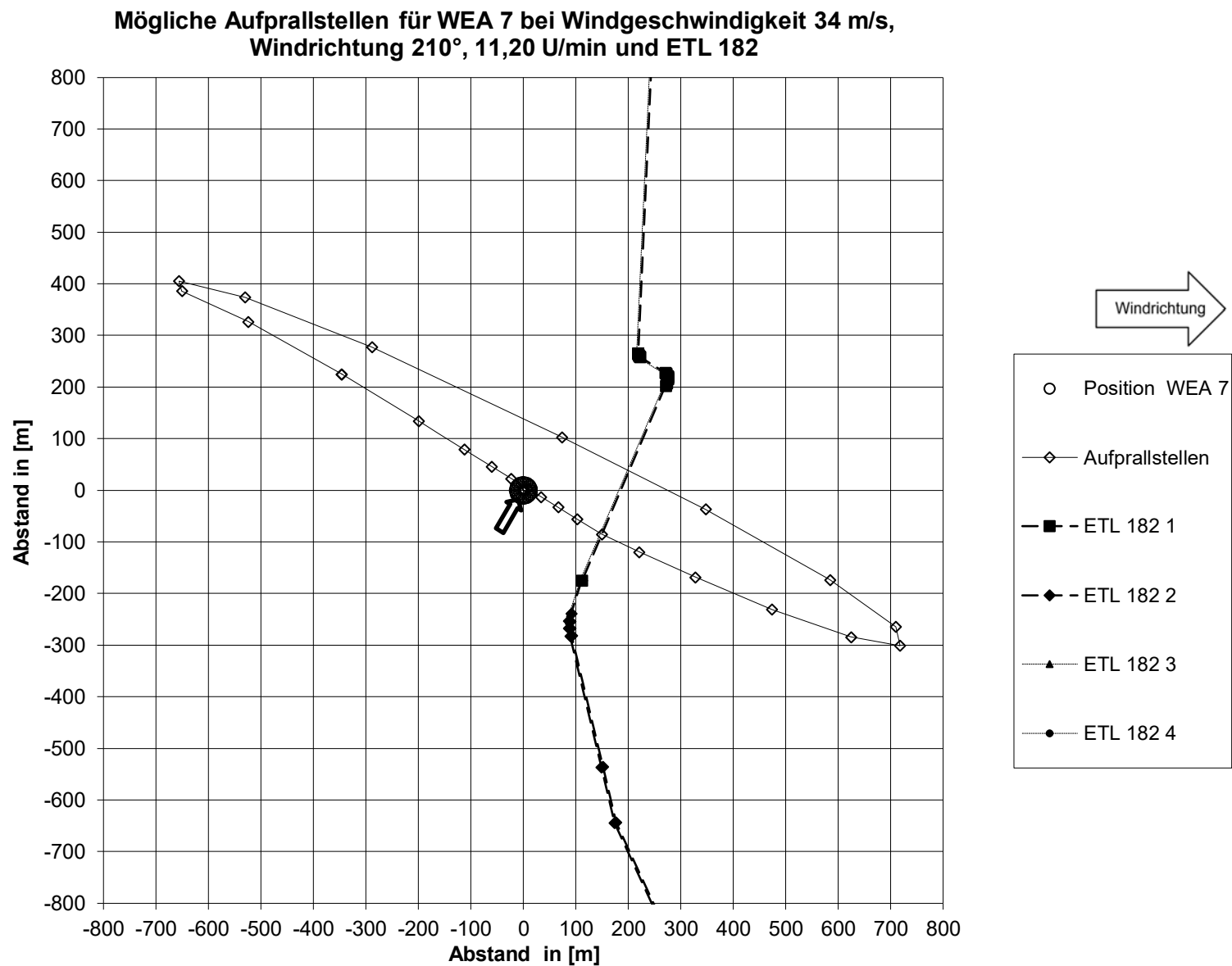


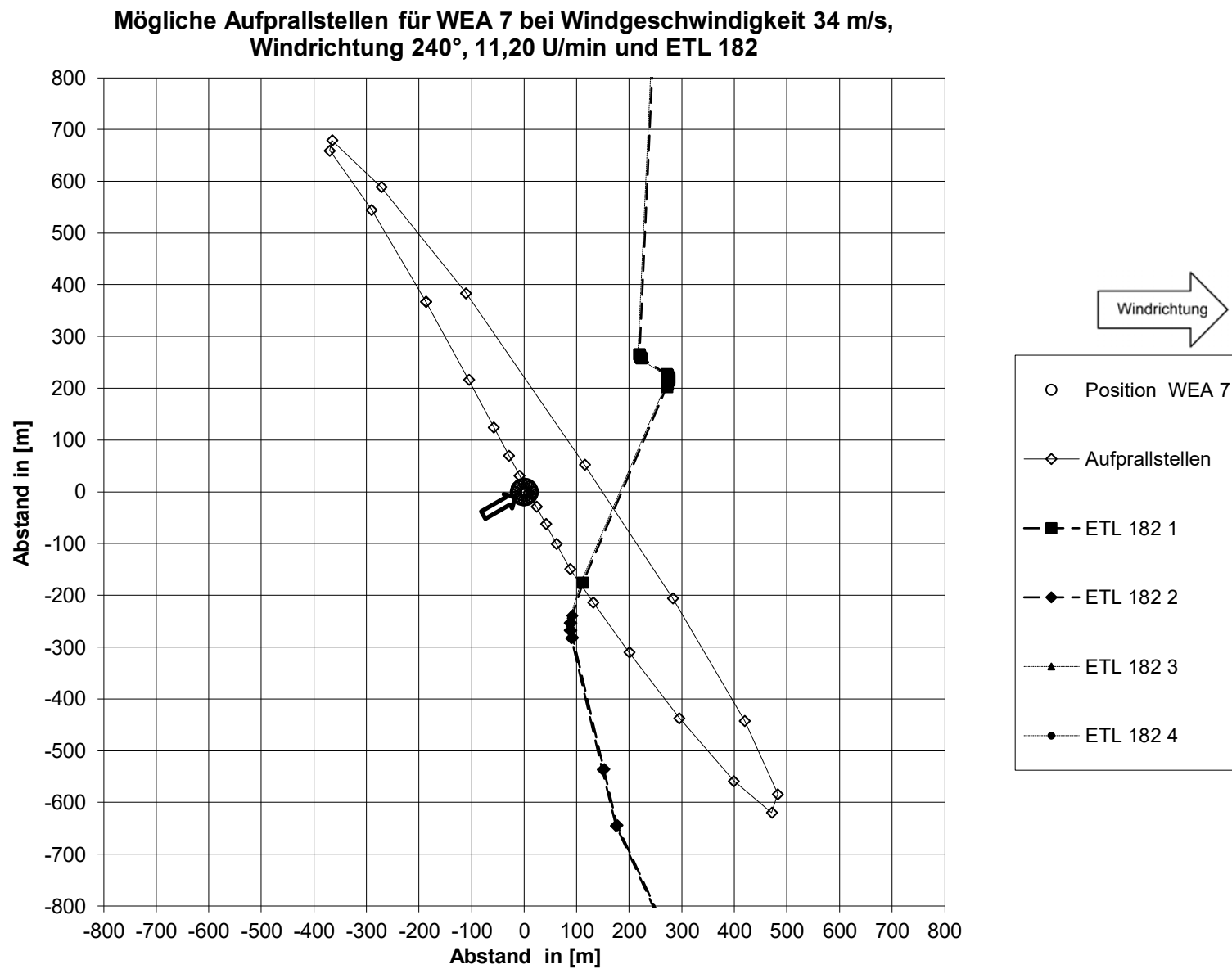


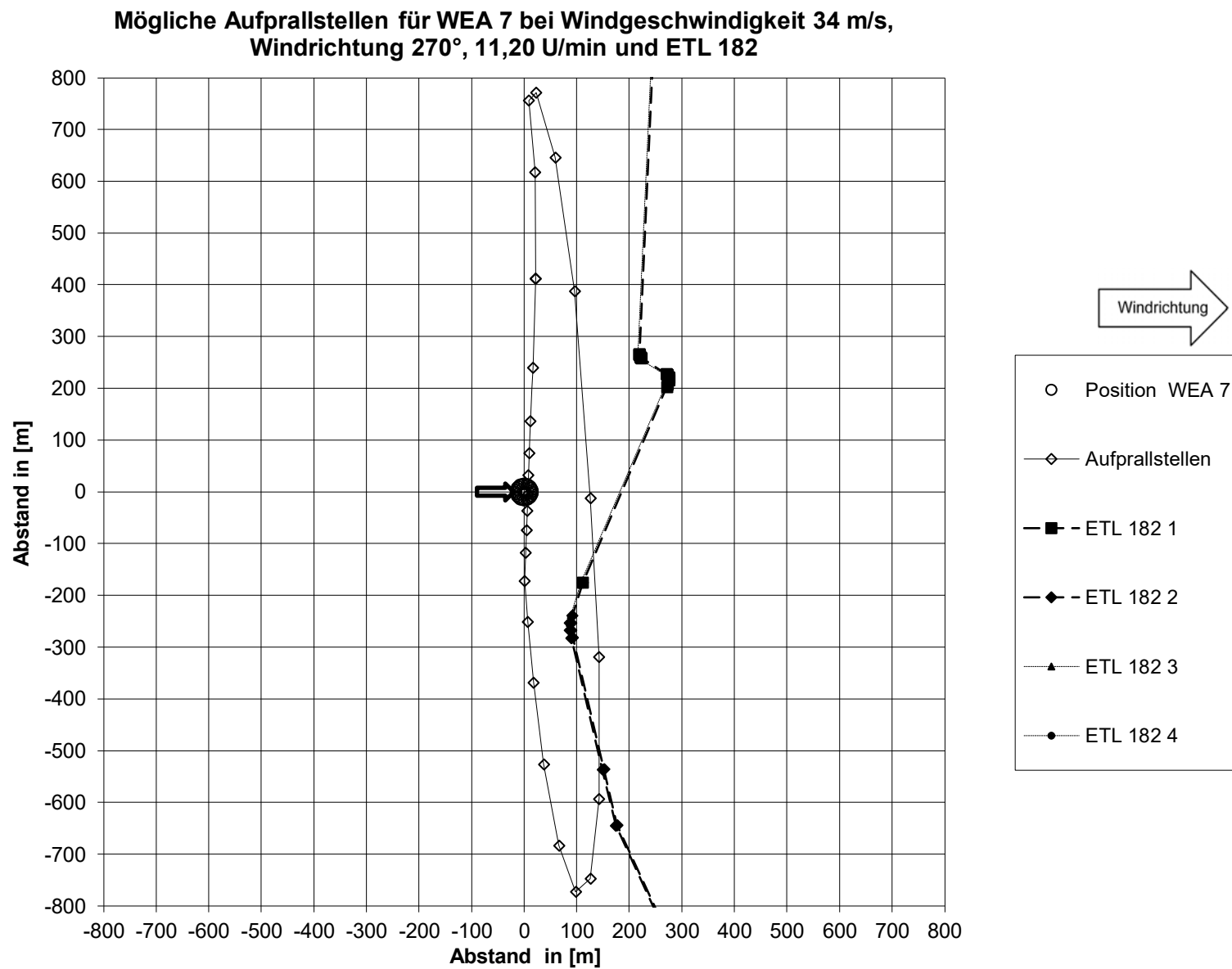


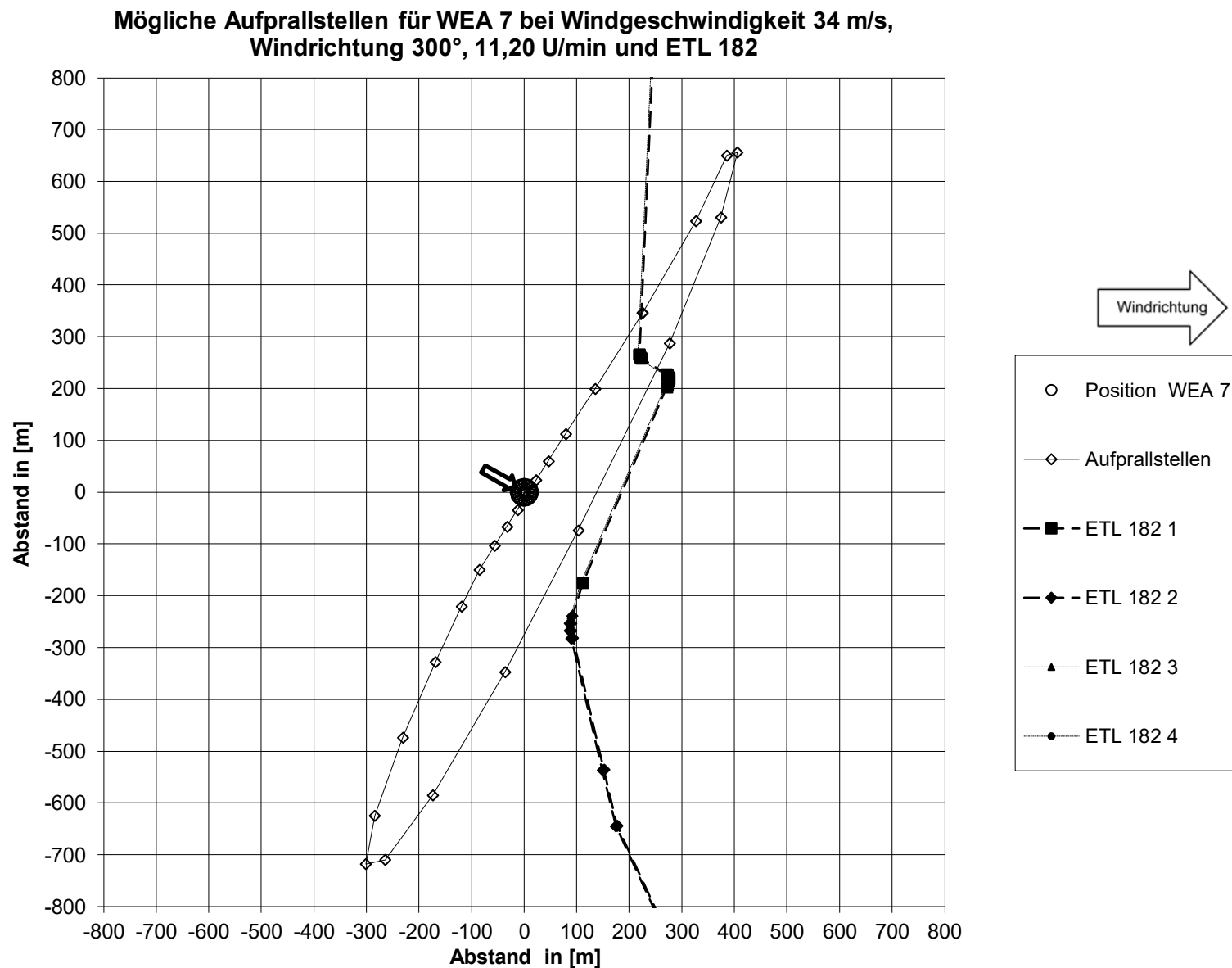


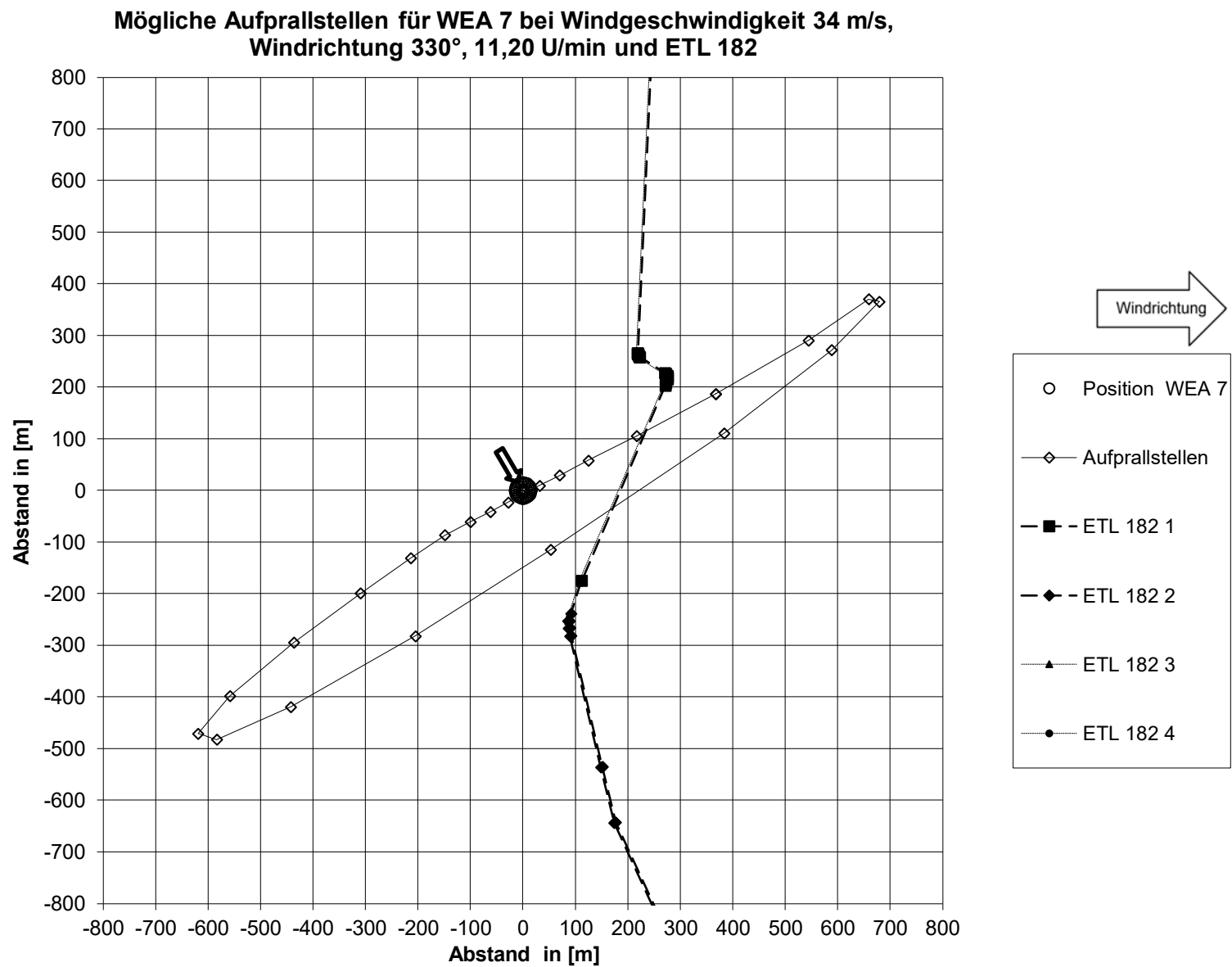






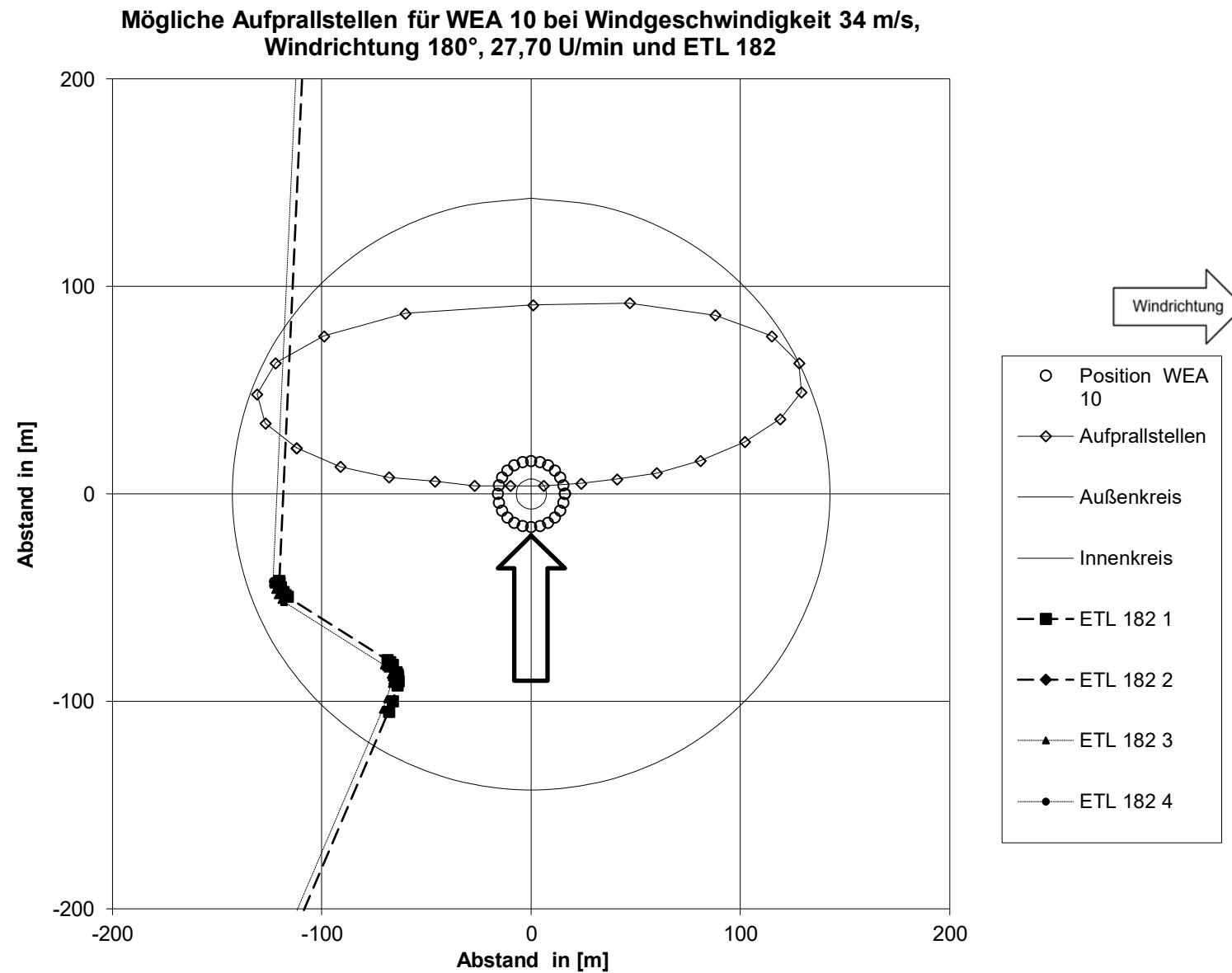


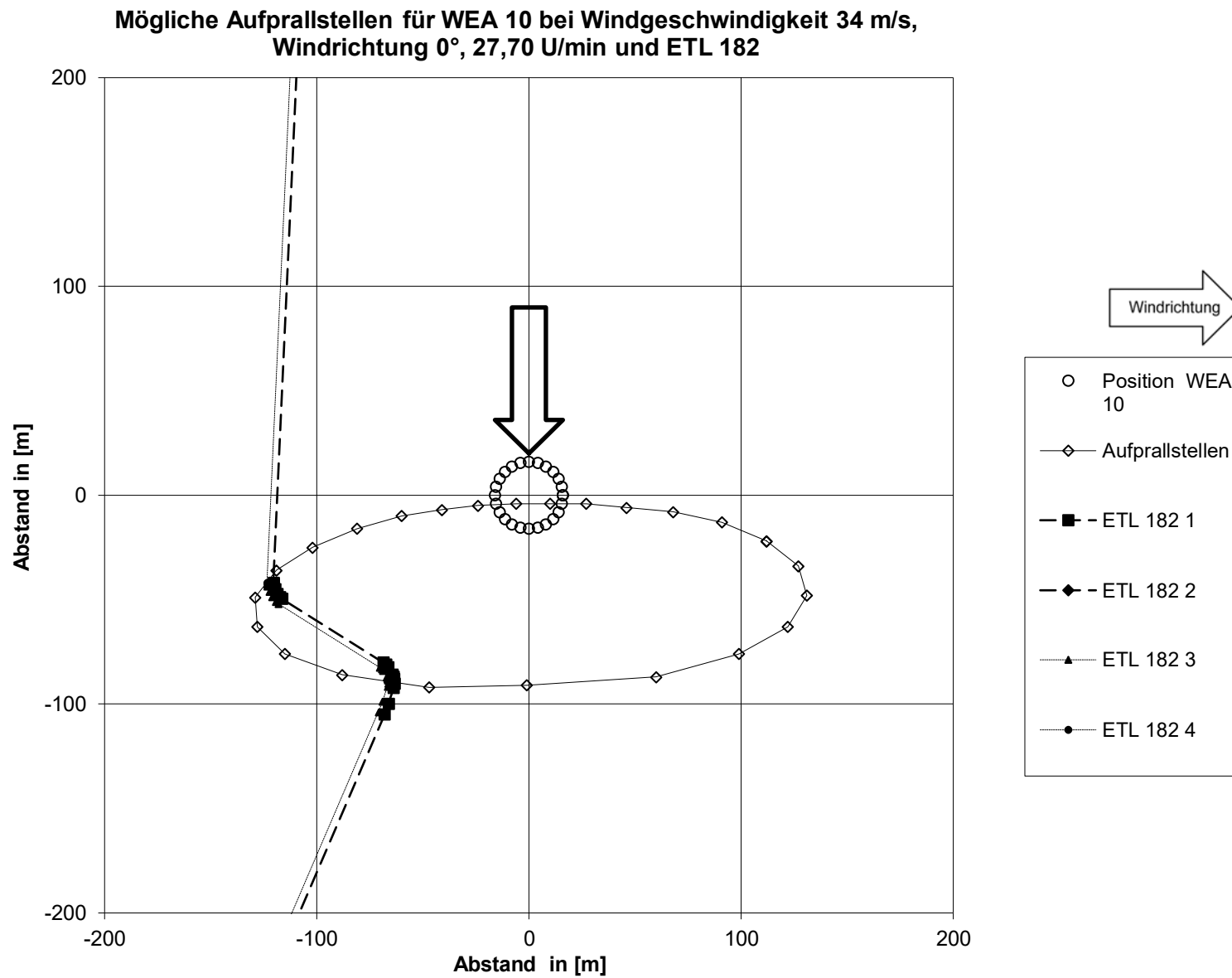


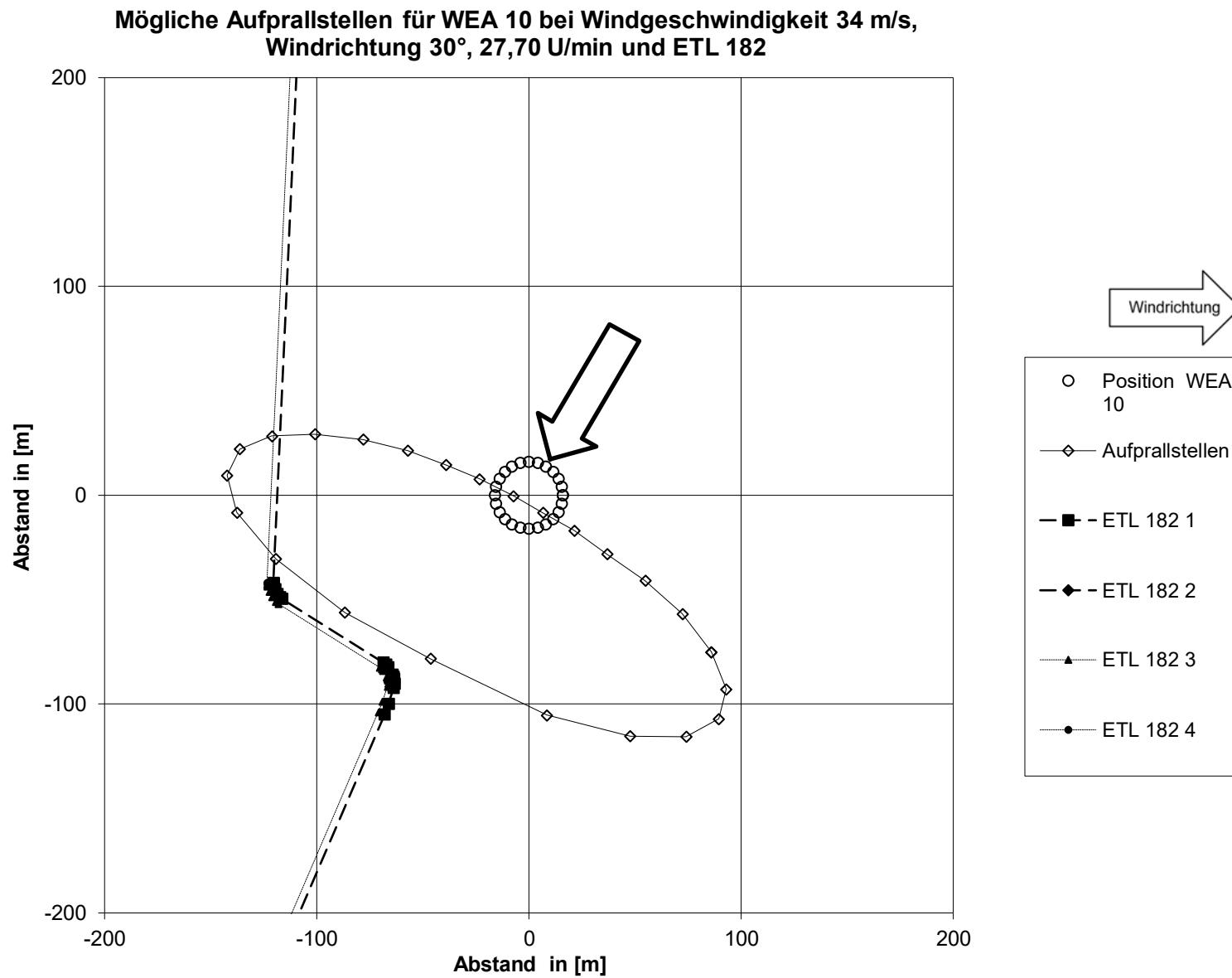


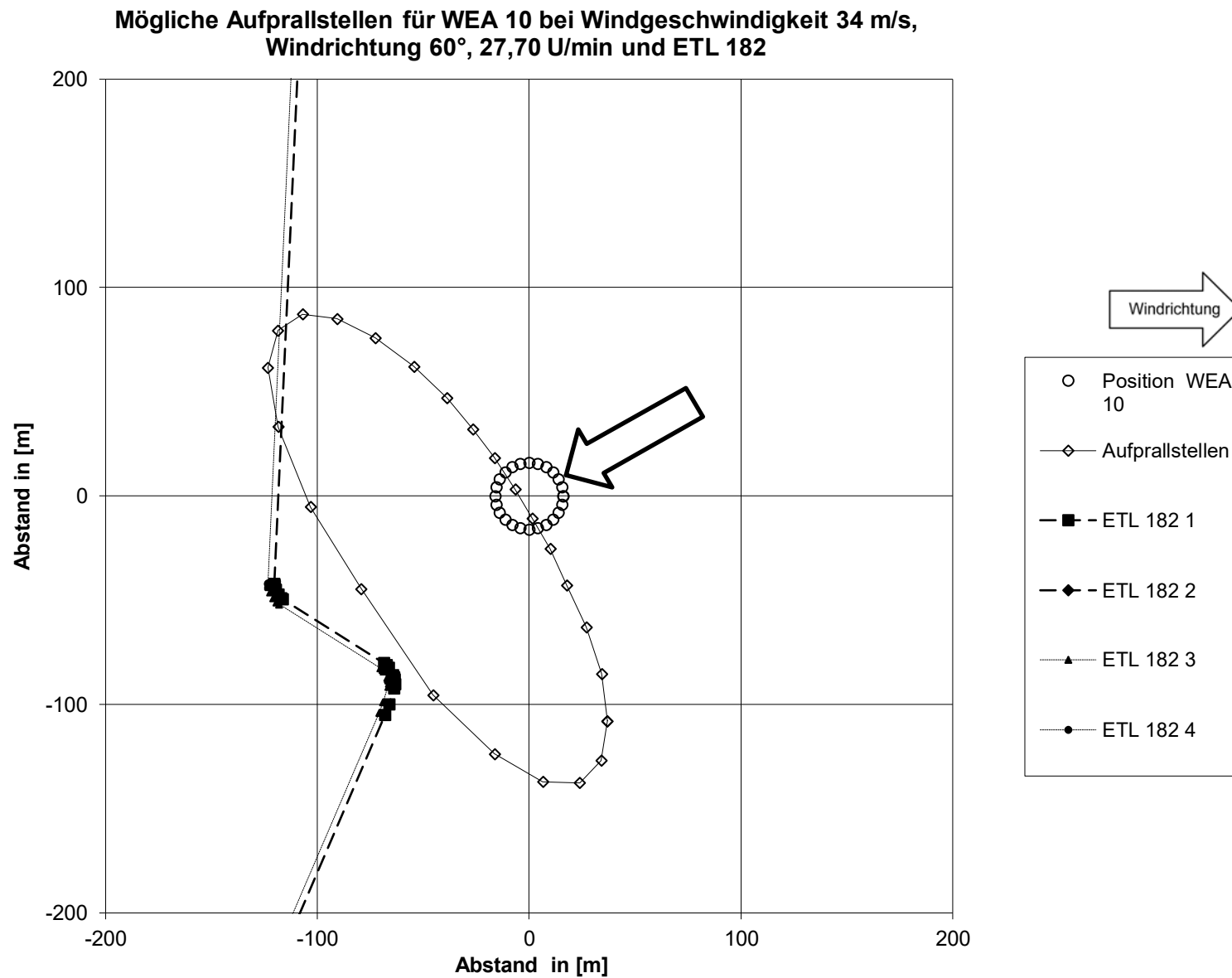
Anlage

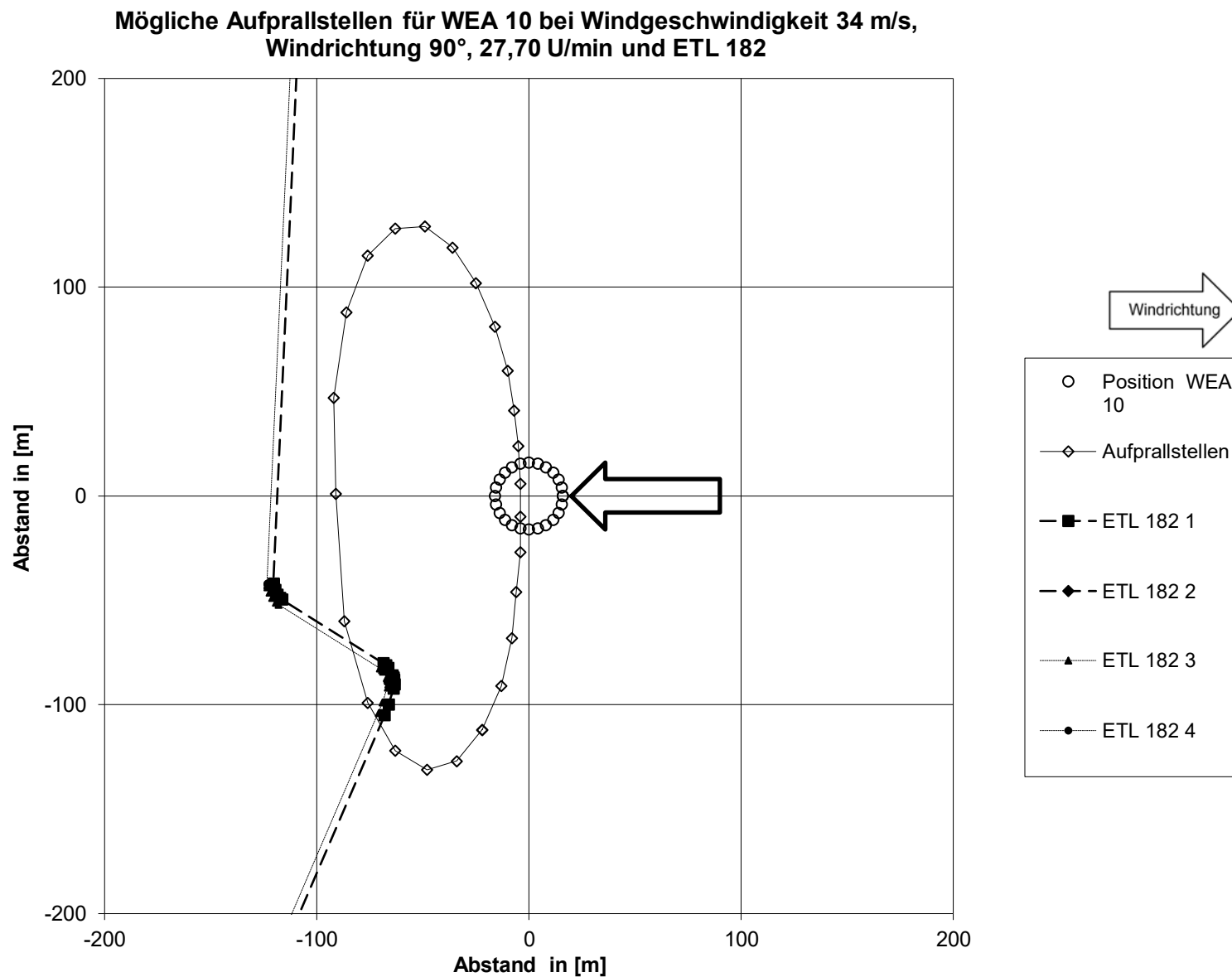
A 16 ETL 182 bei Quelkhorn - Gefährdung durch Abwurf von 100-%-Ro-
torblatt durch WEA 10

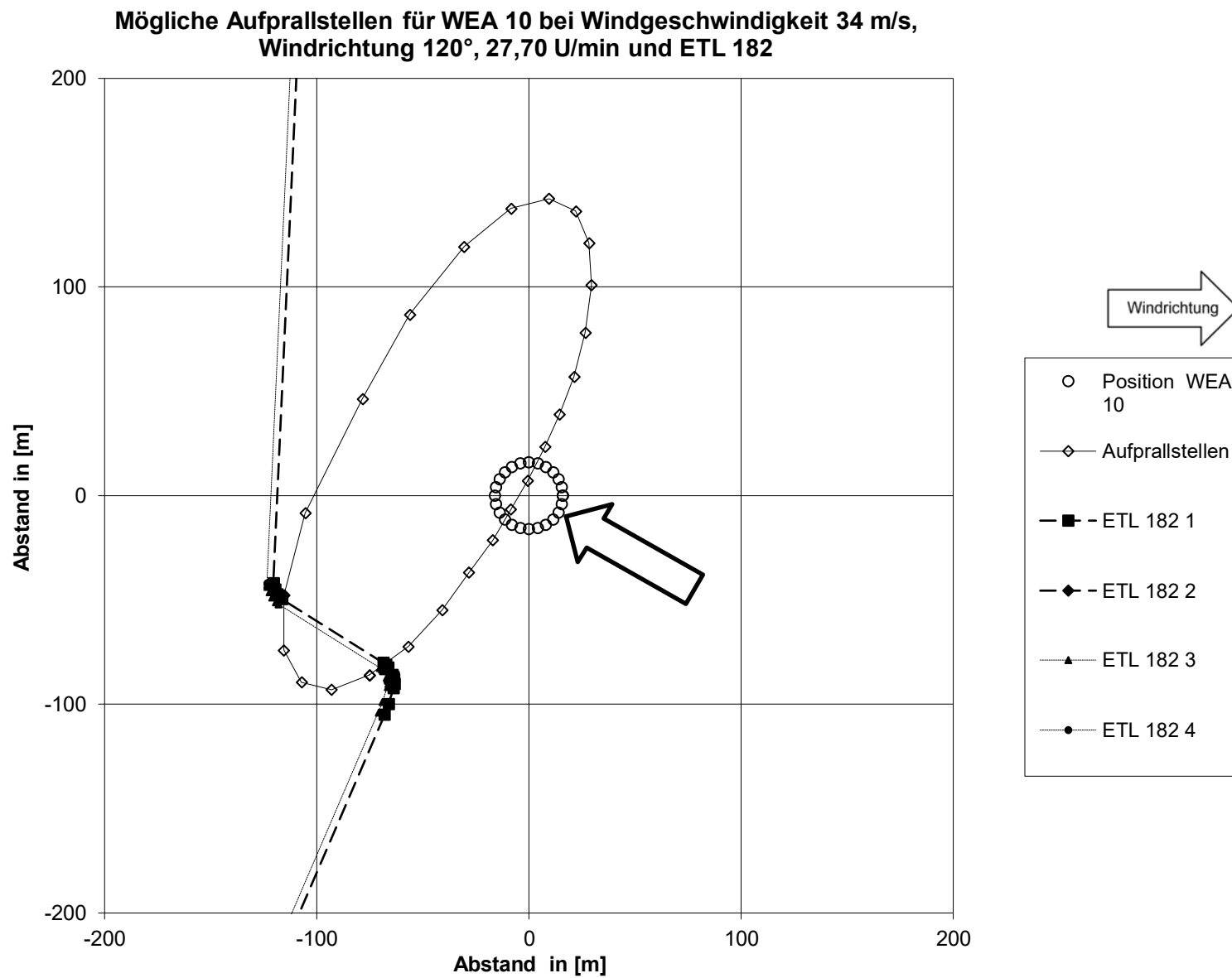


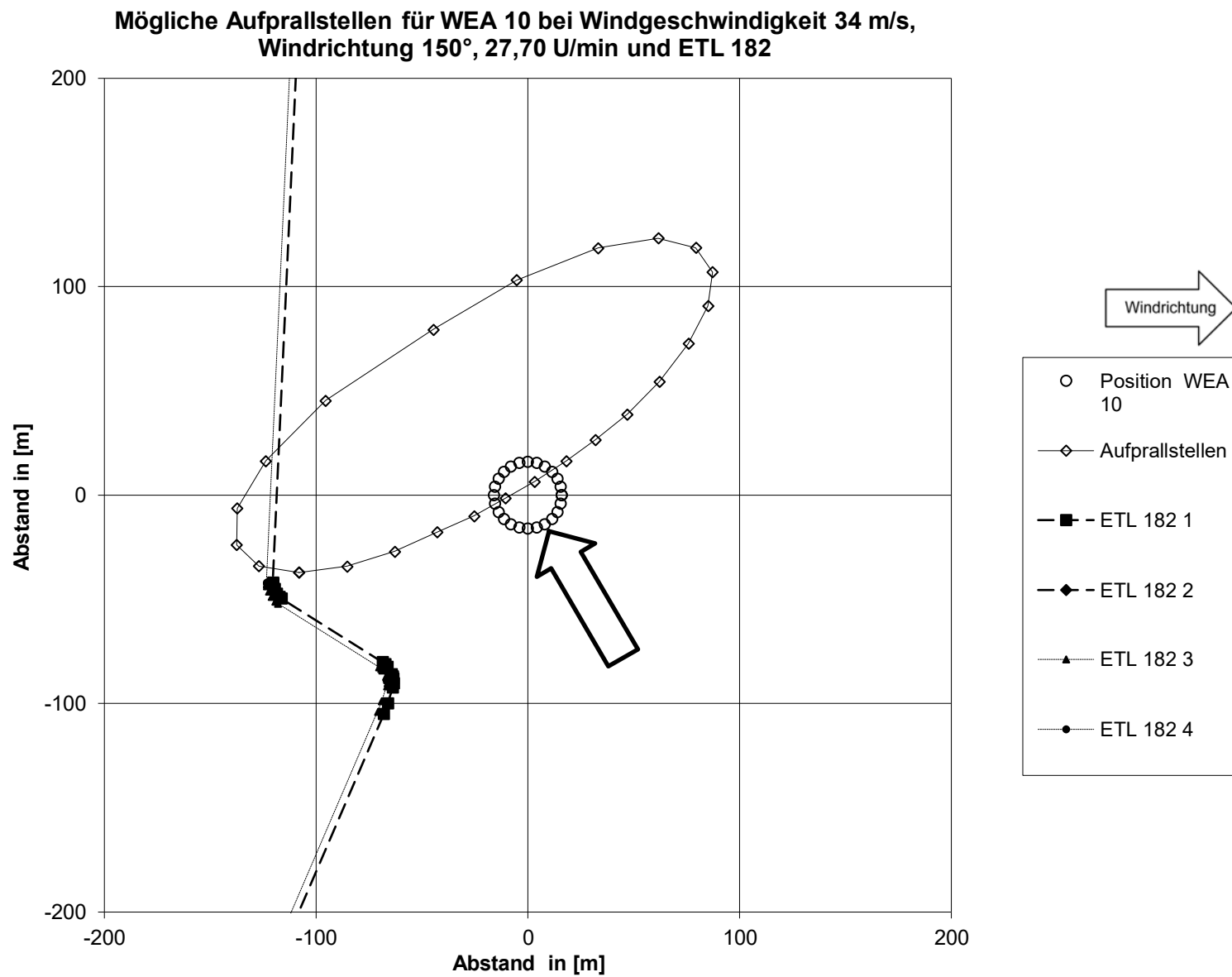


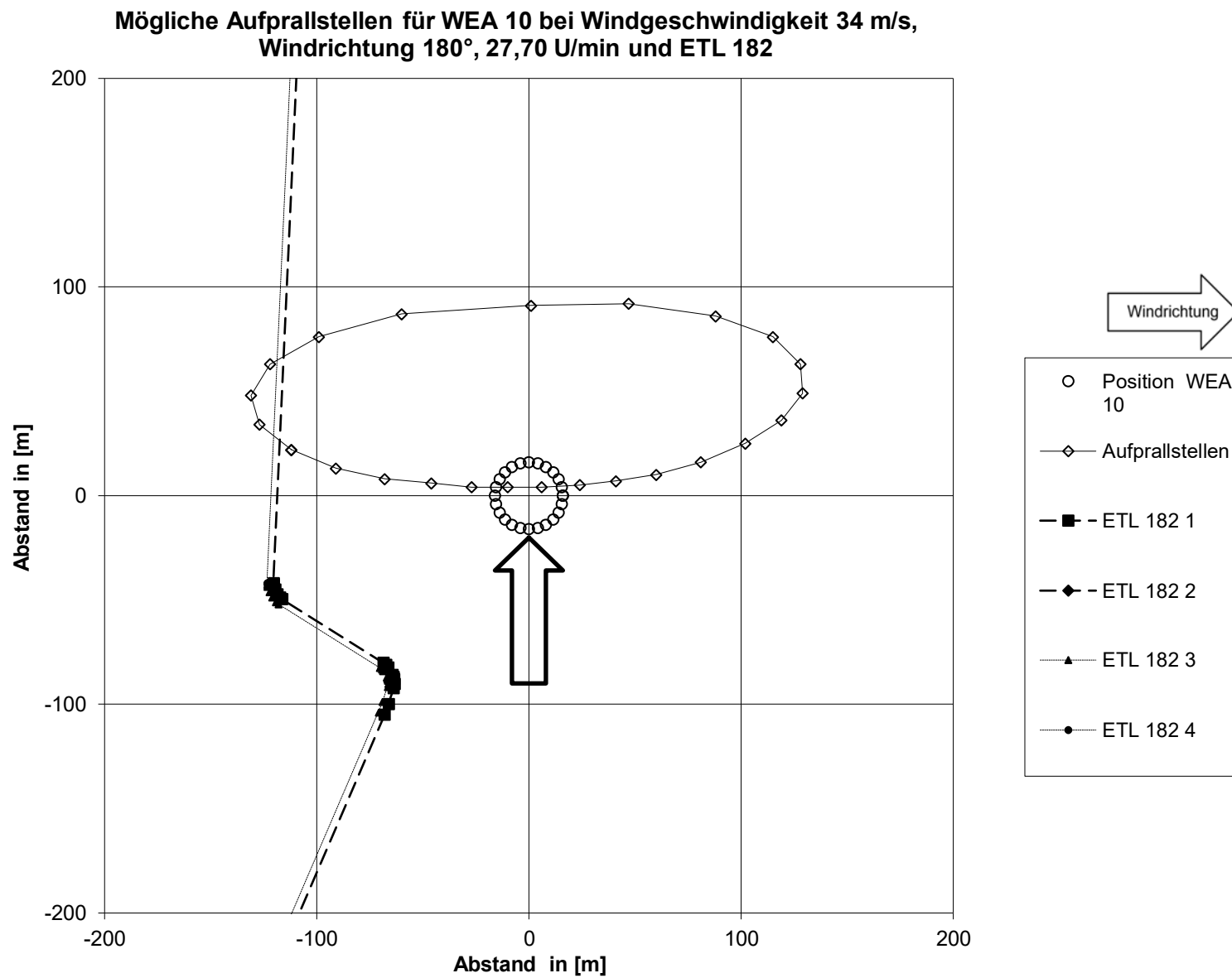


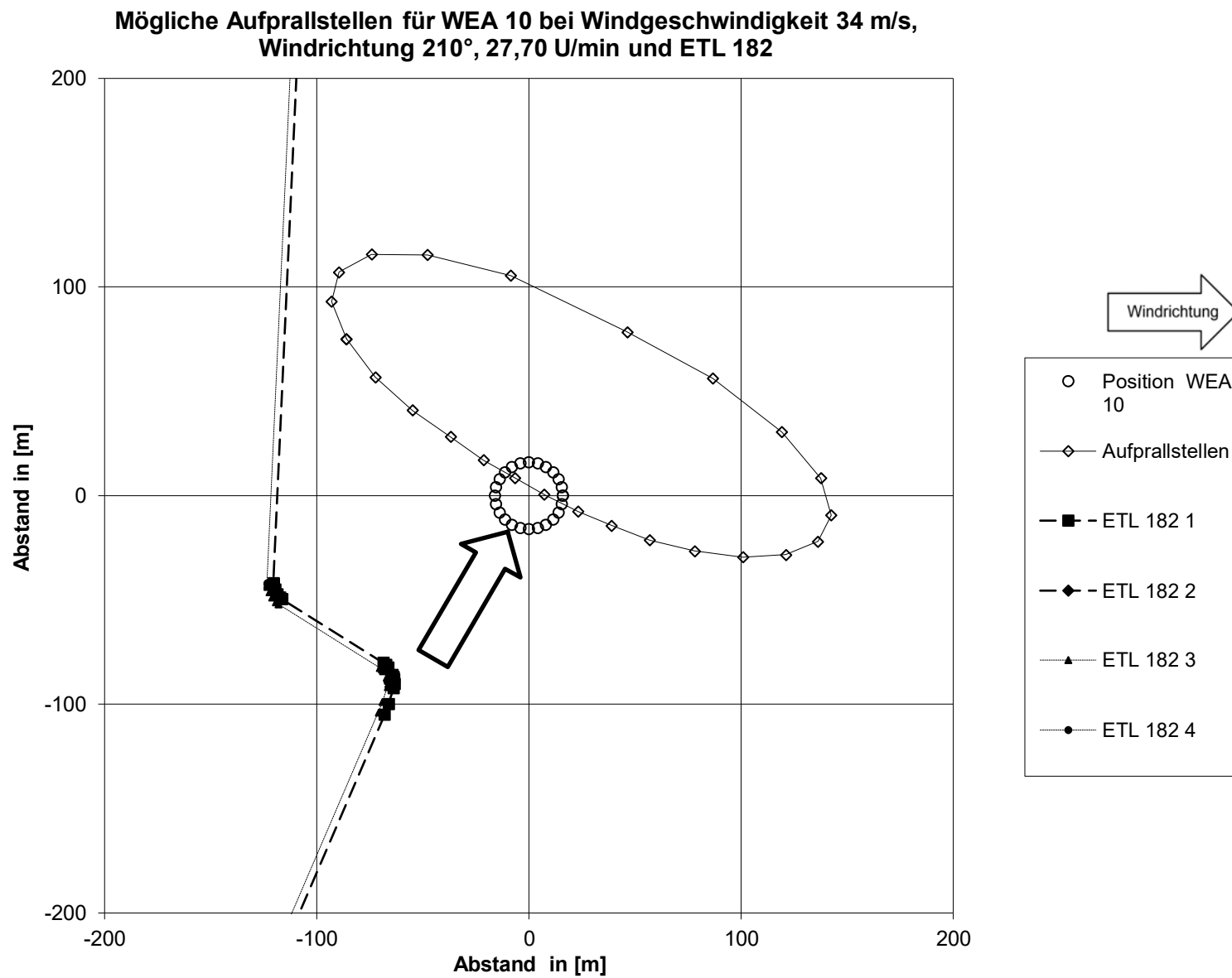


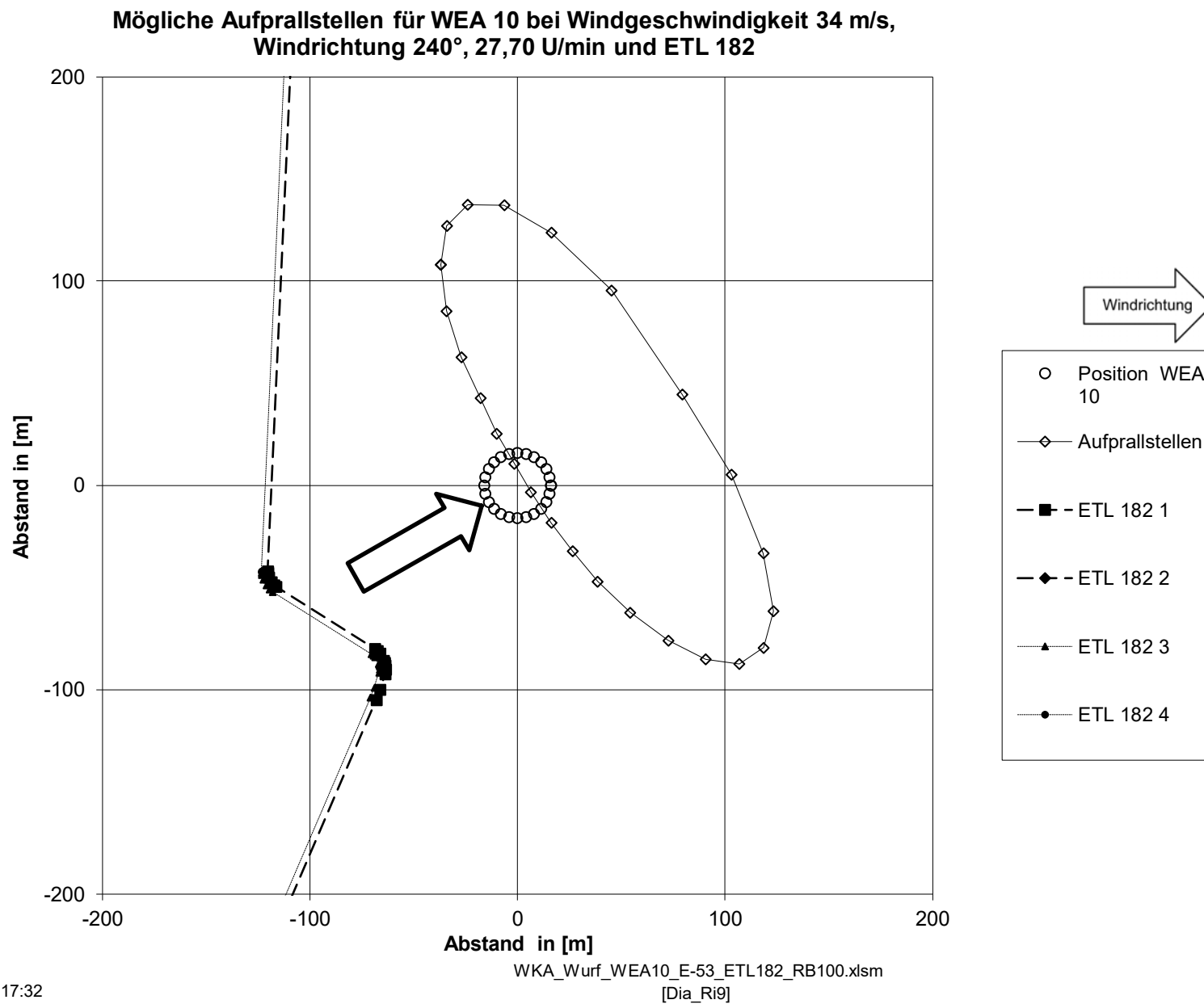


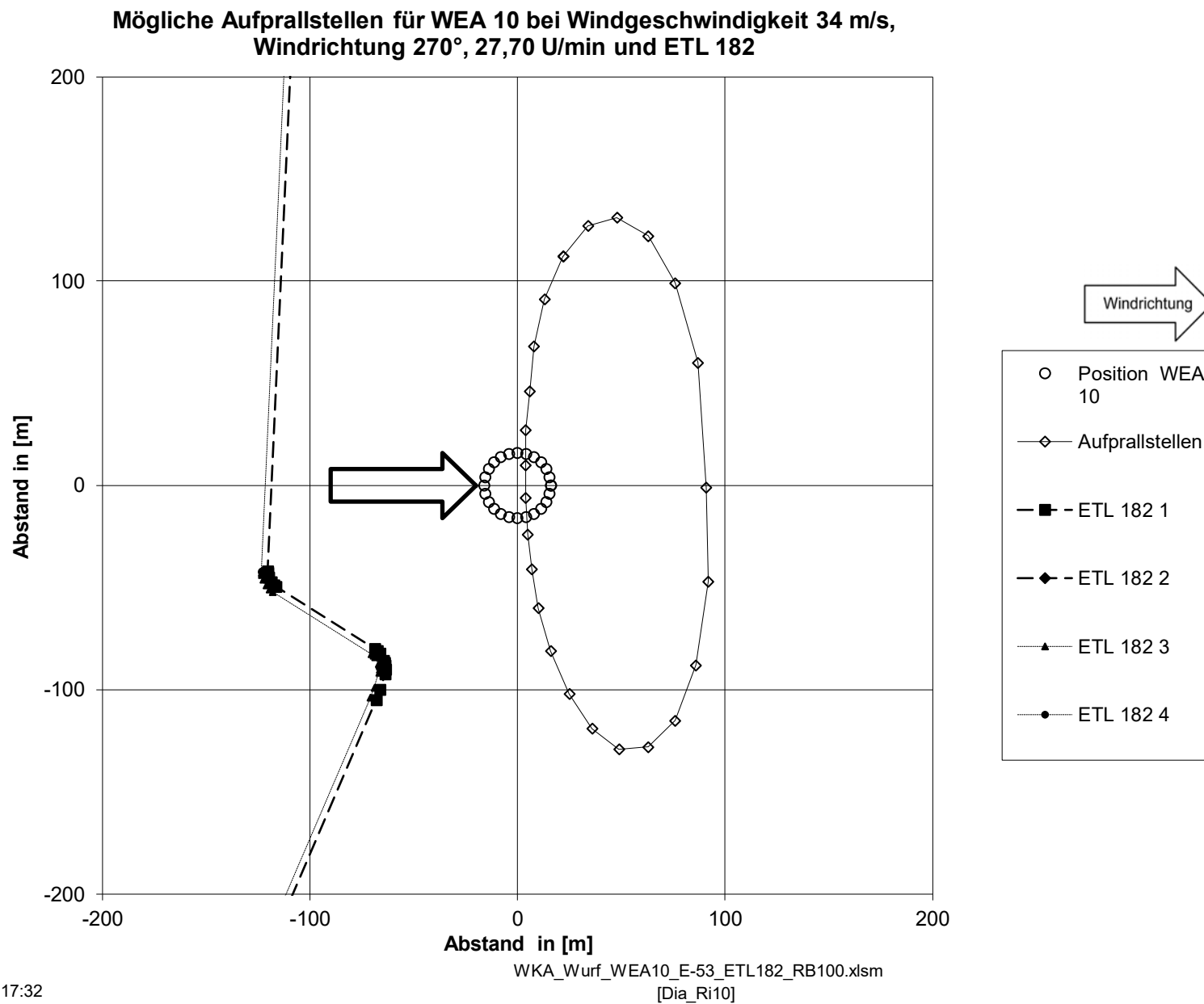


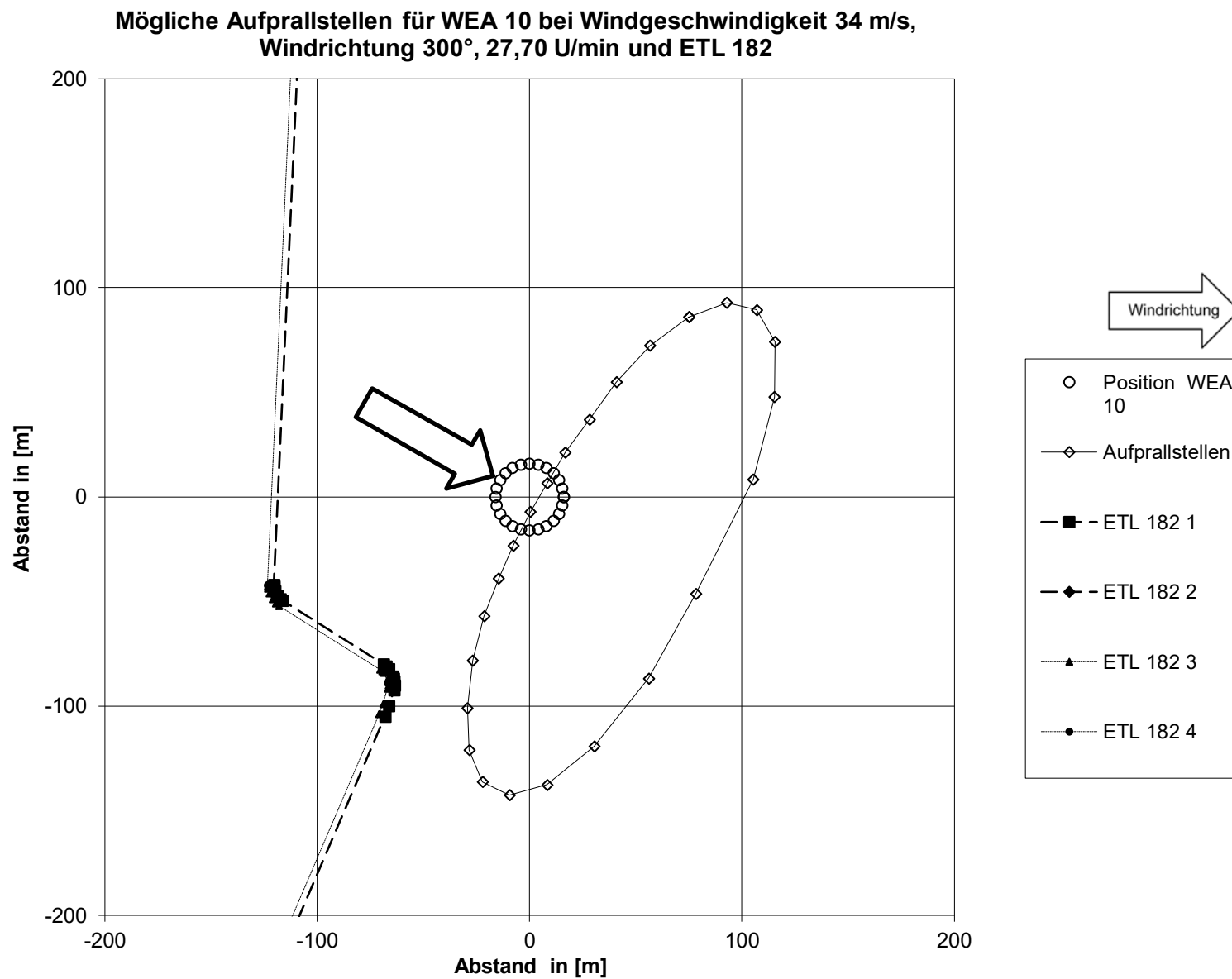


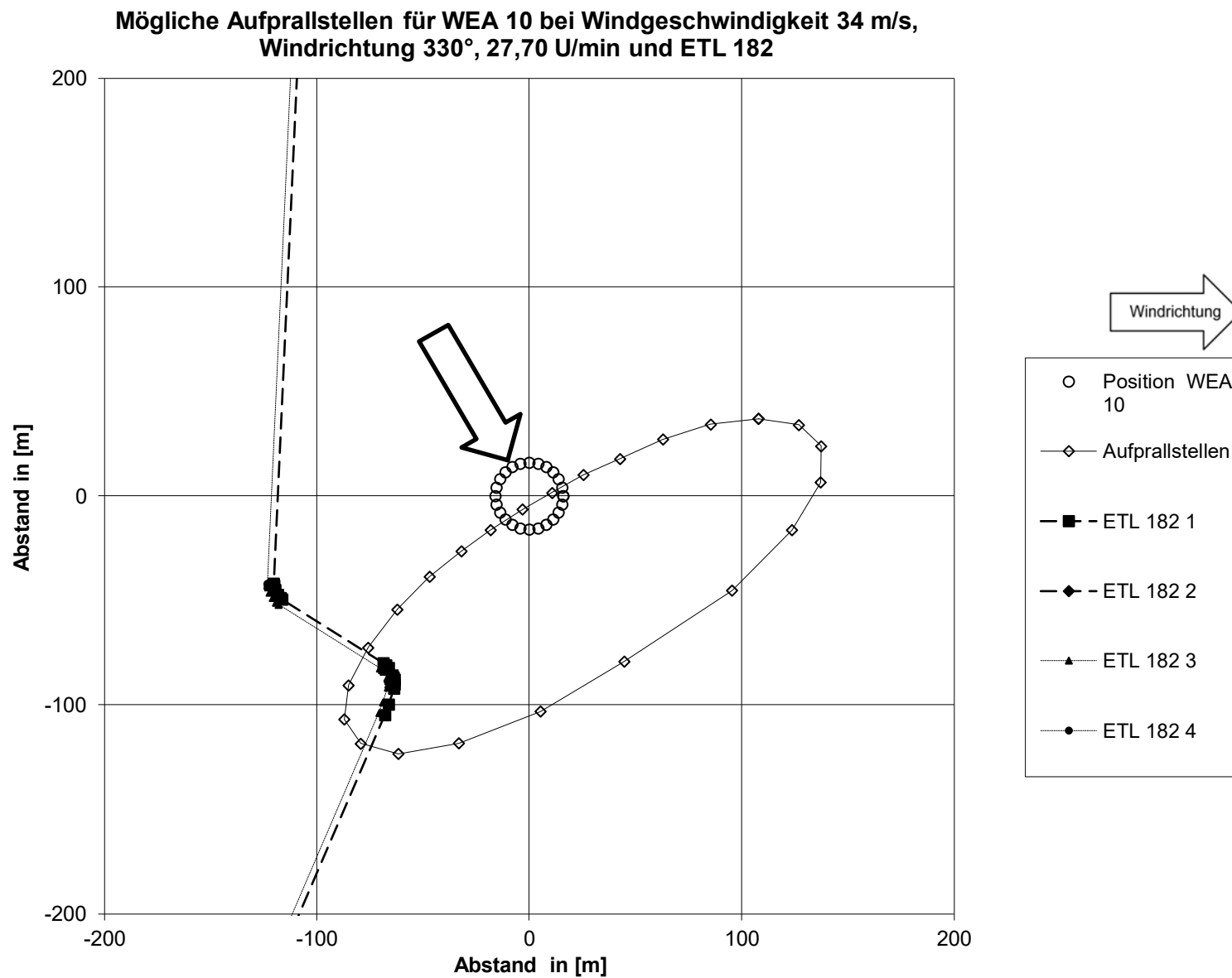






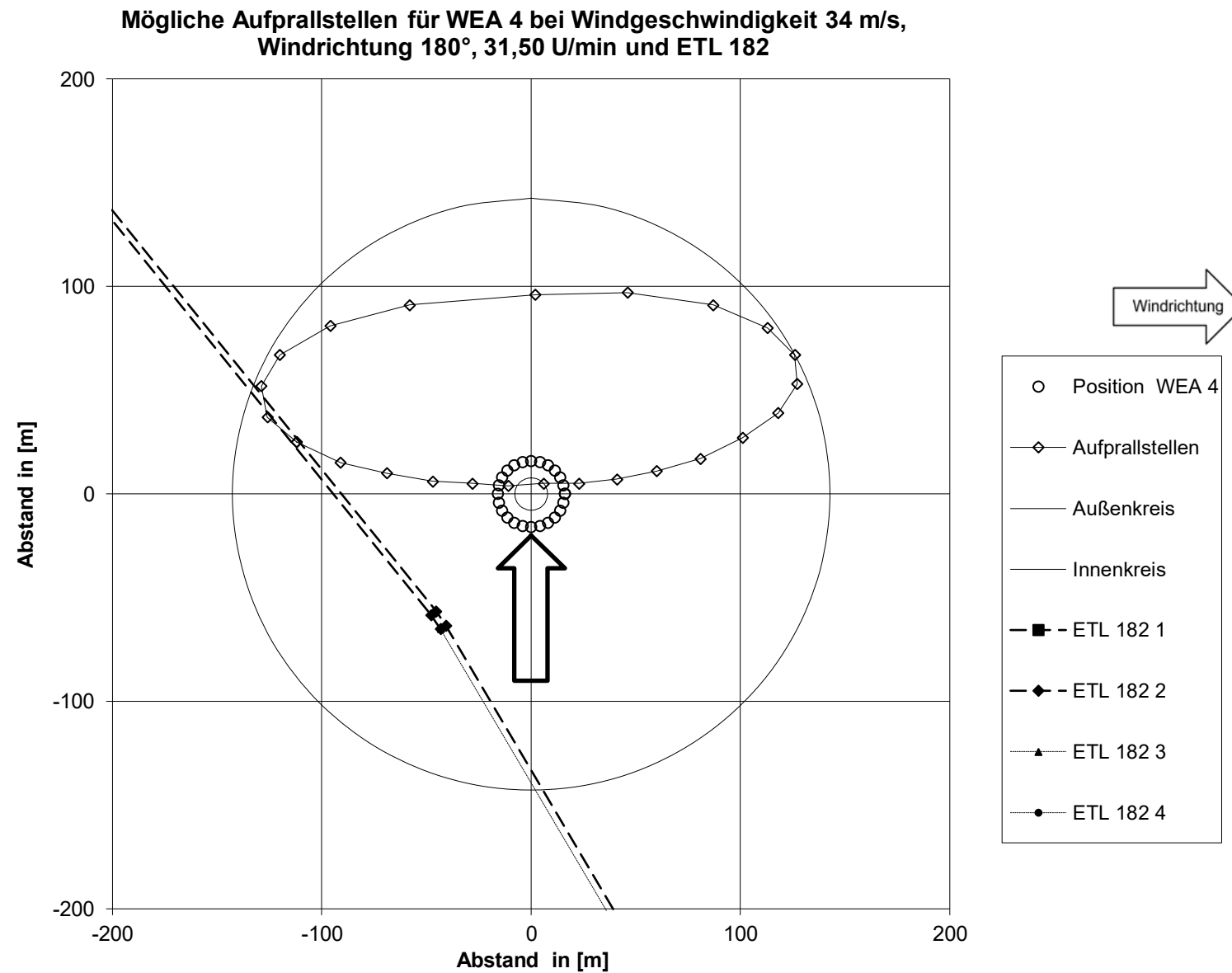


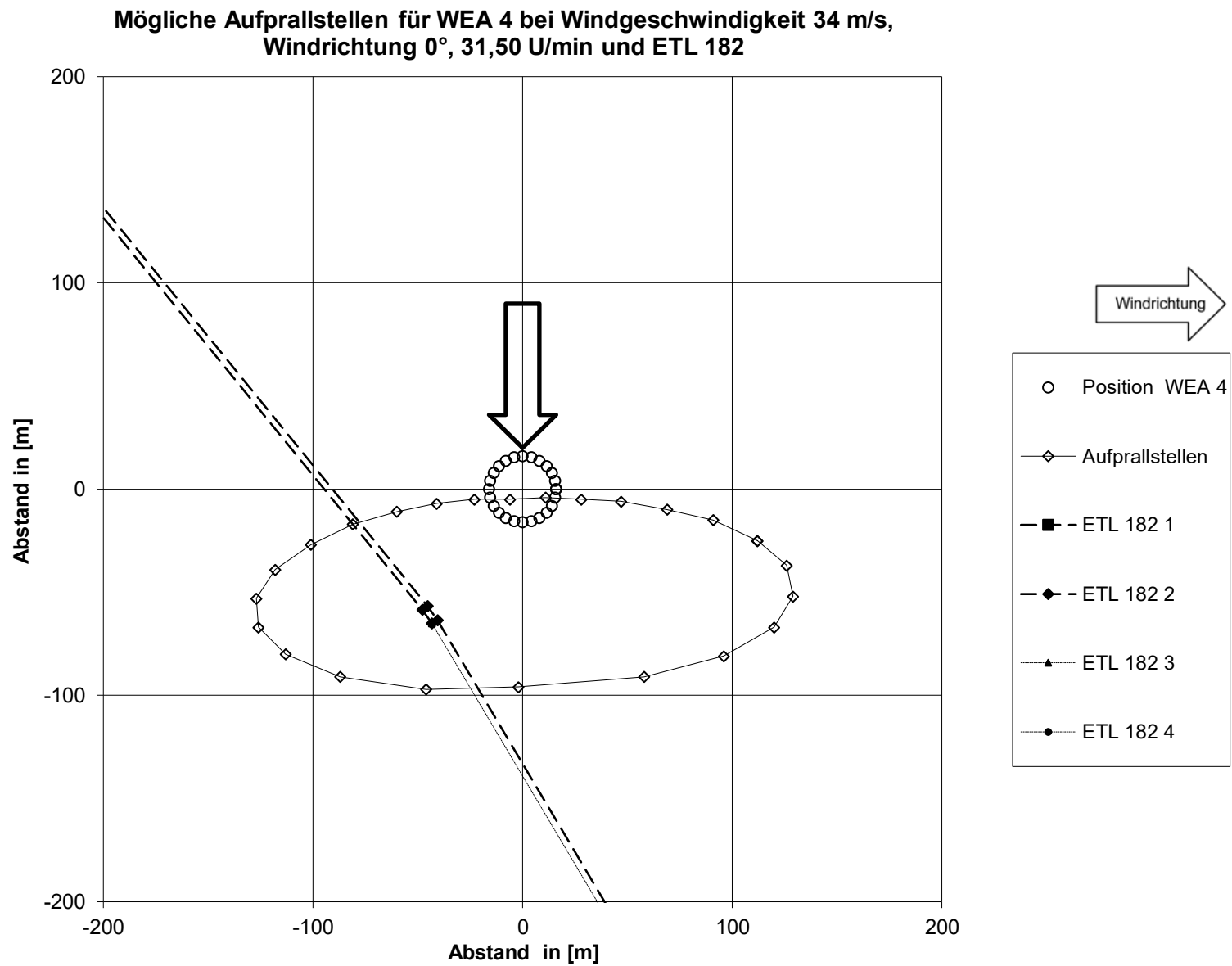


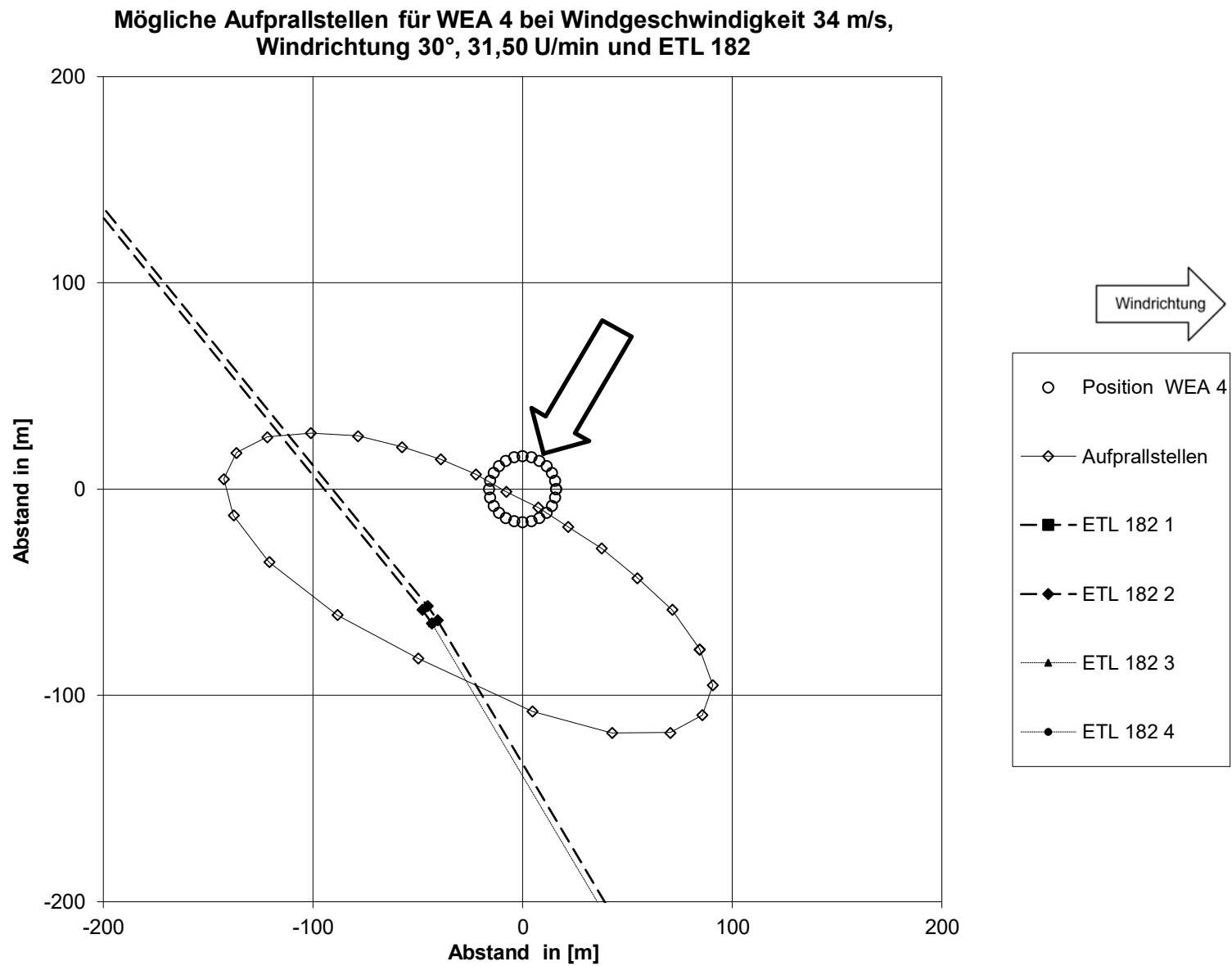


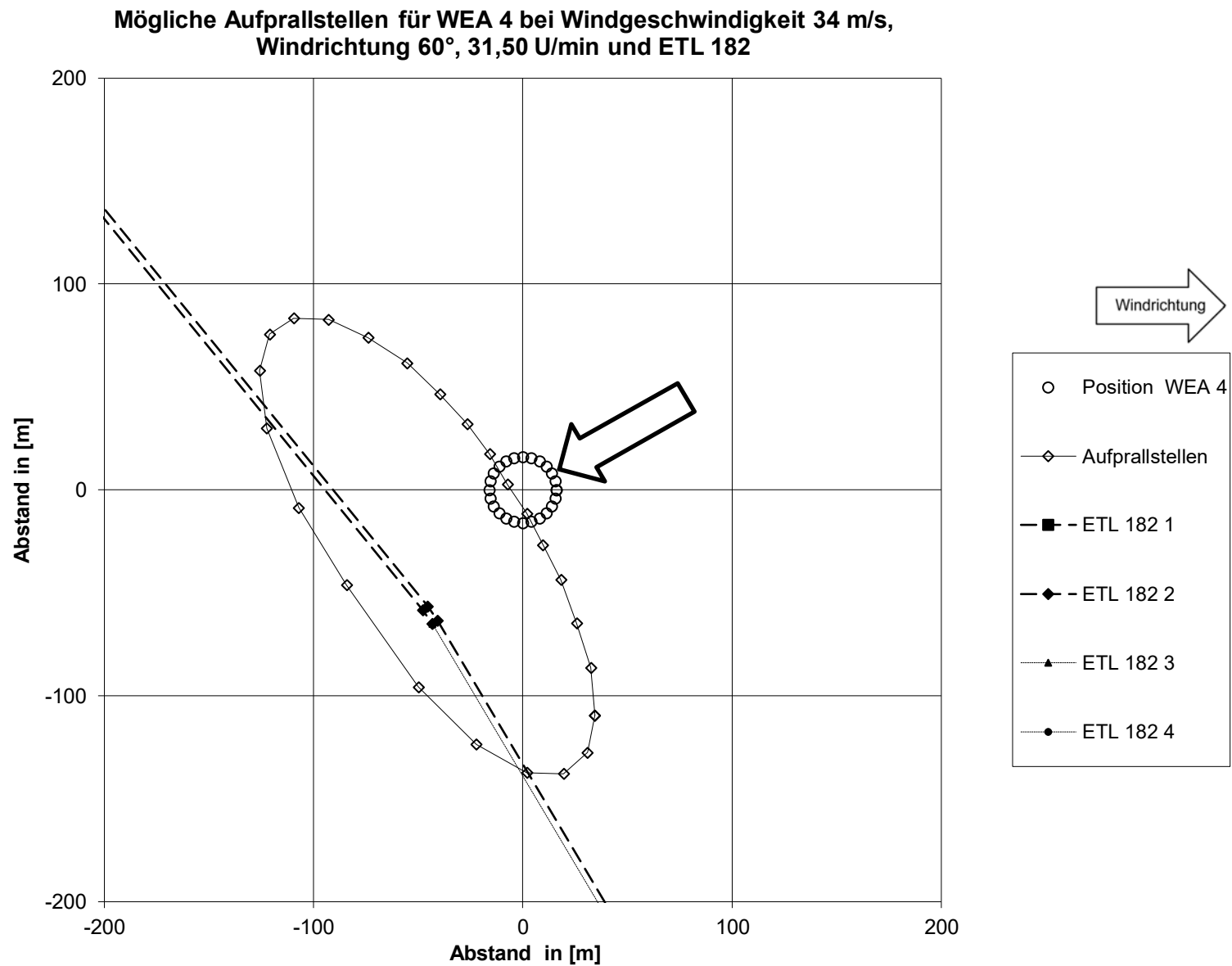
Anlage

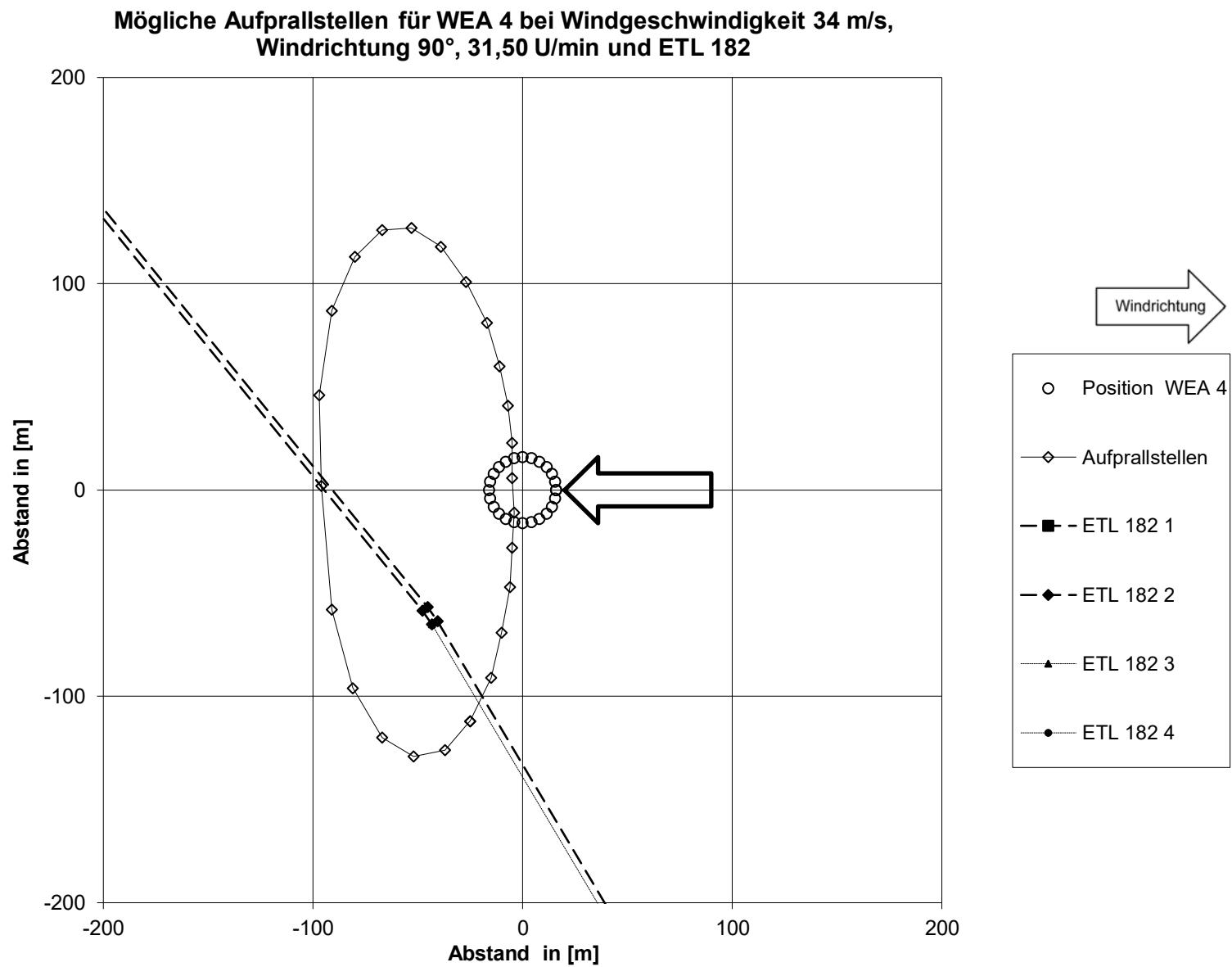
A 17 ETL 182 bei Oyten-Bassen-West - Gefährdung durch Abwurf von
100-%-Rotorblatt durch WEA 4

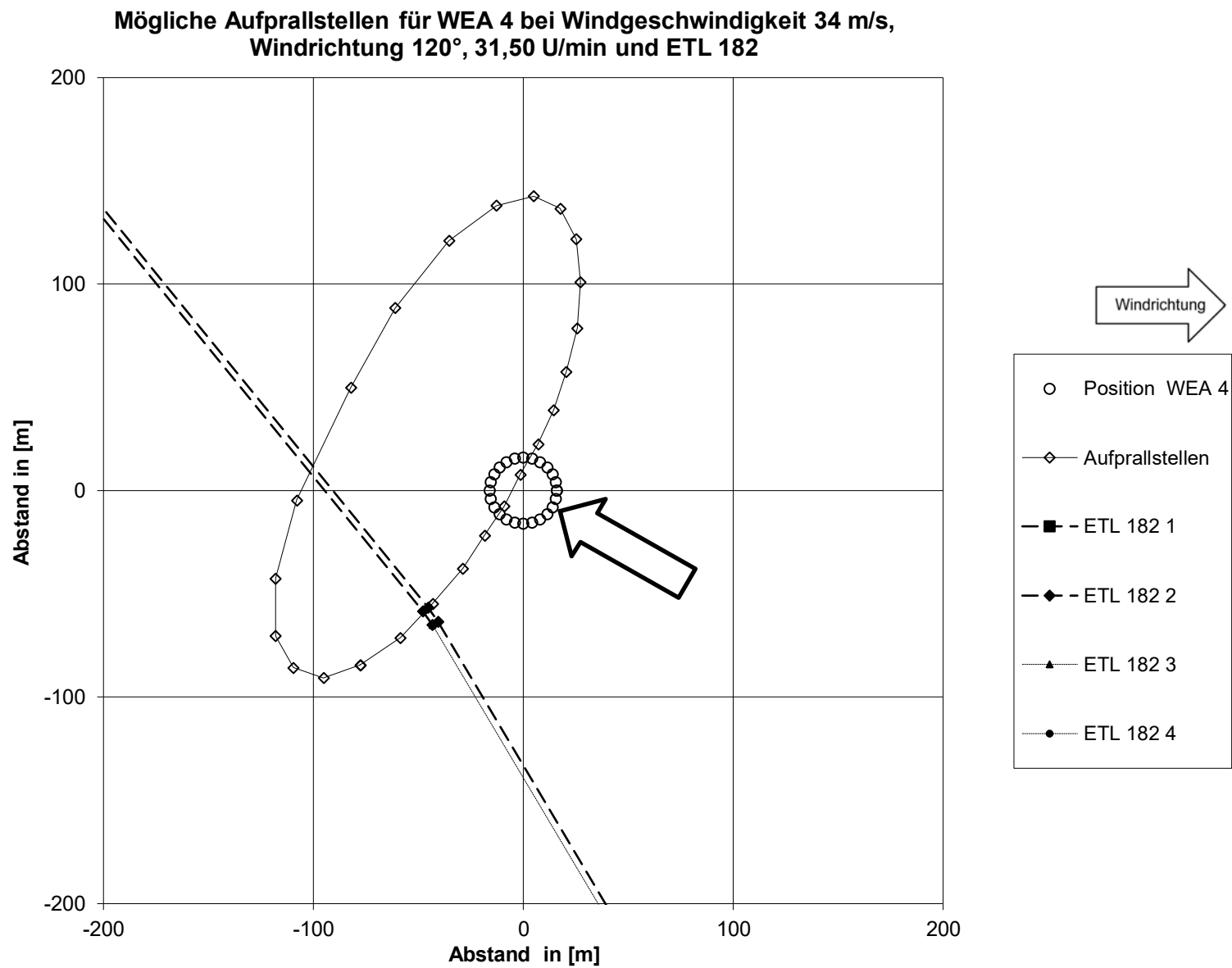


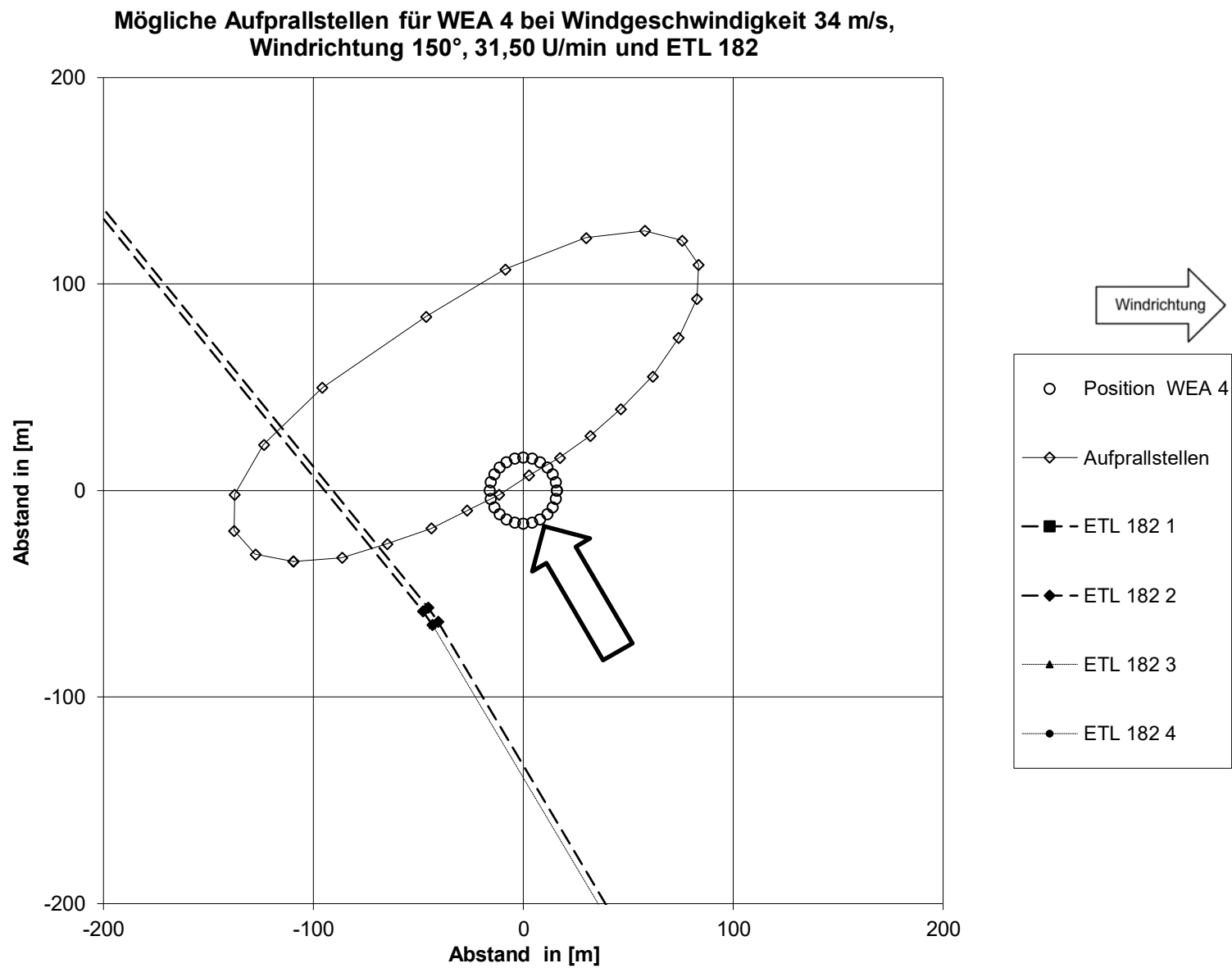


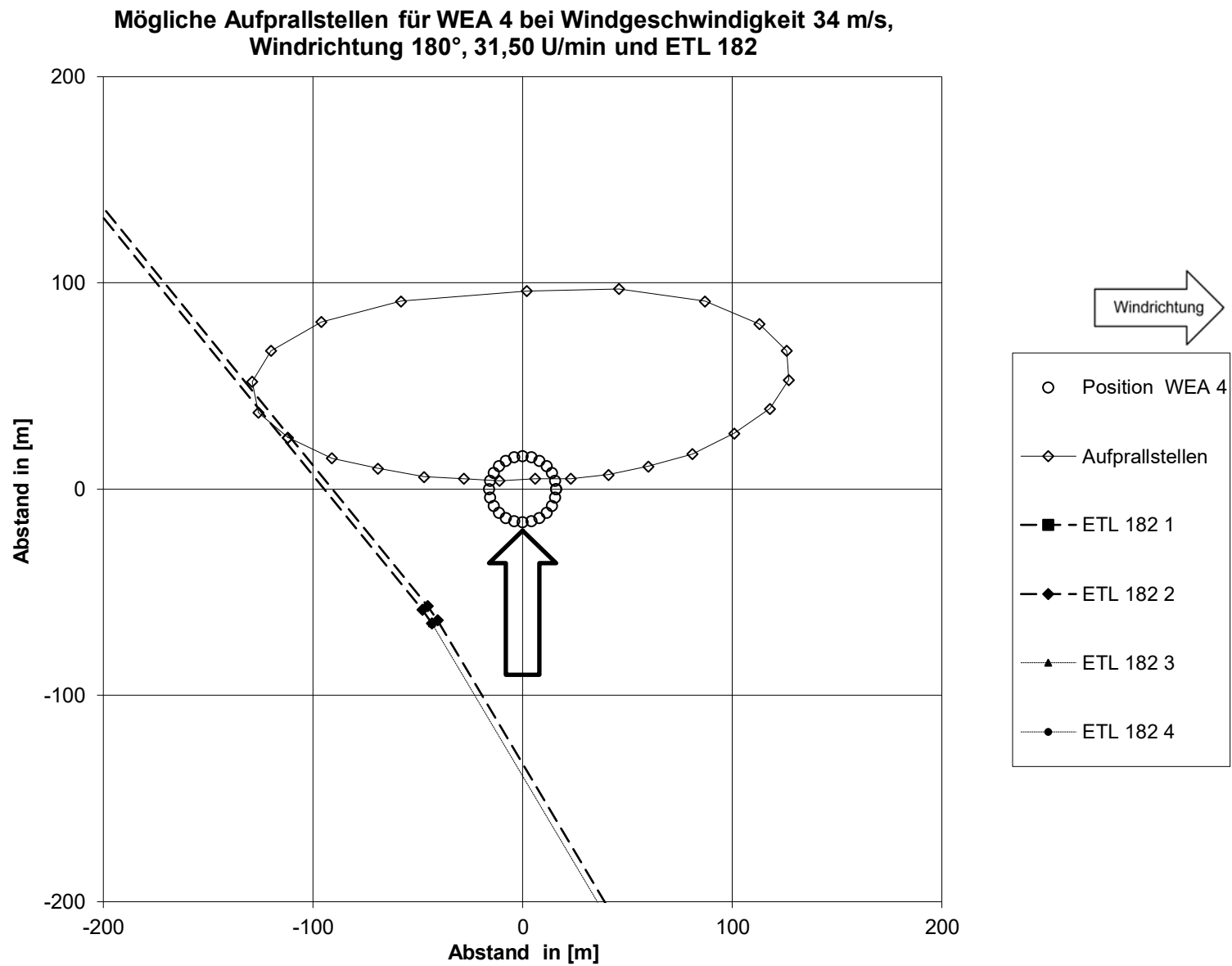


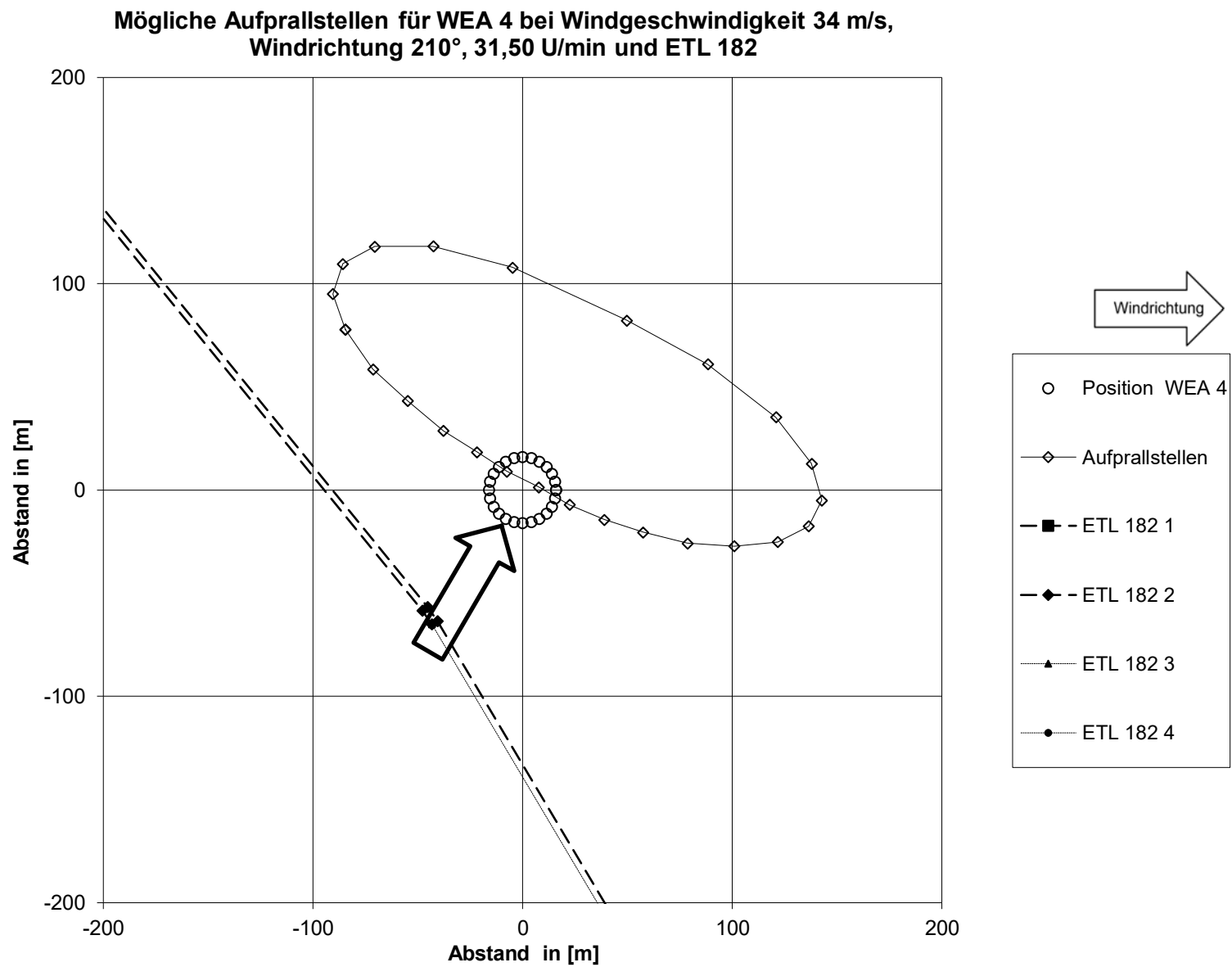


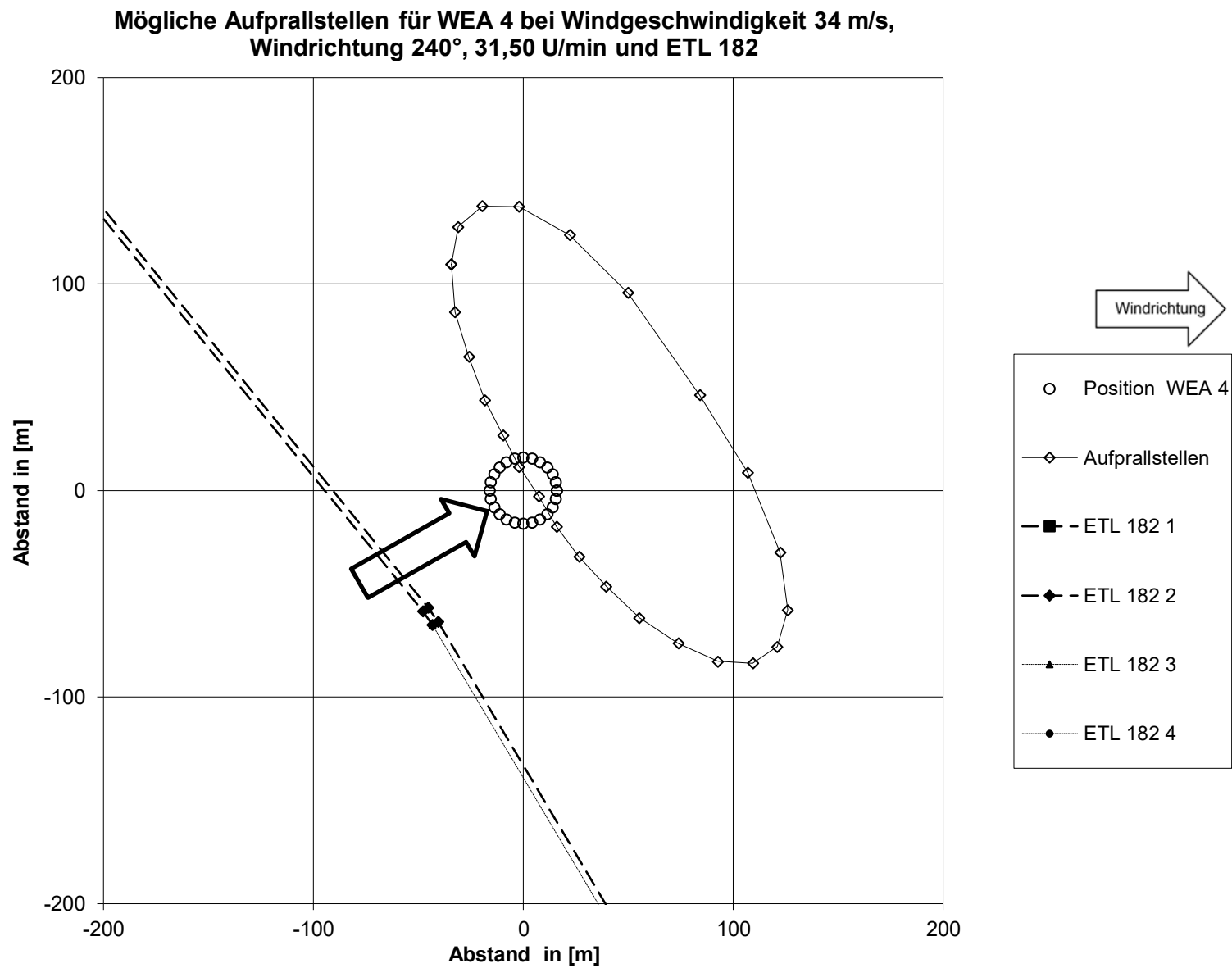


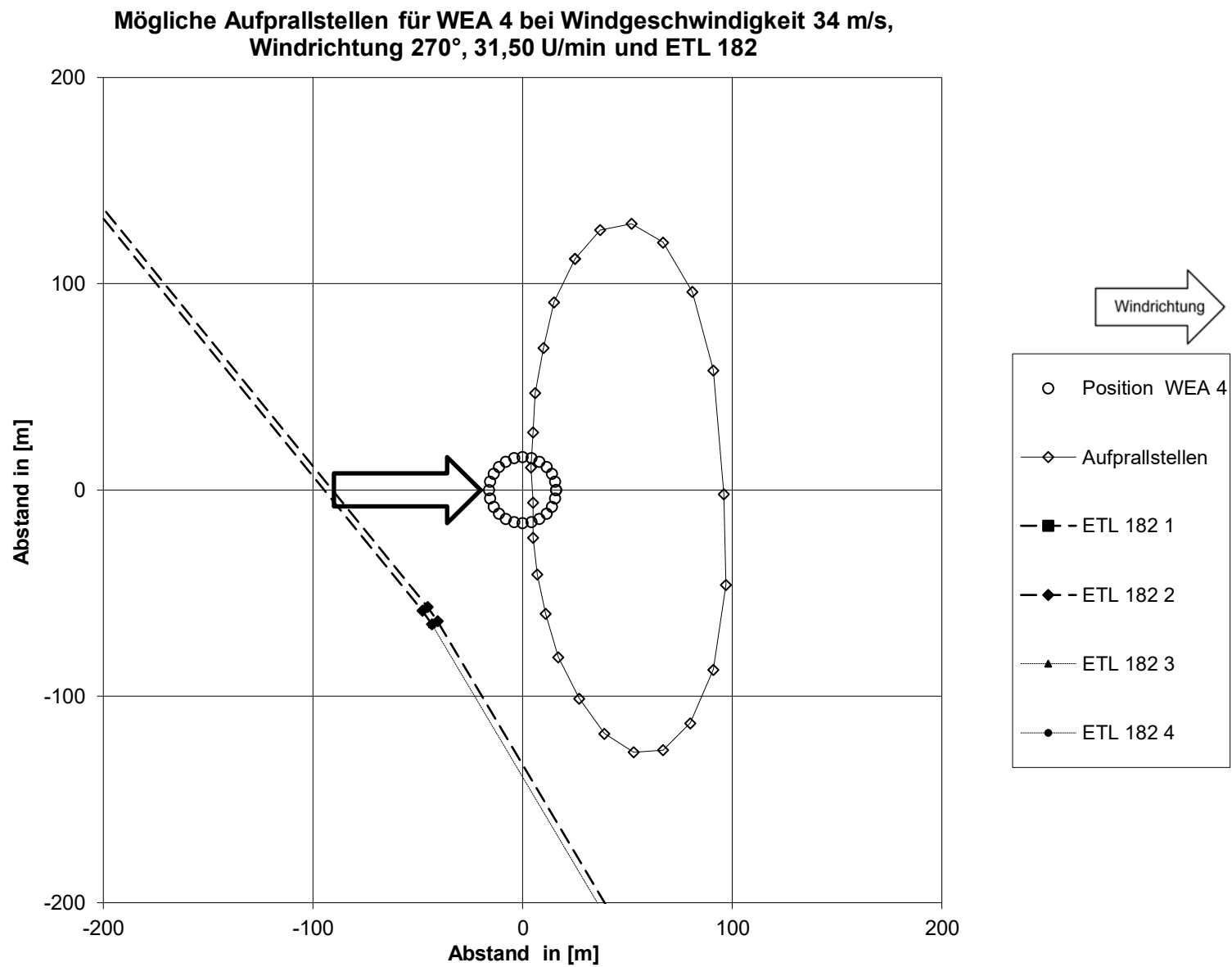


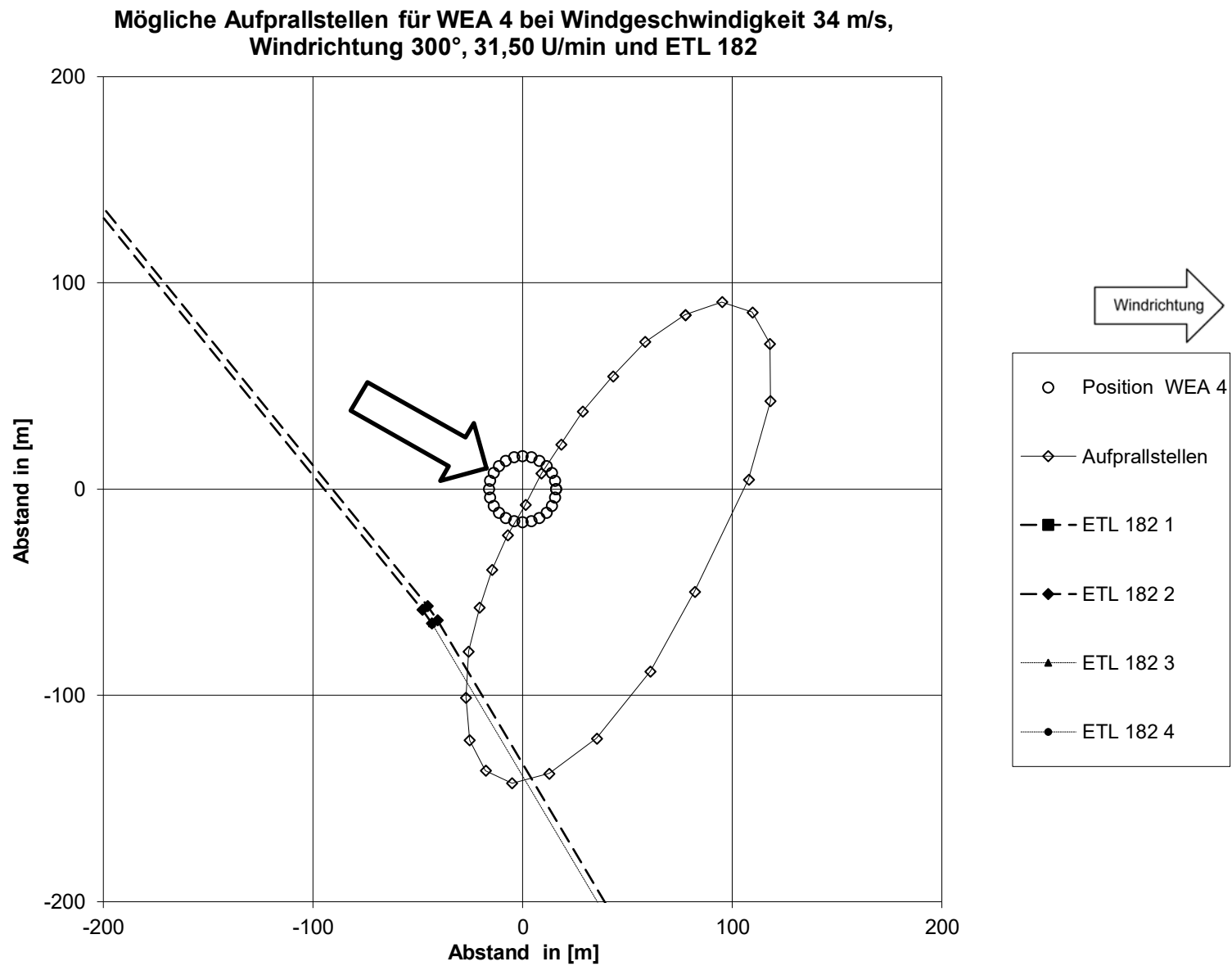


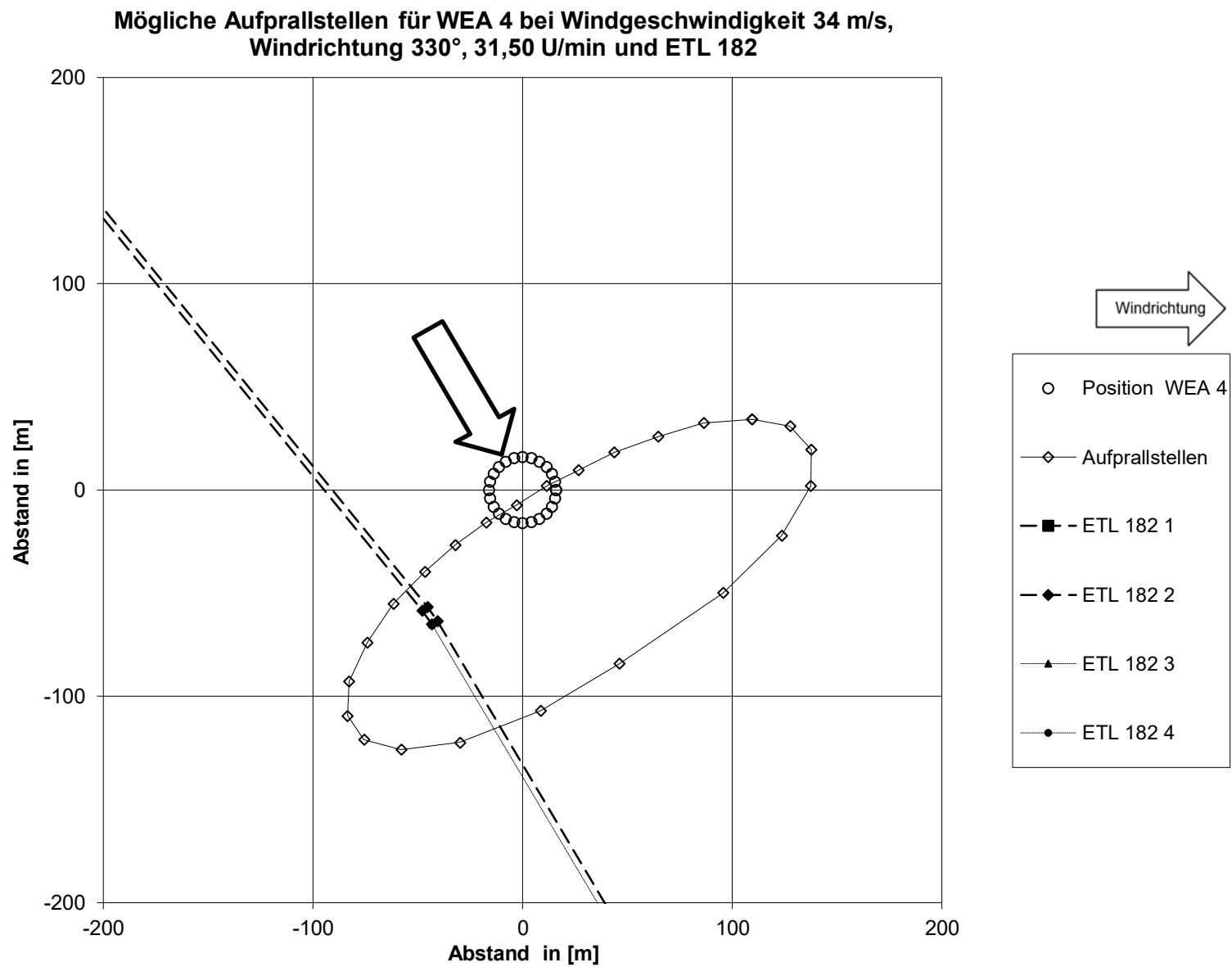












Anlage

A 18 ETL 182 bei Oyten-Bassen-West - Gefährdung durch Abwurf von
100-%-Rotorblatt durch WEA 5

