

Gutachten

Windenergieanlage auf dem Betriebsgelände der Kockmann GmbH

Bewertung der Gefährdung von Personen
auf dem Betriebsgelände,
in zwei Lagerhallen und im Bürogebäude
durch den Betrieb einer Windenergieanlage
des Typs ENERCON
E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01

Auftraggeber: Kockmann GmbH

Projekt: 15724

Rev.	Anmerkungen	Datum	Erstellt	Freigegeben
00	Erstfassung	22.03.2024	Ludzay	Daschevski

Vereidigter Sachverständi-
ger
Dipl.-Ing. Jörg Himmerich

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

Geschäftsführer
Jörg Himmerich

Inhaltsverzeichnis

1. Vorgang und Zusammenfassung	8
2. Unterlagen	10
3. Zusammenstellung der Daten	12
3.1 Daten der Windenergieanlage	12
3.2 Daten der Schutzobjekte	13
3.3 Abstände der WEA zu den Schutzobjekten	13
3.4 Ergänzende Angaben zu dem zulässigen Grenzwert	14
3.5 Ergänzende Angaben zum Abwurf von Rotorblättern oder von Teilen davon	14
3.5.1 Allgemeines	14
3.5.2 Verteilung der Windrichtung	14
3.5.3 Betriebsparameter bei Rotorblattabwurf	15
3.6 Ergänzende Angaben zum Abwurf und Fall von Eisfragmenten	15
3.6.1 Allgemeines	15
3.6.2 Zuordnung zur Eiskarte	15
3.6.3 Zum Ansatz der Eiserkennung	15
3.6.4 Berücksichtigung der Windgeschwindigkeit	16
3.6.5 Betriebsparameter bei Abwurf von Eisfragmenten	16
3.6.6 Betriebsparameter bei Fall von Eisfragmenten	17

4. Bewertung der Gefährdung durch Abwurf des Rotorblattes oder von Teilen davon	18
4.1 Gefährdungsradien für Rotorblatt und von Teilen davon	18
4.1.1 Lagerhalle 1	18
4.1.2 Lagerhalle 2	18
4.1.3 Bürogebäude	19
4.1.4 Betriebsfläche - Bereich 1	19
4.1.5 Betriebsfläche - Bereich 2	20
4.1.6 Betriebsfläche - Bereich 3	20
4.1.7 Betriebsfläche - Bereich 4	20
4.2 Berechnung der Gefährdung	21
4.3 Auswertung	22
4.3.1 Lagerhalle 1	22
4.3.2 Lagerhalle 2	23
4.3.3 Bürogebäude	24
4.3.4 Betriebsfläche - Bereich 1	25
4.3.5 Betriebsfläche - Bereich 2	26
4.3.6 Betriebsfläche - Bereich 3	27
4.3.7 Betriebsfläche - Bereich 4	28
5. Bewertung der Gefährdung durch Abwurf und Fall von Eisfragmenten	29

5.1	Wurfweiten für Abwurf und Fall von Eisfragmenten	29
5.1.1	Betriebsfläche - Bereich 1	29
5.1.2	Betriebsfläche - Bereich 2	29
5.1.3	Betriebsfläche - Bereich 3	30
5.1.4	Betriebsfläche - Bereich 4	30
5.2	Berechnung der Gefährdung	31
5.3	Auswertung	31
5.3.1	Betriebsfläche - Bereich 1	31
5.3.2	Betriebsfläche - Bereich 2	32
5.3.3	Betriebsfläche - Bereich 3	33
6.	Bewertung der Gefährdung durch Abwurf des Maschinenhauses	34
6.1	Wurfweiten des Maschinenhauses	34
6.2	Bewertung für oberirdische Schutzobjekte	34
6.2.1	Allgemeines	34
6.2.2	Berechnung der Gefährdung	35
6.2.3	Betriebsfläche - Bereich 1	35
7.	Beeinträchtigung durch den umstürzenden Turm	36
8.	Erstbewertung	37
8.1	Lagerhalle 1	37
8.2	Lagerhalle 2	38
8.3	Bürogebäude	39

8.4	Betriebsfläche - Bereich 1	40
8.5	Betriebsfläche - Bereich 2	41
8.6	Betriebsfläche - Bereich 3	42
8.7	Betriebsfläche - Bereich 4	43

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Daten der WEA	12
Tabelle 2:	Daten der Schutzobjekte	13
Tabelle 3:	Abstände der WEA zu den Schutzobjekten	13
Tabelle 4:	Betriebsdaten der WEA für Gefährdung durch Rotorblattabwurf	15
Tabelle 5:	Windgeschwindigkeiten und Drehzahlen der WEA - Abwurf von Eisfragmenten	16
Tabelle 6:	Windgeschwindigkeit und Drehzahl der WEA - Fall von Eisfragmenten	17
Tabelle 7:	Gefährdungsradien für Rotorblatt und von Teilen davon	18
Tabelle 8:	Eintrittswahrscheinlichkeiten für Abwurf eines Rotorblattes oder von Teilen davon für die Lagerhalle 1 durch die WEA 1	22
Tabelle 9:	Eintrittswahrscheinlichkeiten für Abwurf eines Rotorblattes oder von Teilen davon für die Lagerhalle 2 durch die WEA 1	23
Tabelle 10:	Eintrittswahrscheinlichkeiten für Abwurf von Rotorblattteilen für das Bürogebäude durch die WEA 1	24
Tabelle 11:	Eintrittswahrscheinlichkeiten für Abwurf eines Rotorblattes oder von Teilen davon für die Betriebsfläche - Bereich 1 durch die WEA 1	25
Tabelle 12:	Eintrittswahrscheinlichkeiten für Abwurf eines Rotorblattes oder von Teilen davon für die Betriebsfläche - Bereich 2 durch die WEA 1	26
Tabelle 13:	Eintrittswahrscheinlichkeiten für Abwurf von Rotorblattteilen für die Betriebsfläche - Bereich 3 durch die WEA 1	27
Tabelle 14:	Eintrittswahrscheinlichkeiten für Abwurf von Rotorblattteilen für die Betriebsfläche - Bereich 4 durch die WEA 1	28
Tabelle 15:	Wurfweiten für Abwurf und Fall von Eisfragmenten	29
Tabelle 16:	Eintrittswahrscheinlichkeiten für Abwurf und Fall von Eisfragmenten für die Betriebsfläche – Bereich 1 durch die WEA 1	31
Tabelle 17:	Eintrittswahrscheinlichkeiten für Abwurf von Eisfragmenten für die Betriebsfläche - Bereich 2 durch die WEA 1	32
Tabelle 18:	Eintrittswahrscheinlichkeiten für Abwurf von Eisfragmenten für die Betriebsfläche - Bereich 3 durch die WEA 1	33

Tabelle 19:	Wurfweite bei Abwurf des Maschinenhauses	34
Tabelle 20:	Gefährdungsradius bei Abwurf des Maschinenhauses mit abstehendem Rotorblatt für die oberirdischen Schutzobjekte	34
Tabelle 21:	Gefährdung der Betriebsfläche - Bereich 1 durch die WEA 1 infolge Maschinenhausabwurfs mit abstehendem Rotorblatt	35
Tabelle 22:	Gesamtgefährdung der WEA 1 für die Lagerhalle 1	37
Tabelle 23:	Gesamtgefährdung der WEA 1 für die Lagerhalle 2	38
Tabelle 24:	Gesamtgefährdung der WEA 1 für das Bürogebäude	39
Tabelle 25:	Gesamtgefährdung der WEA 1 für die Betriebsfläche - Bereich 1	40
Tabelle 26:	Gesamtgefährdung der WEA 1 für die Betriebsfläche - Bereich 2	41
Tabelle 27:	Gesamtgefährdung der WEA 1 für die Betriebsfläche - Bereich 3	42
Tabelle 28:	Gesamtgefährdung der WEA 1 für die Betriebsfläche - Bereich 4	43

Anlagenverzeichnis

A 1	Unterlagen zur WEA auf dem Betriebsgelände der Kockmann GmbH
A 2	Gefährdung durch Abwurf des Rotorblatts und Teilen davon
A 3	Gefährdung durch Abwurf und Fall von Eisfragmenten

1. Vorgang und Zusammenfassung

Die Kockmann GmbH (Kockmann) plant die Errichtung einer Windenergieanlage (WEA) des Typs ENERCON E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01 mit einer Nabenhöhe von 130,64 m. Diese WEA befindet sich auf dem Betriebsgelände von Kockmann, das aus drei Gebäuden (zwei Lagerhallen und ein Bürogebäude) und einer Betriebsfläche besteht. Im Weiteren werden die vorgenannten Gebäude und Flächen als Schutzobjekte bezeichnet. Im Weiteren haben wir die Betriebsfläche, aufgrund der Größe und der dort befindlichen Personen, wiederum in einzelne Bereiche unterteilt:

- Betriebsgelände - Bereich 1,
- Betriebsgelände - Bereich 2,
- Betriebsgelände - Bereich 3 und
- Betriebsgelände - Bereich 4.

Die vorgenannten Schutzobjekte sind im Lageplan in der Anlage A 1 eingezeichnet.

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

- Abwurf eines Rotorblattes und Teilen davon,
- Abwurf des Maschinenhauses,
- Abwurf und Fall von Eisfragmenten,
- Turmbruch.

Es werden die Grenzwerte - die zulässigen Eintrittswahrscheinlichkeiten (zul Pf) - nach Unterlage U 1 zugrunde gelegt für:

- Lagerhalle:
zul Pf = $1,00 \cdot 10^{-6}$ Ereignisse pro Jahr
- Bürogebäude:
zul Pf = $1,00 \cdot 10^{-6}$ Ereignisse pro Jahr
- Betriebsfläche:
zul Pf = $1,00 \cdot 10^{-6}$ Ereignisse pro Jahr

Die Gegenüberstellung der ermittelten Eintrittswahrscheinlichkeiten der oben genannten Gefährdungspotenziale aus dem Betrieb der WEA mit den Grenzwerten zeigt, dass die Grenzwerte für die Gefährdung der Schutzobjekte

- Lagerhalle 1,
- Lagerhalle 2,
- Bürogebäude,
- Betriebsgelände - Bereich 1,
- Betriebsgelände - Bereich 2,
- Betriebsgelände - Bereich 3 und
- Betriebsgelände - Bereich 4

eingehalten werden. Es sind keine Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

2. Unterlagen

- U 1 Gutachten 77919: „Windenergieanlagen in Nähe von Schutzobjekten / Bestimmung von Mindestabständen“, Ausgabe: 12/2020 / Rev. 09, aufgestellt von Dr.-Ing. Veenker Ingenieurgesellschaft mbH, im Internet verfügbar

- U 2 Eiskarte Deutschland, Quelle: Finnisches Meteorologisches Institut (FMI), Bengt Tammelin

- U 3 Übersicht der Windbedingungen – TÜV Nord EnSys GmbH & Co. KG – Gutachterliche Stellungnahme zur Standorteignung von Windenergieanlagen im Windpark Ochtrup: „2021-11-19 Gutachtliche Stellungnahme TB Ochtrup Rev 0 Lks GmbH & Co. KG“, übermittelt als PDF-Dokument durch Kockmann per E-Mail am 08.02.2024

- U 4 Lageplan und Koordinaten der geplanten Windenergieanlage: „24-03-08-220668n89-Lageplan“, übermittelt als PDF-Dokument durch Kockmann per E-Mail am 11.03.2024

- U 5 Datenblatt geplante WEA - ENERCON E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01, übermittelt als PDF-Dokument durch Kockmann per E-Mail am 02.02.2024

- U 6 Datenblatt Betriebsgelände: „Kockmann-05742820240207093413“, übermittelt als PDF-Dokument durch Kockmann per E-Mail am 07.02.2024

- U 7 Technische Beschreibung – Anhalten der Windenergieanlage – ENERCON Windenergieanlagen: „D0630561_4.1_de_Technische Beschreibung_Anhalten der Windenergieanlage“, übermittelt als PDF-Dokument durch Kockmann per E-Mail am 07.02.2024

- U 8 Technische Daten – ENERCON Windenergieanlage – E-138 EP3 E3: „D1018642_7.0_de_Technisches Datenblatt_Technische Daten E-138 EP3 E3 (WEC Characteristics)“, übermittelt als PDF-Dokument durch Kockmann per E-Mail am 07.02.2024

U 9

Technisches Datenblatt – Betriebsmodus 0 s – ENERCON Windenergie-
anlage E-138 EP3 E3 / 4260 kW mit TES (Trailing Edge Serrations):
„D1018685_4.0_de_Operating Mode 0 s-E-138 EP3 E3-4260 kW mit
TES“, übermittelt als PDF-Dokument durch Kockmann per E-Mail am
07.02.2024

3. Zusammenstellung der Daten

3.1 Daten der Windenergieanlage

In der Anlage A 1 sind die für die Bewertung der Gefährdung relevanten Daten der geplanten WEA (Unterlagen U 5, U 7 bis U 9) zusammengestellt und in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

WEA-Bezeichnung	WEA-Typ	Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser [m]
WEA 1	ENERCON E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01 (E-138 EP3 E3)	130,64	138,25

Tabelle 1: Daten der WEA

In den Berechnungen wird eine jährliche Wartung der WEA für den Typ E-138 EP3 E3 berücksichtigt.

3.2 Daten der Schutzobjekte

Die für die Gefährdung durch die geplante WEA berücksichtigten Schutzobjekte (Unterlage U 6) sowie die Angaben des Vorhabenträgers sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Typ/Bezeichnung	Fläche [m²]	Anzahl der		Schicht- dauer [h]	Anzahl der Fahrzeuge pro Tag		Mittlere Aufent- haltsdauer der Personen im	
		Perso- nen	Schich- ten		LKW	PKW	LKW	PKW
Gebäude / Lagerhalle 1	3.180	6	3	8	-	-	-	-
Gebäude / Lagerhalle 2	4.340	6	3	8	-	-	-	-
Gebäude / Bürogebäude	690	-	-	-	-	-		
Fläche / Betriebsfläche-Bereich 1	42.130	2	1	1,5	35	-	0,1	-
Fläche / Betriebsfläche-Bereich 2	6.160	2	1	1,5	35	-	0,1	-
Fläche / Betriebsfläche-Bereich 3	10.970	2	1	1,5	35	-	0,1	-
Fläche / Betriebsfläche-Bereich 4	7.450	2	1	1,5	35	20	0,1	0,05

Tabelle 2: Daten der Schutzobjekte

3.3 Abstände der WEA zu den Schutzobjekten

Die Abstände der WEA zu den Schutzobjekten sind der Unterlage U 4 entnommen und in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt bzw. in der Anlage A 1 aufgeführt. Es sind die kleinsten Abstände der WEA zu den Schutzobjekten aufgeführt.

Schutzobjekte	Minimaler Abstand zu den Schutzobjekten [m]
	WEA 1
Lagerhalle 1	165
Lagerhalle 2	235
Bürogebäude	347
Betriebsgelände - Bereich 1	0
Betriebsgelände - Bereich 2	176
Betriebsgelände - Bereich 3	275
Betriebsgelände - Bereich 4	361

Tabelle 3: Abstände der WEA zu den Schutzobjekten

Die Ermittlung der Abstände erfolgt grafisch und impliziert ein gewisses Maß an Ungenauigkeit.

3.4 Ergänzende Angaben zu dem zulässigen Grenzwert

Es werden die Grenzwerte - die zulässigen Eintrittswahrscheinlichkeiten (zul Pf) - nach Unterlage U 1 zugrunde gelegt für:

- Lagerhalle:
zul Pf = $1,00 \cdot 10^{-6}$ Ereignisse pro Jahr
- Bürogebäude:
zul Pf = $1,00 \cdot 10^{-6}$ Ereignisse pro Jahr
- Betriebsfläche:
zul Pf = $1,00 \cdot 10^{-6}$ Ereignisse pro Jahr

3.5 Ergänzende Angaben zum Abwurf von Rotorblättern oder von Teilen davon

3.5.1 Allgemeines

Gemäß Ausführungen der Unterlage U 1 besteht für Gebäude – hier Lagerhalle 1, Lagerhalle 2 und Bürogebäude – keine Gefährdung infolge eines möglichen Abwurfs von Rotorblattspitzen (Tip), sodass nachfolgend nur die Gefährdungen Abbruch des ganzen Rotorblattes (100%-RB) und Abbruch eines Rotorblatttrumms (30%-RB) für Gebäude berücksichtigt werden.

Gemäß Ausführungen der Unterlage U 1 besteht für die Betriebsfläche eine Gefährdung infolge eines möglichen Aufpralls durch Abbruch des ganzen Rotorblattes (100%-RB), durch Abbruch eines Rotorblatttrumms (30%-RB) sowie durch Aufprall von Rotorblattspitzen (Tip), sodass nachfolgend die zuvor genannten Gefährdungen berücksichtigt werden.

3.5.2 Verteilung der Windrichtung

Für die Untersuchungen wird eine statistische Verteilung für die Windrichtung berücksichtigt. Die Angaben hierzu werden aus der Unterlage U 3 übernommen. Die statistische Verteilung der Windrichtung ist in der Anlage A 1 dargestellt.

3.5.3 Betriebsparameter bei Rotorblattabwurf

In den folgenden Untersuchungen wird vorausgesetzt, dass der Abwurf eines Rotorblattes oder von Teilen davon während des Auftretens hoher Windgeschwindigkeiten und im Betrieb erfolgt. Es wird der ungünstigste Fall für den WEA-Typ ENERCON E-138 EP3 E3 angenommen, da sich dadurch größere Wurfweiten bei Rotorblattabwurf ergeben.

WEA	Windgeschwindigkeit [m/s]	Drehzahl [min ⁻¹]
E-138 EP3 E3	22,0	11,1

Tabelle 4: Betriebsdaten der WEA für Gefährdung durch Rotorblattabwurf

3.6 Ergänzende Angaben zum Abwurf und Fall von Eisfragmenten

3.6.1 Allgemeines

Der Abwurf von Eisfragmenten stellt nach Unterlage U 1 für Gebäude aufgrund der geringen Masse keine Gefährdung dar und ist nur für die Betriebsfläche zu berücksichtigen.

Nachfolgend wird die Gefährdung aus Eiswurf und -fall nur für die Betriebsfläche berücksichtigt.

3.6.2 Zuordnung zur Eiskarte

Der Unterlage U 2 ist zu entnehmen, dass für den untersuchten Standort eine leichte Vereisung zu erwarten ist. Es wird der Maximalwert von sieben Eistagen pro Jahr zugrunde gelegt.

3.6.3 Zum Ansatz der Eiserkennung

Im vorliegenden Fall wird gemäß Unterlage U 5 davon ausgegangen, dass Eisansatz an der WEA erkannt und die WEA abgeschaltet wird.

Daraus resultierend wird für das Ereignis „Abwurf von Eisfragmenten“ die Eiserkennung berücksichtigt mit:

$$Pf_1 = 3,84 \cdot 10^{-4} \text{ Ereignisse/Jahr.}$$

3.6.4 Berücksichtigung der Windgeschwindigkeit

Für die Bewertung der Gefährdung infolge Abwurfs von Eisfragmenten wird angenommen, dass dieser bei unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten stattfindet. In den Berechnungen werden Windgeschwindigkeiten von 5 m/s bis 20 m/s in einer Schrittweite von 5 m/s angesetzt. Diese Windgeschwindigkeiten sind repräsentativ.

Für die probabilistische Bewertung wird die statistische Verteilung der Windgeschwindigkeiten zugrunde gelegt. Sie ist für die WEA der Unterlage U 3 als Weibull-Verteilung mit folgenden Parametern entnommen:

$$A = 7,7 \text{ und}$$

$$k = 2,06.$$

Es handelt sich um die mittlere Verteilung über die verschiedenen Windrichtungen.

3.6.5 Betriebsparameter bei Abwurf von Eisfragmenten

Die Berechnung des Abwurfs von Eisfragmenten erfolgt für vier unterschiedliche Windgeschwindigkeiten mit den zugehörigen Drehzahlen. Die anzusetzenden Werte sind nachfolgend zusammengestellt.

WEA	Drehzahl [min ⁻¹]			
	Windgeschwindigkeiten [m/s]			
	5	10	15	20
E-138 EP3 E3	6,23	9,27	11,1	11,1

Tabelle 5: Windgeschwindigkeiten und Drehzahlen der WEA - Abwurf von Eisfragmenten

3.6.6 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 angenommen.

WEA	Windgeschwindigkeit [m/s]	Drehzahl [min ⁻¹]
E-138 EP3 E3	20,0	1,5

Tabelle 6: Windgeschwindigkeit und Drehzahl der WEA - Fall von Eisfragmenten

4. Bewertung der Gefährdung durch Abwurf des Rotorblattes oder von Teilen davon

4.1 Gefährdungsradien für Rotorblatt und von Teilen davon

Die Gefährdungsradien eines ganzen Rotorblattes (100-%-RB) und von Teilen davon (30- %-RB und Tip) sind für den WEA-Typ E-138 EP3 E3 nachfolgend dargestellt.

WEA 1	Max. Wurfweiten [m]		
	100-%-RB	30-%-RB	Tip
E-138 EP3 E3	268	847	467

Tabelle 7: Gefährdungsradien für Rotorblatt und von Teilen davon

4.1.1 Lagerhalle 1

Der Abstand der WEA 1 zur Lagerhalle 1 ist kleiner als die Gefährdungsradien eines ganzen Rotorblattes (100-%-RB) und von Rotorblattteilen (30-%-RB), siehe Kapitel 3.3. Somit geht vom Ereignis „Abwurf eines ganzen Rotorblattes (100-%-RB) oder von Teilen davon (30-%-RB)“ eine Gefährdung für die Lagerhalle 1 aus. Für die WEA 1 sind in der Anlage A 2 die grafischen Auswertungen für die Ermittlung des Abwurfs eines ganzen Rotorblattes oder von Teilen davon aufgezeigt.

Nachfolgend wird eine probabilistische Auswertung durchgeführt. Die Detailergebnisse zur Bewertung der Gefährdung der Lagerhalle 1 durch die WEA 1 sind im Kapitel 4.3.1 zusammengestellt.

4.1.2 Lagerhalle 2

Der Abstand der WEA 1 zur Lagerhalle 2 ist kleiner als die Gefährdungsradien eines ganzen Rotorblattes (100-%-RB) und von Rotorblattteilen (30-%-RB), siehe Kapitel 3.3. Somit geht vom Ereignis „Abwurf eines ganzen Rotorblattes (100-%-RB) oder von Teilen davon (30-%-RB)“ eine Gefährdung für die Lagerhalle 2 aus. Für die WEA 1 sind in der Anlage A 2 die grafischen Auswertungen für die Ermittlung des Abwurfs eines ganzen Rotorblattes oder von Teilen davon aufgezeigt.

Nachfolgend wird eine probabilistische Auswertung durchgeführt. Die Detailergebnisse zur Bewertung der Gefährdung der Lagerhalle 2 durch die WEA 1 sind im Kapitel 4.3.2 zusammengestellt.

4.1.3 Bürogebäude

Der Abstand der WEA 1 zum Bürogebäude ist größer als der Gefährdungsradius eines ganzen Rotorblattes (100%-RB), siehe Kapitel 3.3. Somit geht vom Ereignis „Abwurf eines ganzen Rotorblattes (100%-RB)“ keine Gefährdung für das Bürogebäude aus. Auf eine grafische Darstellung wird verzichtet.

Der Abstand der WEA 1 zum Bürogebäude ist kleiner als der Gefährdungsradius von Rotorblattteilen (30%-RB), siehe Kapitel 3.3. Somit geht vom Ereignis „Abwurf von Rotorblattteilen (30%-RB)“ eine Gefährdung für das Bürogebäude aus. Für die WEA 1 sind in der Anlage A 2 die grafischen Auswertungen für die Ermittlung des Abwurfs von Rotorblattteilen aufgezeigt.

Nachfolgend wird eine probabilistische Auswertung durchgeführt. Die Detailergebnisse zur Bewertung der Gefährdung des Bürogebäudes durch die WEA 1 sind im Kapitel 4.3.3 zusammengestellt.

4.1.4 Betriebsfläche - Bereich 1

Der Abstand der WEA 1 zur Betriebsfläche - Bereich 1 ist kleiner als die Gefährdungsradien eines ganzen Rotorblattes (100%-RB) und von Rotorblattteilen (30%-RB und Tip), siehe Kapitel 3.3. Somit geht vom Ereignis „Abwurf eines ganzen Rotorblattes (100%-RB) oder von Teilen davon (30%-RB und Tip)“ eine Gefährdung für die Betriebsfläche - Bereich 1 aus. Für die WEA 1 sind in der Anlage A 2 die grafischen Auswertungen für die Ermittlung des Abwurfs eines ganzen Rotorblattes oder von Teilen davon aufgezeigt.

Nachfolgend wird eine probabilistische Auswertung durchgeführt. Die Detailergebnisse zur Bewertung der Gefährdung der Betriebsfläche - Bereich 1 durch die WEA 1 sind im Kapitel 4.3.4 zusammengestellt.

4.1.5 Betriebsfläche - Bereich 2

Der Abstand der WEA 1 zur Betriebsfläche - Bereich 2 ist kleiner als die Gefährdungsradien eines ganzen Rotorblattes (100%-RB) und von Rotorblattteilen (30%-RB und Tip), siehe Kapitel 3.3. Somit geht vom Ereignis „Abwurf eines ganzen Rotorblattes (100%-RB) oder von Teilen davon (30%-RB und Tip)“ eine Gefährdung für die Betriebsfläche - Bereich 2 aus. Für die WEA 1 sind in der Anlage A 2 die grafischen Auswertungen für die Ermittlung des Abwurfs eines ganzen Rotorblattes oder von Teilen davon aufgezeigt.

Nachfolgend wird eine probabilistische Auswertung durchgeführt. Die Detailergebnisse zur Bewertung der Gefährdung der Betriebsfläche - Bereich 2 durch die WEA 1 sind im Kapitel 4.3.5 zusammengestellt.

4.1.6 Betriebsfläche - Bereich 3

Der Abstand der WEA 1 zur Betriebsfläche - Bereich 3 ist größer als der Gefährdungsradius eines ganzen Rotorblattes (100%-RB), siehe Kapitel 3.3. Somit geht vom Ereignis „Abwurf eines ganzen Rotorblattes (100%-RB)“ keine Gefährdung für die Betriebsfläche - Bereich 3 aus. Auf eine grafische Darstellung wird verzichtet.

Der Abstand der WEA 1 zur Betriebsfläche - Bereich 3 ist kleiner als die Gefährdungsradien von Rotorblattteilen (30%-RB und Tip), siehe Kapitel 3.3. Somit geht vom Ereignis „Abwurf von Rotorblattteilen (30%-RB und Tip)“ eine Gefährdung für die Betriebsfläche - Bereich 3 aus. Für die WEA 1 sind in der Anlage A 2 die grafischen Auswertungen für die Ermittlung des Abwurfs von Rotorblattteilen aufgezeigt.

Nachfolgend wird eine probabilistische Auswertung durchgeführt. Die Detailergebnisse zur Bewertung der Gefährdung der Betriebsfläche - Bereich 3 durch die WEA 1 sind im Kapitel 4.3.6 zusammengestellt.

4.1.7 Betriebsfläche - Bereich 4

Der Abstand der WEA 1 zur Betriebsfläche - Bereich 4 ist größer als der Gefährdungsradius eines ganzen Rotorblattes (100%-RB), siehe Kapitel 3.3. Somit geht vom Ereignis „Abwurf eines ganzen Rotorblattes (100%-RB)“ keine Gefährdung für die Betriebsfläche - Bereich 4 aus. Auf eine grafische Darstellung wird verzichtet.

Der Abstand der WEA 1 zur Betriebsfläche - Bereich 4 ist kleiner als die Gefährdungsradien von Rotorblattteilen (30%-RB und Tip), siehe Kapitel 3.3. Somit geht vom Ereignis „Abwurf von Rotorblattteilen (30%-RB und Tip)“ eine Gefährdung für die Betriebsfläche - Bereich 4 aus. Für die WEA 1 sind in der Anlage A 2 die grafischen Auswertungen für die Ermittlung des Abwurfs von Rotorblattteilen aufgezeigt.

Nachfolgend wird eine probabilistische Auswertung durchgeführt. Die Detailergebnisse zur Bewertung der Gefährdung der Betriebsfläche - Bereich 4 durch die WEA 1 sind im Kapitel 4.3.7 zusammengestellt.

4.2 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, z. B. die Anwesenheit von Personen, wird abhängig von dem jeweiligen Schutzobjekt ermittelt.

4.3 Auswertung

4.3.1 Lagerhalle 1

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Gefährdung der Lagerhalle 1 infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes (100-%-RB) und von Teilen davon (30-%-RB) für die WEA 1 zusammengestellt.

WEA 1 (E-138 EP3 E3)	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignisse/Jahr]	
	100-%-RB	30-%-RB
Pf1	$1,40 \cdot 10^{-4}$	$7,00 \cdot 10^{-5}$
Pf2	$5,92 \cdot 10^{-1}$	$7,02 \cdot 10^{-1}$
Pf3	$9,84 \cdot 10^{-2}$	$3,69 \cdot 10^{-3}$
Pf4	$1,89 \cdot 10^{-3}$	$1,89 \cdot 10^{-3}$
II Pf	$1,54 \cdot 10^{-8}$	$3,42 \cdot 10^{-10}$
Σ Pf	$1,57 \cdot 10^{-8}$	

Tabelle 8: Eintrittswahrscheinlichkeiten für Abwurf eines Rotorblattes oder von Teilen davon für die Lagerhalle 1 durch die WEA 1

Die Gesamtbewertung erfolgt in Kapitel 8.1.

4.3.2 Lagerhalle 2

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Gefährdung der Lagerhalle 2 infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes (100%-RB) und von Teilen davon (30%-RB) für die WEA 1 zusammengestellt.

WEA 1 (E-138 EP3 E3)	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignisse/Jahr]	
	100%-RB	30%-RB
Pf1	$1,40 \cdot 10^{-4}$	$7,00 \cdot 10^{-5}$
Pf2	$3,80 \cdot 10^{-1}$	$4,67 \cdot 10^{-1}$
Pf3	$6,63 \cdot 10^{-2}$	$4,71 \cdot 10^{-3}$
Pf4	$1,38 \cdot 10^{-3}$	$1,38 \cdot 10^{-3}$
II Pf	$4,87 \cdot 10^{-9}$	$2,13 \cdot 10^{-10}$
Σ Pf	$5,09 \cdot 10^{-9}$	

Tabelle 9: Eintrittswahrscheinlichkeiten für Abwurf eines Rotorblattes oder von Teilen davon für die Lagerhalle 2 durch die WEA 1

Die Gesamtbewertung erfolgt in Kapitel 8.2.

4.3.3 Bürogebäude

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Gefährdung des Bürogebäudes infolge Abwurfs von Rotorblattteilen (30-%-RB) für die WEA 1 zusammengestellt.

WEA 1 (E-138 EP3 E3)	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignisse/Jahr]
	30-%-RB
Pf1	$7,00 \cdot 10^{-5}$
Pf2	$2,73 \cdot 10^{-1}$
Pf3	$1,73 \cdot 10^{-3}$
Pf4	1,00
ΠPf	$3,31 \cdot 10^{-8}$

Tabelle 10: Eintrittswahrscheinlichkeiten für Abwurf von Rotorblattteilen für das Bürogebäude durch die WEA 1

Die Gesamtbewertung erfolgt in Kapitel 8.3.

4.3.4 Betriebsfläche - Bereich 1

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Gefährdung der Betriebsfläche - Bereich 1 infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes (100%-RB) und von Teilen davon (30%-RB und Tip) für die WEA 1 zusammengestellt.

WEA 1 (E-138 EP3 E3)	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignisse/Jahr]		
	100%-RB	30%-RB	Tip
Pf1	$1,40 \cdot 10^{-4}$	$7,00 \cdot 10^{-5}$	$1,40 \cdot 10^{-4}$
Pf2	1,00	1,00	1,00
Pf3	$4,45 \cdot 10^{-1}$	$2,64 \cdot 10^{-2}$	$6,17 \cdot 10^{-2}$
Pf4	$8,16 \cdot 10^{-6}$	$8,16 \cdot 10^{-6}$	$8,16 \cdot 10^{-6}$
II Pf	$5,08 \cdot 10^{-10}$	$1,51 \cdot 10^{-11}$	$7,05 \cdot 10^{-11}$
Σ Pf	$5,94 \cdot 10^{-10}$		

Tabelle 11: Eintrittswahrscheinlichkeiten für Abwurf eines Rotorblattes oder von Teilen davon für die Betriebsfläche - Bereich 1 durch die WEA 1

Die Gesamtbewertung erfolgt in Kapitel 8.4.

4.3.5 Betriebsfläche - Bereich 2

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Gefährdung der Betriebsfläche - Bereich 2 infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes (100%-RB) und von Teilen davon (30%-RB und Tip) für die WEA 1 zusammengestellt.

WEA 1 (E-138 EP3 E3)	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignisse/Jahr]		
	100%-RB	30%-RB	Tip
Pf1	$1,40 \cdot 10^{-4}$	$7,00 \cdot 10^{-5}$	$1,40 \cdot 10^{-4}$
Pf2	$4,98 \cdot 10^{-1}$	$7,25 \cdot 10^{-1}$	$7,25 \cdot 10^{-1}$
Pf3	$1,24 \cdot 10^{-1}$	$7,94 \cdot 10^{-3}$	$9,02 \cdot 10^{-3}$
Pf4	$5,58 \cdot 10^{-5}$	$5,58 \cdot 10^{-5}$	$5,58 \cdot 10^{-5}$
II Pf	$4,83 \cdot 10^{-10}$	$2,25 \cdot 10^{-11}$	$5,11 \cdot 10^{-11}$
Σ Pf	$5,56 \cdot 10^{-10}$		

Tabelle 12: Eintrittswahrscheinlichkeiten für Abwurf eines Rotorblattes oder von Teilen davon für die Betriebsfläche - Bereich 2 durch die WEA 1

Die Gesamtbewertung erfolgt in Kapitel 8.5.

4.3.6 Betriebsfläche - Bereich 3

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Gefährdung der Betriebsfläche - Bereich 3 infolge Abwurfs von Rotorblattteilen (30%-RB und Tip) für die WEA 1 zusammengestellt.

WEA 1 (E-138 EP3 E3)	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignisse/Jahr]	
	30%-RB	Tip
Pf1	$7,00 \cdot 10^{-5}$	$1,40 \cdot 10^{-4}$
Pf2	$4,63 \cdot 10^{-1}$	$5,85 \cdot 10^{-1}$
Pf3	$9,00 \cdot 10^{-3}$	$1,61 \cdot 10^{-2}$
Pf4	$3,13 \cdot 10^{-5}$	$3,13 \cdot 10^{-5}$
II Pf	$9,14 \cdot 10^{-12}$	$4,12 \cdot 10^{-11}$
ΣPf	$5,04 \cdot 10^{-11}$	

Tabelle 13: Eintrittswahrscheinlichkeiten für Abwurf von Rotorblattteilen für die Betriebsfläche - Bereich 3 durch die WEA 1

Die Gesamtbewertung erfolgt in Kapitel 8.6.

4.3.7 Betriebsfläche - Bereich 4

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Gefährdung der Betriebsfläche-Bereich 4 infolge Abwurfs von Rotorblattteilen (30%-RB und Tip) für die WEA 1 zusammengestellt.

WEA 1 (E-138 EP3 E3)	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignisse/Jahr]	
	30%-RB	Tip
Pf1	$7,00 \cdot 10^{-5}$	$1,40 \cdot 10^{-4}$
Pf2	$2,73 \cdot 10^{-1}$	$2,73 \cdot 10^{-1}$
Pf3	$6,40 \cdot 10^{-3}$	$1,09 \cdot 10^{-2}$
Pf4	$5,73 \cdot 10^{-5}$	$5,73 \cdot 10^{-5}$
II Pf	$7,01 \cdot 10^{-12}$	$2,39 \cdot 10^{-11}$
Σ Pf	$3,09 \cdot 10^{-11}$	

Tabelle 14: Eintrittswahrscheinlichkeiten für Abwurf von Rotorblattteilen für die Betriebsfläche - Bereich 4 durch die WEA 1

Die Gesamtbewertung erfolgt in Kapitel 8.7.

5. Bewertung der Gefährdung durch Abwurf und Fall von Eisfragmenten

5.1 Wurfweiten für Abwurf und Fall von Eisfragmenten

Die maximalen Wurfweiten für Eisfragmente sind für den WEA-Typ E-138 EP3 E3 nachfolgend dargestellt:

WEA 1	Max. Wurfweiten [m]				
	Eiswurf				Eisfall
	[5 m/s]	[10 m/s]	[15 m/s]	[20 m/s]	
E-138 EP3 E3	169	211	244	278	160

Tabelle 15: Wurfweiten für Abwurf und Fall von Eisfragmenten

5.1.1 Betriebsfläche - Bereich 1

Der Abstand der WEA 1 zur Betriebsfläche - Bereich 1 (siehe Kapitel 3.3) ist kleiner als die Wurf- und Fallweiten für Eisfragmente (Eisabwurf und -fall bei Windgeschwindigkeit $w = 20 \text{ m/s}$, siehe Kapitel 5.1). Somit geht vom Ereignis „Abwurf und Fall von Eisfragmenten“ eine Gefährdung für die Betriebsfläche - Bereich 1 aus. Für die WEA 1 sind in der Anlage A 3 die grafischen Auswertungen für die Ermittlung des Abwurfs und Falls von Eisfragmenten (Eisabwurf und -fall bei Windgeschwindigkeit $w = 20 \text{ m/s}$) aufgezeigt.

Nachfolgend wird eine probabilistische Auswertung durchgeführt. Die Detailergebnisse zur Bewertung der Gefährdung der Betriebsfläche - Bereich 1 durch die WEA 1 sind im Kapitel 5.3.1 zusammengestellt.

5.1.2 Betriebsfläche - Bereich 2

Der Abstand der WEA 1 zur Betriebsfläche - Bereich 2 (siehe Kapitel 3.3) ist größer als die Fallweite für Eisfragmente, siehe Kapitel 5.1. Somit geht vom Ereignis „Fall von Eisfragmenten“ keine Gefährdung für die Betriebsfläche - Bereich 2 aus. Auf eine grafische Darstellung wird verzichtet.

Der Abstand der WEA 1 zur Betriebsfläche - Bereich 2 (siehe Kapitel 3.3) ist kleiner als die Wurfweiten für Eisfragmente (Eisabwurf bei Windgeschwindigkeit $w = 20 \text{ m/s}$, siehe

Kapitel 5.1). Somit geht vom Ereignis „Abwurf von Eisfragmenten“ eine Gefährdung für die Betriebsfläche - Bereich 2 aus. Für die WEA 1 sind in der Anlage A 3 die grafischen Auswertungen für die Ermittlung des Abwurfs von Eisfragmenten (Eisabwurf bei Windgeschwindigkeit $w = 20 \text{ m/s}$) aufgezeigt.

Nachfolgend wird eine probabilistische Auswertung durchgeführt. Die Detailergebnisse zur Bewertung der Gefährdung der Betriebsfläche - Bereich 2 durch die WEA 1 sind im Kapitel 5.3.2 zusammengestellt.

5.1.3 Betriebsfläche - Bereich 3

Der Abstand der WEA 1 zur Betriebsfläche - Bereich 3 (siehe Kapitel 3.3) ist größer als die Fallweite für Eisfragmente, siehe Kapitel 5.1. Somit geht vom Ereignis „Fall von Eisfragmenten“ keine Gefährdung für die Betriebsfläche - Bereich 3 aus. Auf eine grafische Darstellung wird verzichtet.

Der Abstand der WEA 1 zur Betriebsfläche - Bereich 3 (siehe Kapitel 3.3) ist kleiner als die Wurfweiten für Eisfragmente (Eisabwurf bei Windgeschwindigkeit $w = 20 \text{ m/s}$, siehe Kapitel 5.1). Somit geht vom Ereignis „Abwurf von Eisfragmenten“ eine Gefährdung für die Betriebsfläche - Bereich 3 aus. Für die WEA 1 sind in der Anlage A 3 die grafischen Auswertungen für die Ermittlung des Abwurfs von Eisfragmenten (Eisabwurf bei Windgeschwindigkeit $w = 20 \text{ m/s}$) aufgezeigt.

Nachfolgend wird eine probabilistische Auswertung durchgeführt. Die Detailergebnisse zur Bewertung der Gefährdung der Betriebsfläche - Bereich 3 durch die WEA 1 sind im Kapitel 5.3.3 zusammengestellt.

5.1.4 Betriebsfläche - Bereich 4

Der Abstand der WEA 1 zur Betriebsfläche - Bereich 4 (siehe Kapitel 3.3) ist größer als die Wurf- und Fallweiten für Eisfragmente, siehe Kapitel 5.1. Somit geht vom Ereignis „Abwurf und Fall von Eisfragmenten“ keine Gefährdung für die Betriebsfläche - Bereich 4 aus. Auf eine grafische Darstellung wird verzichtet.

5.2 Berechnung der Gefährdung

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

- Pf1 = Eintrittswahrscheinlichkeit für den Abwurf und Fall eines Eisfragmentes je Windgeschwindigkeitsbereich bzw. Eintrittswahrscheinlichkeit eines Eistages (multipliziert mit der Fehlerquote der Eiserkennung),
- Pf2 = Eintrittswahrscheinlichkeit für eine ungünstige Windrichtung je nach WEA,
- Pf3 = Eintrittswahrscheinlichkeit für die Übereinstimmung der Aufprallstellen mit dem Schutzobjekt,
- Pf4 = Eintrittswahrscheinlichkeit für sonstige Einflüsse; z. B. die Anwesenheit von Personen; wird abhängig von dem jeweiligen Schutzobjekt ermittelt.

5.3 Auswertung

5.3.1 Betriebsfläche - Bereich 1

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Gefährdung der Betriebsfläche - Bereich 1 infolge Abwurfs und Falls von Eisfragmenten für die WEA 1 zusammengestellt.

WEA 1 (E-138 EP3 E3)	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignisse/Jahr]				
	Eisfall	Eiswurf			
		5 m/s	10 m/s	15 m/s	20 m/s
Pf1	$1,92 \cdot 10^{-2}$	$1,27 \cdot 10^{-4}$	$1,93 \cdot 10^{-4}$	$5,72 \cdot 10^{-5}$	$5,89 \cdot 10^{-6}$
Pf2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Pf3	$3,49 \cdot 10^{-1}$	$8,77 \cdot 10^{-2}$	$6,88 \cdot 10^{-2}$	$5,68 \cdot 10^{-2}$	$4,36 \cdot 10^{-2}$
Pf4	$8,16 \cdot 10^{-6}$	$8,16 \cdot 10^{-6}$	$8,16 \cdot 10^{-6}$	$8,16 \cdot 10^{-6}$	$8,16 \cdot 10^{-6}$
πPf	$5,45 \cdot 10^{-8}$	$9,10 \cdot 10^{-11}$	$1,08 \cdot 10^{-10}$	$2,65 \cdot 10^{-11}$	$2,09 \cdot 10^{-12}$
ΣPf	$5,45 \cdot 10^{-8}$	$2,28 \cdot 10^{-10}$			

Tabelle 16: Eintrittswahrscheinlichkeiten für Abwurf und Fall von Eisfragmenten für die Betriebsfläche – Bereich 1 durch die WEA 1

Die Gesamtbewertung erfolgt in Kapitel 8.4.

5.3.2 Betriebsfläche - Bereich 2

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Gefährdung der Betriebsfläche - Bereich 2 infolge Abwurfs von Eisfragmenten für die WEA 1 zusammengestellt.

WEA 1 (E-138 EP3 E3)	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignisse/Jahr]			
	Eiswurf			
	5 m/s	10 m/s	15 m/s	20 m/s
Pf1	$1,27 \cdot 10^{-4}$	$1,93 \cdot 10^{-4}$	$5,72 \cdot 10^{-5}$	$5,89 \cdot 10^{-6}$
Pf2	1,00	$3,58 \cdot 10^{-1}$	$6,01 \cdot 10^{-1}$	$6,01 \cdot 10^{-1}$
Pf3	0,00	$2,88 \cdot 10^{-3}$	$4,94 \cdot 10^{-3}$	$5,45 \cdot 10^{-3}$
Pf4	$5,58 \cdot 10^{-5}$	$5,58 \cdot 10^{-5}$	$5,58 \cdot 10^{-5}$	$5,58 \cdot 10^{-5}$
πPf	0,00	$1,11 \cdot 10^{-11}$	$9,48 \cdot 10^{-12}$	$1,08 \cdot 10^{-12}$
ΣPf	$2,17 \cdot 10^{-11}$			

Tabelle 17: Eintrittswahrscheinlichkeiten für Abwurf von Eisfragmenten für die Betriebsfläche - Bereich 2 durch die WEA 1

Die Gesamtbewertung erfolgt in dem Kapitel 8.5.

5.3.3 Betriebsfläche - Bereich 3

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Gefährdung der Betriebsfläche - Bereich 3 infolge Abwurfs von Eisfragmenten für die WEA 1 zusammengestellt.

WEA 1 (E-138 EP3 E3)	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignisse/Jahr]			
	Eiswurf			
	5 m/s	10 m/s	15 m/s	20 m/s
Pf1	$1,27 \cdot 10^{-4}$	$1,93 \cdot 10^{-4}$	$5,72 \cdot 10^{-5}$	$5,89 \cdot 10^{-6}$
Pf2	1,00	1,00	1,00	$1,89 \cdot 10^{-1}$
Pf3	0,00	0,00	0,00	$1,92 \cdot 10^{-3}$
Pf4	$3,13 \cdot 10^{-5}$	$3,13 \cdot 10^{-5}$	$3,13 \cdot 10^{-5}$	$3,13 \cdot 10^{-5}$
πPf	0,00	0,00	0,00	$6,70 \cdot 10^{-14}$
ΣPf	$6,70 \cdot 10^{-14}$			

Tabelle 18: Eintrittswahrscheinlichkeiten für Abwurf von Eisfragmenten für die Betriebsfläche - Bereich 3 durch die WEA 1

Die Gesamtbewertung erfolgt in dem Kapitel 8.6.

6. Bewertung der Gefährdung durch Abwurf des Maschinenhauses

6.1 Wurfweiten des Maschinenhauses

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

WEA	Max. Wurfweiten [m]
E-138 EP3 E3	10,9

Tabelle 19: Wurfweite bei Abwurf des Maschinenhauses

6.2 Bewertung für oberirdische Schutzobjekte

6.2.1 Allgemeines

Die maximale Wurfweite für die Gefährdung der oberirdischen Schutzobjekte durch ein am Maschinenhaus abstehendes Rotorblatt errechnet sich wie folgt. Der maximalen Wurfweite werden gemäß Unterlage U 1 der halbe Rotordurchmesser und die halbe Länge des Maschinenhauses hinzugerechnet. Mit einem Sicherheitszuschlag von 20 % ergibt sich der folgende Gefährdungsradius.

WEA A	Max. Gefährdungsradius [m]
E-138 EP3 E3	107,9

Tabelle 20: Gefährdungsradius bei Abwurf des Maschinenhauses mit abstehendem Rotorblatt für die oberirdischen Schutzobjekte

Aus dem Abgleich der jeweiligen Abstände der WEA zu den oberirdischen Schutzobjekten (Kapitel 3.3) ergibt sich eine grundsätzliche Gefährdung für das Schutzobjekt Betriebsfläche - Bereich 1 durch die WEA 1.

6.2.2 Berechnung der Gefährdung

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

- Pf1 = Eintrittswahrscheinlichkeit des Abwurfs des Maschinenhauses,
- Pf2 = 1 (windrichtungsunabhängige Betrachtung),
- Pf3 = Eintrittswahrscheinlichkeit für die Übereinstimmung der Aufprallstellen mit dem Schutzobjekt,
- Pf4 = Eintrittswahrscheinlichkeit für sonstige Einflüsse; z. B. die Anwesenheit von Personen.

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

6.2.3 Betriebsfläche - Bereich 1

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Gefährdung des oberirdischen Schutzobjektes – hier die Betriebsfläche - Bereich 1 – infolge Maschinenhausabwurfs mit abstehendem Rotorblatt für die WEA 1 zusammengestellt.

WEA 1 (E-138 EP3 E3)	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignisse/Jahr]
	Maschinenhaus
Pf1	$9,00 \cdot 10^{-5}$
Pf2	1,00
Pf3	$7,39 \cdot 10^{-1}$
Pf4	$8,16 \cdot 10^{-6}$
πPf	$5,43 \cdot 10^{-10}$

Tabelle 21: Gefährdung der Betriebsfläche - Bereich 1 durch die WEA 1 infolge Maschinenhausabwurfs mit abstehendem Rotorblatt

Die Gesamtbewertung erfolgt in dem Kapitel 8.4. .

7. Beeinträchtigung durch den umstürzenden 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:

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

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 zu multiplizieren.

Das Produkt dieser Eintrittswahrscheinlichkeiten ist mehrere Größenordnungen kleiner als der hier einzuhaltende Grenzwert. Aus diesem Grund wird für die weiteren Untersuchungen die Gefährdung durch den umstürzenden Turm vernachlässigt.

8. Erstbewertung

8.1 Lagerhalle 1

Im Nachfolgenden sind die Einzelgefährdungen für das Schutzobjekt Lagerhalle 1 infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes (100%-RB) und von Teilen davon (30%-RB) für die WEA 1 zusammengestellt.

Die Gefährdung durch den umstürzenden Turm ist probabilistisch zu vernachlässigen. Ferner besteht keine Gefährdung infolge Abwurfs von Rotorblattteilen (Tip), Abwurfs des Maschinenhauses, Abwurfs und Falls von Eisfragmenten.

WEA 1 (E-138 EP3 E3)	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignisse/Jahr]	
	100%-RB	30%-RB
$\sum Pf$ (100%-RB, 30%-RB)	$1,54 \cdot 10^{-8}$	$3,42 \cdot 10^{-10}$
$\sum Pf$ (WEA)	$1,57 \cdot 10^{-8}$	

Tabelle 22: Gesamtgefährdung der WEA 1 für die Lagerhalle 1

Es resultiert somit eine Gesamtgefährdung von

$$1,57 \cdot 10^{-8} \text{ Ereignissen/Jahr.}$$

Der Nachweis für die Lagerhalle 1 hat die Form:

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

$$\sum Pf = 1,57 \cdot 10^{-8} \text{ Ereignisse/Jahr}$$

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

$$1,57 \cdot 10^{-8} \text{ Ereignisse/Jahr} < 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr.}$$

Die Gegenüberstellung der ermittelten Eintrittswahrscheinlichkeiten für die Lagerhalle 1 infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes oder von Teilen davon 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.

8.2 Lagerhalle 2

Im Nachfolgenden sind die Einzelgefährdungen für das Schutzobjekt Lagerhalle 2 infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes (100%-RB) und von Teilen davon (30%-RB) für die WEA 1 zusammengestellt.

Die Gefährdung durch den umstürzenden Turm ist probabilistisch zu vernachlässigen. Ferner besteht keine Gefährdung infolge Abwurfs von Rotorblatteilen (Tip), Abwurfs des Maschinenhauses, Abwurfs und Falls von Eisfragmenten.

WEA 1 (E-138 EP3 E3)	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignisse/Jahr]	
	100%-RB	30%-RB
$\sum Pf$ (100%-RB, 30%-RB)	$4,87 \cdot 10^{-9}$	$2,13 \cdot 10^{-10}$
$\sum Pf$ (WEA)	$5,09 \cdot 10^{-9}$	

Tabelle 23: Gesamtgefährdung der WEA 1 für die Lagerhalle 2

Es resultiert somit eine Gesamtgefährdung von

$$5,09 \cdot 10^{-9} \text{ Ereignissen/Jahr.}$$

Der Nachweis für die Lagerhalle 2 hat die Form:

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

$$\sum Pf = 5,09 \cdot 10^{-9} \text{ Ereignisse/Jahr}$$

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

$$5,09 \cdot 10^{-9} \text{ Ereignisse/Jahr} < 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr.}$$

Die Gegenüberstellung der ermittelten Eintrittswahrscheinlichkeiten für die Lagerhalle 2 infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes oder von Teilen davon 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.

8.3 Bürogebäude

Im Nachfolgenden sind die Einzelgefährdungen für das Schutzobjekt Bürogebäude infolge Abwurfs von Rotorblattteilen (30-%-RB) für die WEA 1 zusammengestellt.

Die Gefährdung durch den umstürzenden Turm ist probabilistisch zu vernachlässigen. Ferner besteht keine Gefährdung infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes (100-%-RB), Abwurfs von Rotorblattteilen (Tip), Abwurfs des Maschinenhauses, Abwurfs und Falls von Eisfragmenten.

WEA 1 (E-138 EP3 E3)	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignisse/Jahr]
	30-%-RB
$\sum Pf$ (WEA)	$3,31 \cdot 10^{-8}$

Tabelle 24: Gesamtgefährdung der WEA 1 für das Bürogebäude

Es resultiert somit eine Gesamtgefährdung von

$$3,31 \cdot 10^{-8} \text{ Ereignissen/Jahr.}$$

Der Nachweis für das Bürogebäude hat die Form:

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

$$\sum Pf = 3,31 \cdot 10^{-8} \text{ Ereignisse/Jahr}$$

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

$$3,31 \cdot 10^{-8} \text{ Ereignisse/Jahr} < 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr.}$$

Die Gegenüberstellung der ermittelten Eintrittswahrscheinlichkeiten für das Bürogebäude infolge Abwurfs von Rotorblattteilen 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.

8.4 Betriebsfläche - Bereich 1

Im Nachfolgenden sind die Einzelgefährdungen für das Schutzobjekt Betriebsfläche - Bereich 1 infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes (100-%-RB) und von Teilen davon (30-%-RB und Tip), Abwurfs des Maschinenhauses (MH) sowie Abwurfs und Falls von Eisfragmenten für die WEA 1 zusammengestellt.

Die Gefährdung durch den umstürzenden Turm ist probabilistisch zu vernachlässigen.

WEA 1 (E-138 EP3 E3)	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignisse/Jahr]					
	100-%-RB	30-%-RB	Tip	Eiswurf	Eisfall	MH
$\sum Pf$ (Einzelge- fährdung)	$5,08 \cdot 10^{-10}$	$1,51 \cdot 10^{-11}$	$7,05 \cdot 10^{-11}$	$2,28 \cdot 10^{-10}$	$5,45 \cdot 10^{-8}$	$5,43 \cdot 10^{-10}$
$\sum Pf$ (WEA)	$5,59 \cdot 10^{-8}$					

Tabelle 25: Gesamtgefährdung der WEA 1 für die Betriebsfläche - Bereich 1

Es resultiert somit eine Gesamtgefährdung von

$$5,59 \cdot 10^{-8} \text{ Ereignissen/Jahr.}$$

Der Nachweis für die Betriebsfläche - Bereich 1 hat die Form:

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

$$\sum Pf = 5,59 \cdot 10^{-8} \text{ Ereignisse/Jahr}$$

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

$$5,59 \cdot 10^{-8} \text{ Ereignisse/Jahr} < 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr.}$$

Die Gegenüberstellung der ermittelten Eintrittswahrscheinlichkeiten für die Betriebsfläche - Bereich 1 infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes und von Teilen davon, Abwurfs des Maschinenhauses sowie 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.

8.5 Betriebsfläche - Bereich 2

Im Nachfolgenden sind die Einzelgefährdungen für das Schutzobjekt Betriebsfläche - Bereich 2 infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes (100%-RB) und von Teilen davon (30%-RB und Tip) sowie Abwurfs von Eisfragmenten für die WEA 1 zusammengestellt.

Die Gefährdung durch den umstürzenden Turm ist probabilistisch zu vernachlässigen. Ferner besteht keine Gefährdung infolge Abwurfs des Maschinenhauses und Falls von Eisfragmenten.

WEA 1 (E-138 EP3 E3)	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignisse/Jahr]			
	100%-RB	30%-RB	Tip	Eiswurf
$\sum Pf$ (Einzelge- fährdung)	$4,83 \cdot 10^{-10}$	$2,25 \cdot 10^{-11}$	$5,11 \cdot 10^{-11}$	$2,17 \cdot 10^{-11}$
$\sum Pf$ (WEA)	$5,78 \cdot 10^{-10}$			

Tabelle 26: Gesamtgefährdung der WEA 1 für die Betriebsfläche - Bereich 2

Es resultiert somit eine Gesamtgefährdung von

$$5,78 \cdot 10^{-10} \text{ Ereignissen/Jahr.}$$

Der Nachweis für die Betriebsfläche - Bereich 2 hat die Form:

$$\sum Pf < zul Pf$$

$$\sum Pf = 5,78 \cdot 10^{-10} \text{ Ereignisse/Jahr}$$

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

$$5,78 \cdot 10^{-10} \text{ Ereignisse/Jahr} < 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr.}$$

Die Gegenüberstellung der ermittelten Eintrittswahrscheinlichkeiten für die Betriebsfläche - Bereich 2 infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes und von Teilen davon sowie Abwurfs 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.

8.6 Betriebsfläche - Bereich 3

Im Nachfolgenden sind die Einzelgefährdungen für das Schutzobjekt Betriebsfläche - Bereich 3 infolge Abwurfs von Rotorblattteilen (30%-RB und Tip) sowie Abwurfs von Eisfragmenten für die WEA 1 zusammengestellt.

Die Gefährdung durch den umstürzenden Turm ist probabilistisch zu vernachlässigen. Ferner besteht keine Gefährdung infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes (100%-RB), Abwurfs des Maschinenhauses und Falls von Eisfragmenten.

WEA 1 (E-138 EP3 E3)	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignisse/Jahr]		
	30%-RB	Tip	Eiswurf
$\sum Pf$ (Einzelge- fährdung)	$9,14 \cdot 10^{-12}$	$4,12 \cdot 10^{-11}$	$6,70 \cdot 10^{-14}$
$\sum Pf$ (WEA)	$5,04 \cdot 10^{-11}$		

Tabelle 27: Gesamtgefährdung der WEA 1 für die Betriebsfläche - Bereich 3

Es resultiert somit eine Gesamtgefährdung von

$$5,04 \cdot 10^{-11} \text{ Ereignissen/Jahr.}$$

Der Nachweis für die Betriebsfläche - Bereich 3 hat die Form:

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

$$\sum Pf = 5,04 \cdot 10^{-11} \text{ Ereignisse/Jahr}$$

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

$$5,04 \cdot 10^{-11} \text{ Ereignisse/Jahr} < 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr.}$$

Die Gegenüberstellung der ermittelten Eintrittswahrscheinlichkeiten für die Betriebsfläche - Bereich 3 infolge Abwurfs von Rotorblattteilen sowie Abwurfs 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.

8.7 Betriebsfläche - Bereich 4

Im Nachfolgenden sind die Einzelgefährdungen für das Schutzobjekt Betriebsfläche - Bereich 4 infolge Abwurfs von Rotorblattteilen (30%-RB und Tip) für die WEA 1 zusammengestellt.

Die Gefährdung durch den umstürzenden Turm ist probabilistisch zu vernachlässigen. Ferner besteht keine Gefährdung infolge Abwurfs eines ganzen Rotorblattes (100%-RB), Abwurfs des Maschinenhauses sowie Abwurfs und Falls von Eisfragmenten.

WEA 1 (E-138 EP3 E3)	Eintrittswahrscheinlichkeiten [Ereignisse/Jahr]	
	30%-RB	Tip
$\sum Pf$ (Einzelgefährdung)	$7,01 \cdot 10^{-12}$	$2,39 \cdot 10^{-11}$
$\sum Pf$ (WEA)	$3,09 \cdot 10^{-11}$	

Tabelle 28: Gesamtgefährdung der WEA 1 für die Betriebsfläche - Bereich 4

Es resultiert somit eine Gesamtgefährdung von

$$3,09 \cdot 10^{-11} \text{ Ereignissen/Jahr.}$$

Der Nachweis für die Betriebsfläche - Bereich 4 hat die Form:

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

$$\sum Pf = 3,09 \cdot 10^{-11} \text{ Ereignisse/Jahr}$$

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

$$3,09 \cdot 10^{-11} \text{ Ereignisse/Jahr} < 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ Ereignisse/Jahr.}$$

Die Gegenüberstellung der ermittelten Eintrittswahrscheinlichkeiten für die Betriebsfläche - Bereich 4 infolge Abwurfs von Rotorblattteilen 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.

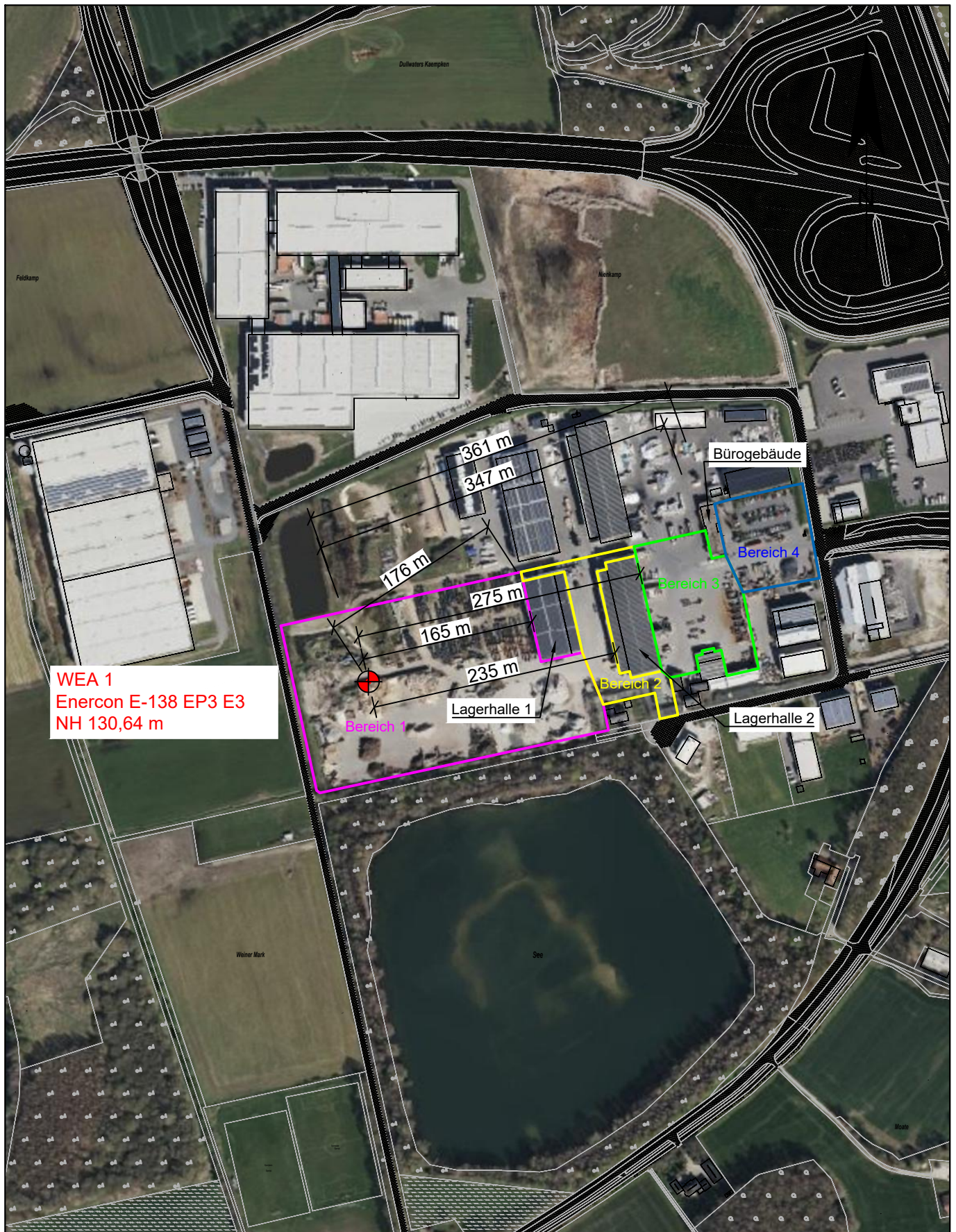
Anlage

A 1 Unterlagen zur WEA auf dem Betriebsgelände der Kockmann GmbH

A 1.1 – Lageplan

A 1.2 – Datenblatt WEA – ENERCON E-138 EP3 E3

A 1.3 – Windverteilung



01	15.03.2024	WEA 1 Standort verschoben		T. Ludzay	T. Ludzay
Rev.	Datum	Revision (Nachtragung)		gezeichnet	geprüft
		Datum	Name	Dr.-Ing. Veenker Ingenieurgesellschaft mbH Leibnizstraße 25 04105 Leipzig Tel.: +49 341 / 21737 - 60	
Bearbeitet:		12.02.2024	Stürmer		
Geprüft:		12.02.2024	Ludzay		
Betriebsgelände der KOCKMANN GmbH Gefährdung von Personen auf dem Betriebsgelände und in Gebäuden durch eine WEA Lageplan 15724_Lageplan_Rev01.dwg				Maßstab:	
				1:5.000	
				Proj.-Nr.:	
				15724	15724.01

Veenker
Ingenieure

Windpark _____

Daten der Windenergieanlage (WEA)

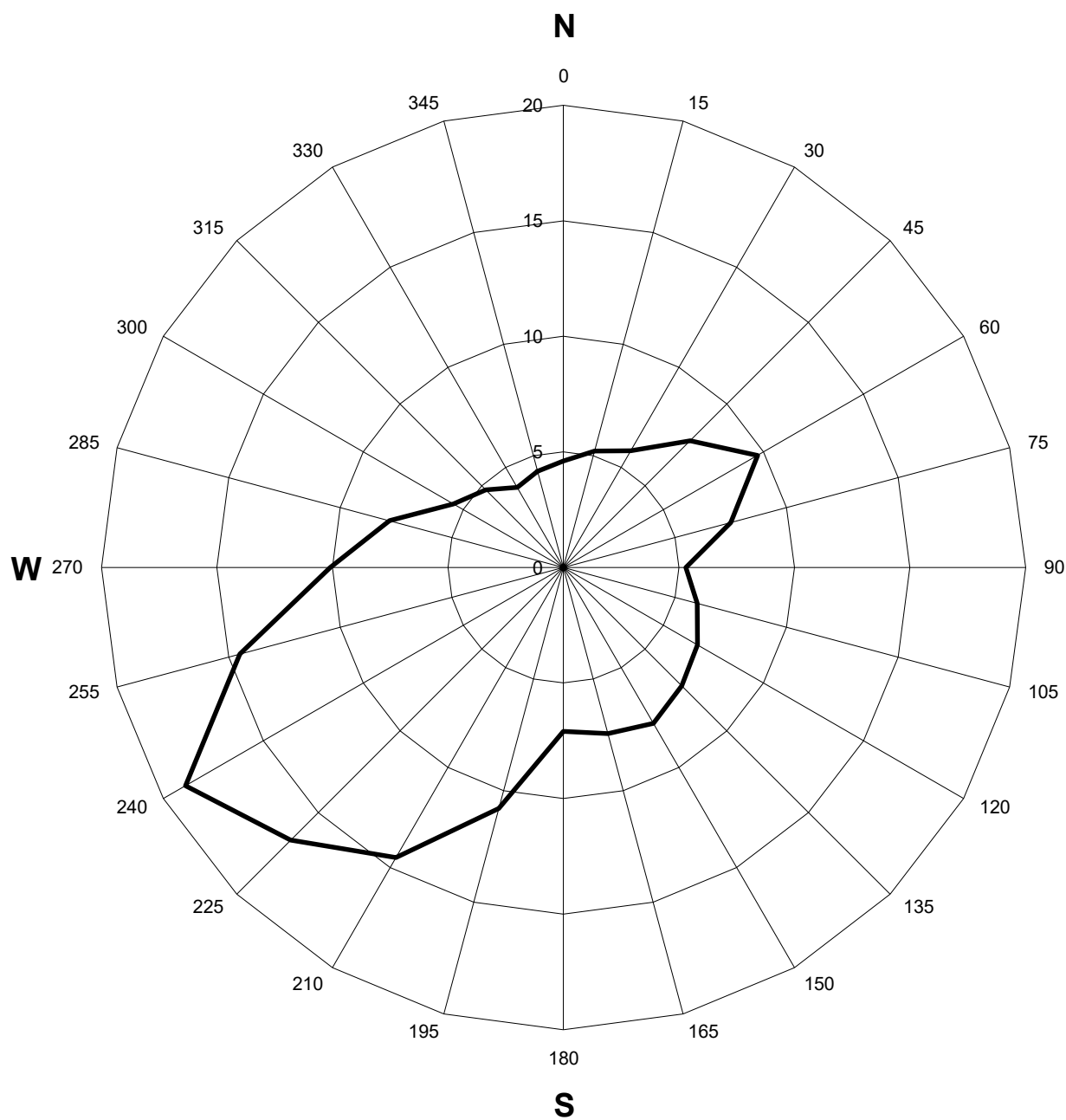
Bezeichnung:	<u>E-138 EP3 E3-HST-131-FB-C-01</u>	
Fabrikat:	_____	
Leistung:	<u>4,26</u>	[MW]
Nabenhöhe:	<u>130,64</u>	[m]
Rotordurchmesser:	<u>138,25</u>	[m]
Rotorneigung:	<u>7</u>	[°]
Rotorblattlänge:	<u>67,79</u>	[m]
Rotorblattgewicht (ggf. mit Enteisungssystem):	<u>ca. 23.500</u>	[kg]
Nennndrehzahl: min. / max.	<u>4,4/11,1</u>	[U/min]
Eigengewicht Maschinenhaus (inkl. Nabe u. Blätter):	<u>274500</u>	[kg]
Länge Maschinenhaus:	<u>19,75</u>	[m]
Höhe Maschinenhaus:	<u>9,23 (mit Generator)</u>	[m]
Breite Maschinenhaus:	<u>4,99</u>	[m]
Einschaltwindgeschwindigkeit:	<u>2</u>	[m/s]
Nennwindgeschwindigkeit:	<u>13</u>	[m/s]
Abschaltwindgeschwindigkeit:	<u>28</u>	[m/s]
mit Sturmregelung die Windgeschwindigkeit,	<u>22 (12-s-Mittel)</u>	
bei der die Drehzahl der WEA reduziert wird:	<u>28 (10-min-Mittel)</u>	[m/s]

Eisansatz / Eiserkennung / Abschaltautomatik:	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Wenn ja, bitte Unterlagen übergeben!		
Angabe der max. Drehzahl wenn Eiserkennungssystem aktiviert ist	<u>-----</u>	[U/min]

Arretierung der Gondel bei Eiserkennung:	<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Wenn ja, bis zu welcher Windgeschwindigkeit erfolgt Arretierung der Gondel?		
Windgeschwindigkeit:	<u>10 (10-Minuten-Mittelwert)</u>	[m/s]
	<u>-13 (1-Minuten-Mittelwert)</u>	

Anzahl der Wartungen (bitte Unterlagen übergeben):	<u>mind. 1</u>	[pro Jahr]
--	----------------	------------

Verteilung der Windrichtung in Prozent



Anlage

A 2 Gefährdung durch Abwurf des Rotorblatts und Teilen davon

A 2.1.1 WEA 1 – Lagerhalle 1 - 100%-Rotorblatt

A 2.1.2 WEA 1 – Lagerhalle 1 - 30%-Rotorblatt

A 2.2.1 WEA 1 – Lagerhalle 2 - 100%-Rotorblatt

A 2.2.2 WEA 1 – Lagerhalle 2 - 30%-Rotorblatt

A 2.3.1 WEA 1 – Bürogebäude - 100%-Rotorblatt (entfällt nach Kapitel 4.1.3)

A 2.3.2 WEA 1 – Bürogebäude - 30%-Rotorblatt

A 2.4.1 WEA 1 – Betriebsfläche - Bereich 1 - 100%-Rotorblatt

A 2.4.2 WEA 1 – Betriebsfläche - Bereich 1 - 30%-Rotorblatt

A 2.4.3 WEA 1 – Betriebsfläche - Bereich 1 - Tip

A 2.5.1 WEA 1 – Betriebsfläche - Bereich 2 - 100%-Rotorblatt

A 2.5.2 WEA 1 – Betriebsfläche - Bereich 2 - 30%-Rotorblatt

A 2.5.3 WEA 1 – Betriebsfläche-Bereich 2 - Tip

A 2.6.1 WEA 1 – Betriebsfläche - Bereich 3 - 100%-Rotorblatt

(entfällt nach Kapitel 4.1.6)

A 2.6.2 WEA 1 – Betriebsfläche - Bereich 3 - 30%-Rotorblatt

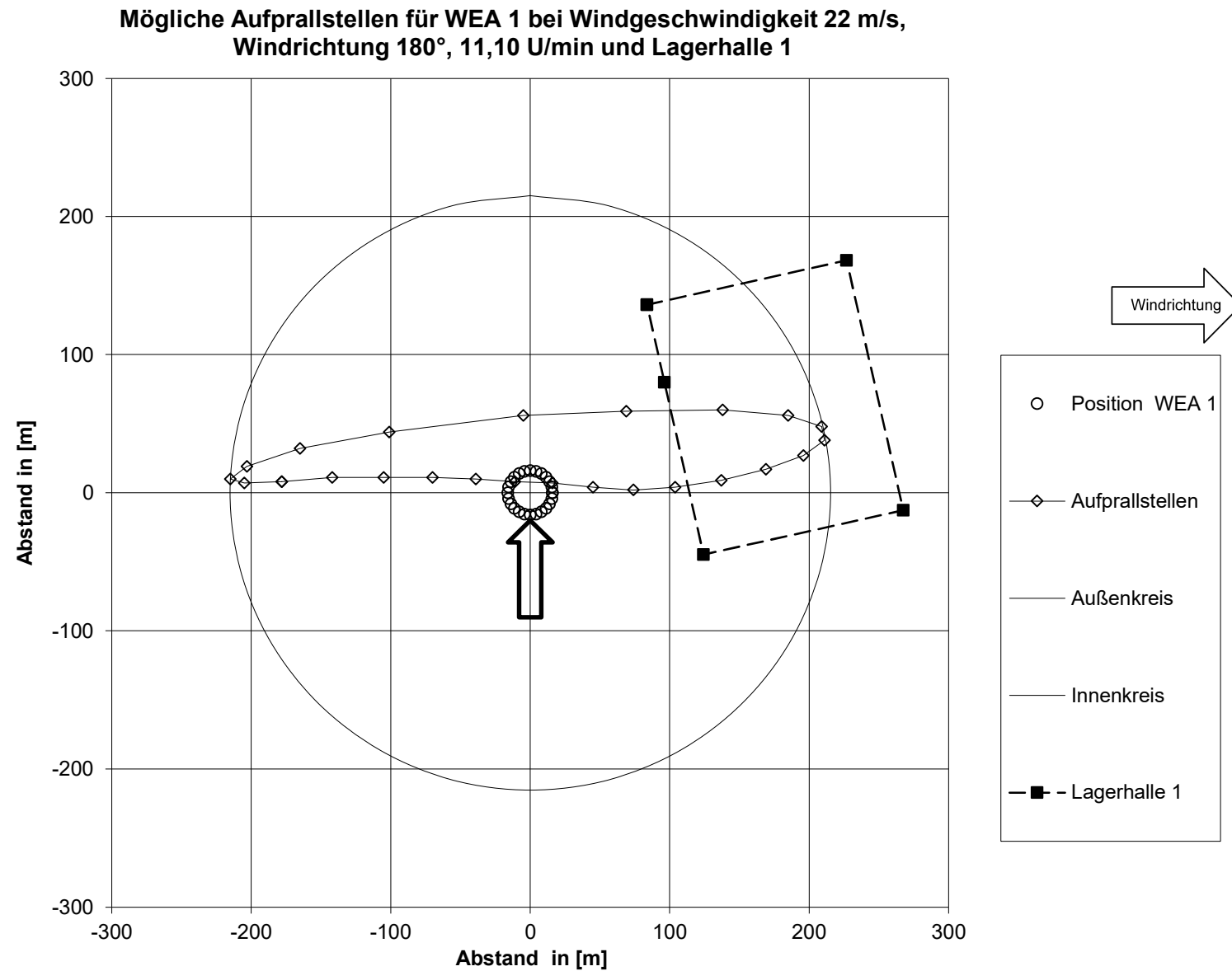
A 2.6.3 WEA 1 – Betriebsfläche - Bereich 3 - Tip

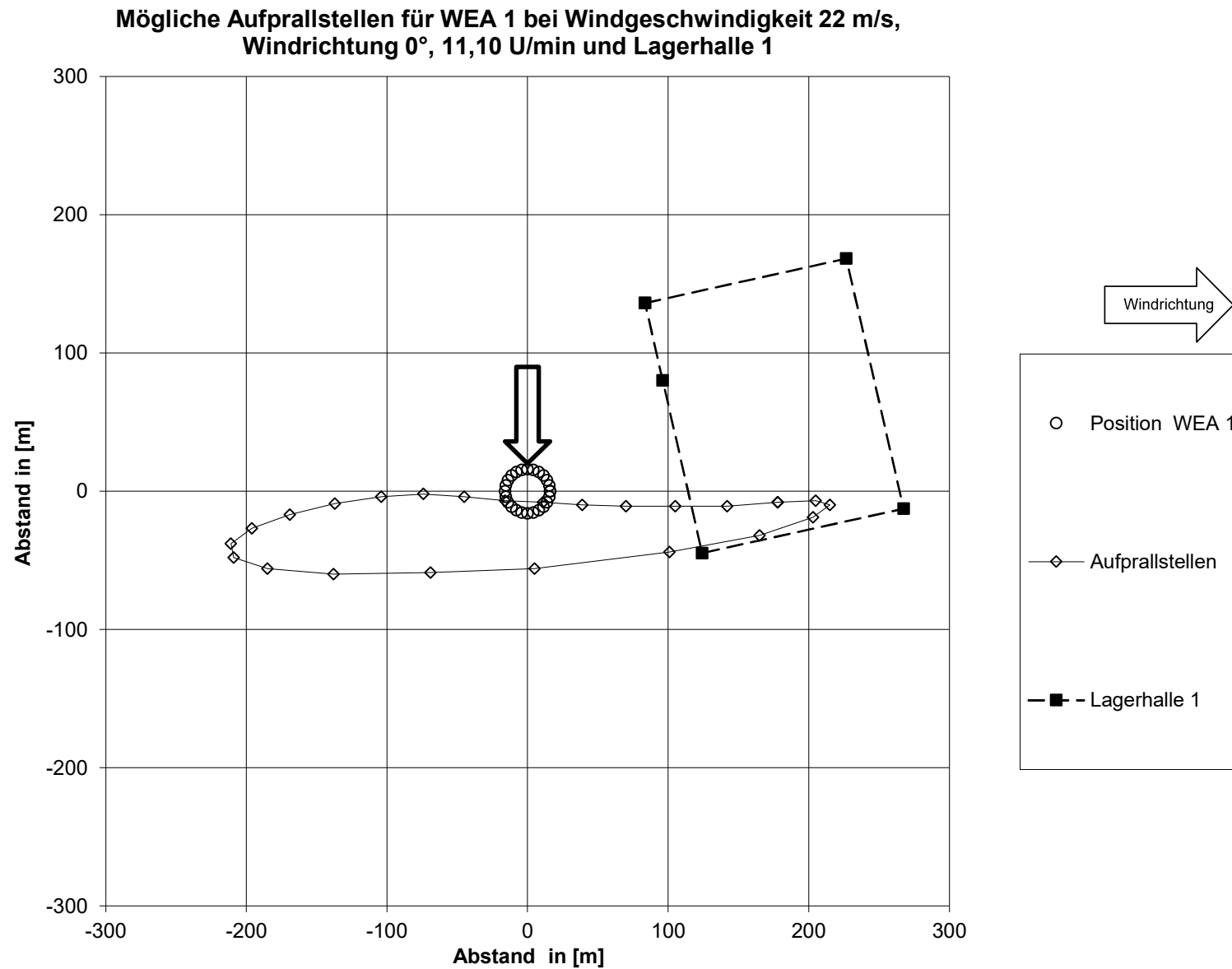
A 2.7.1 WEA 1 – Betriebsfläche - Bereich 4 - 100%-Rotorblatt

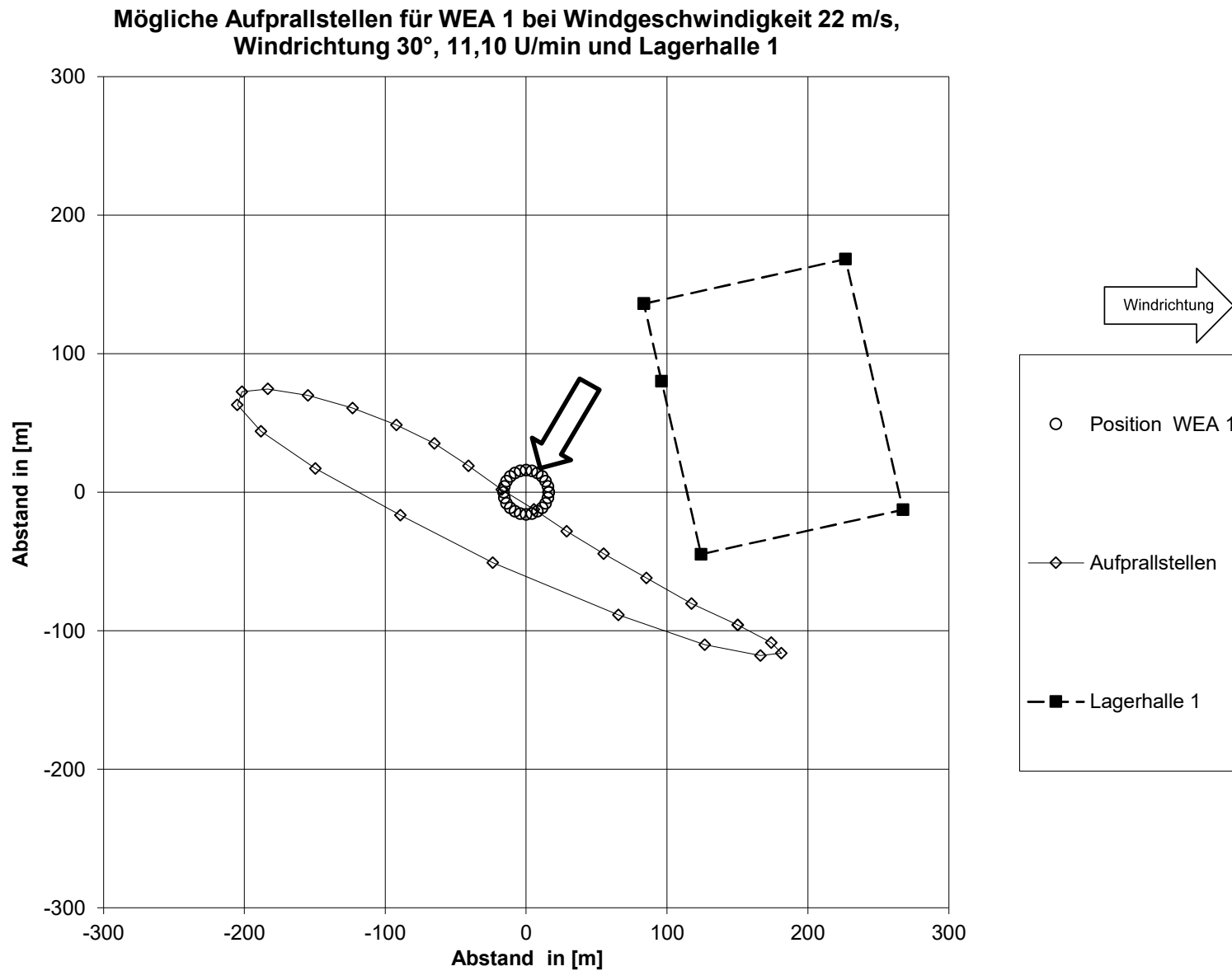
(entfällt nach Kapitel 4.1.7)

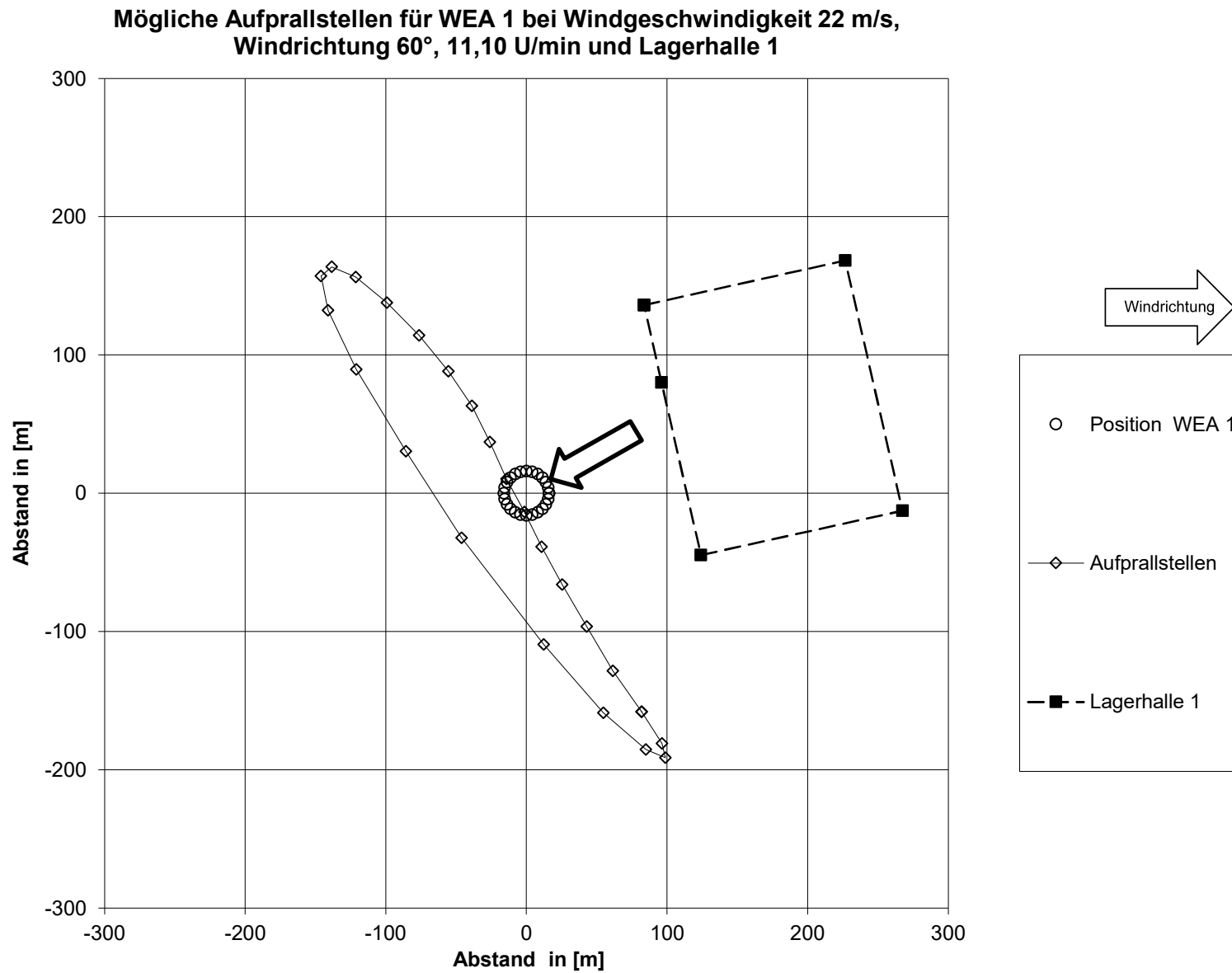
A 2.7.2 WEA 1 – Betriebsfläche - Bereich 4 - 30%-Rotorblatt

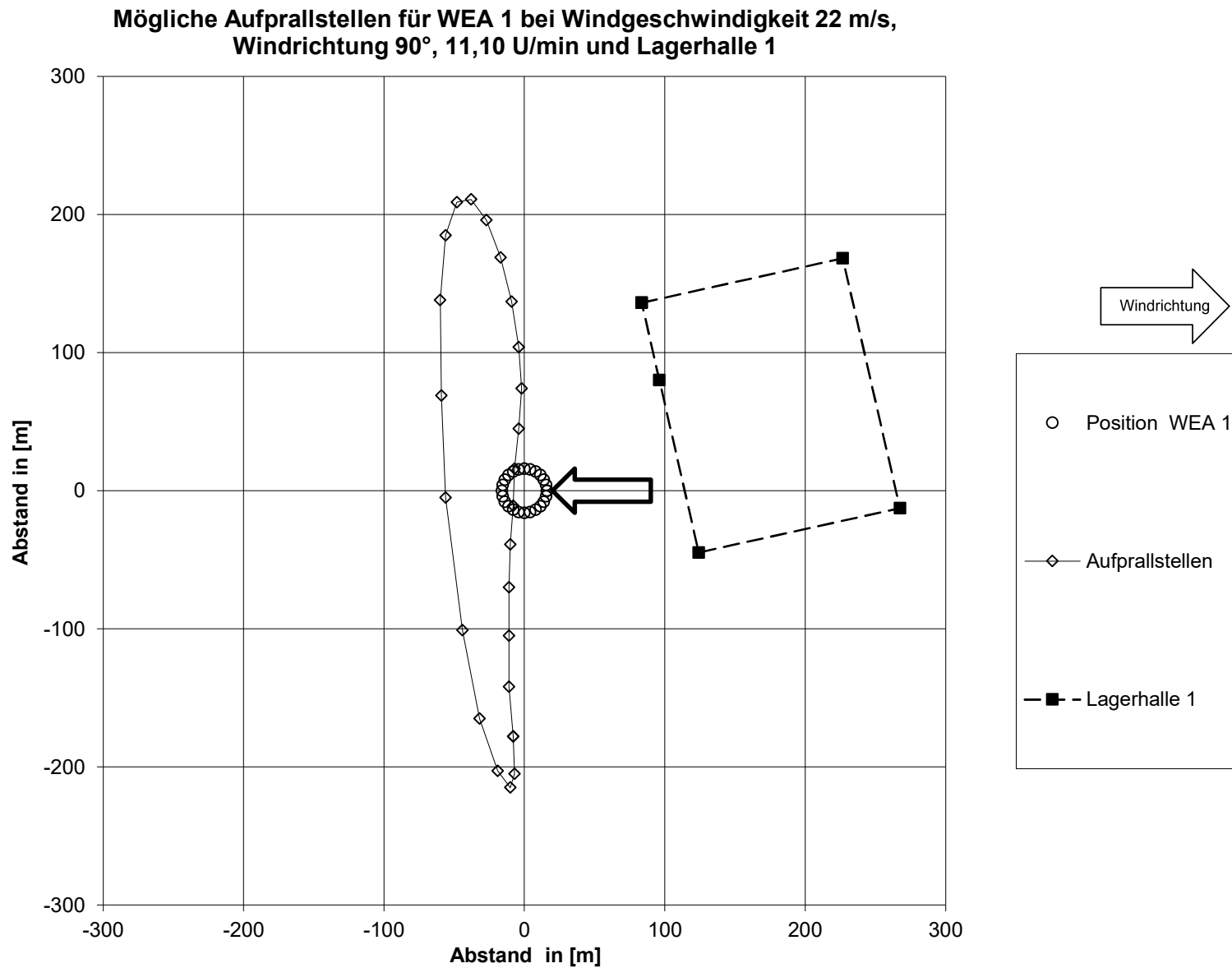
A 2.7.3 WEA 1 – Betriebsfläche - Bereich 4 - Tip

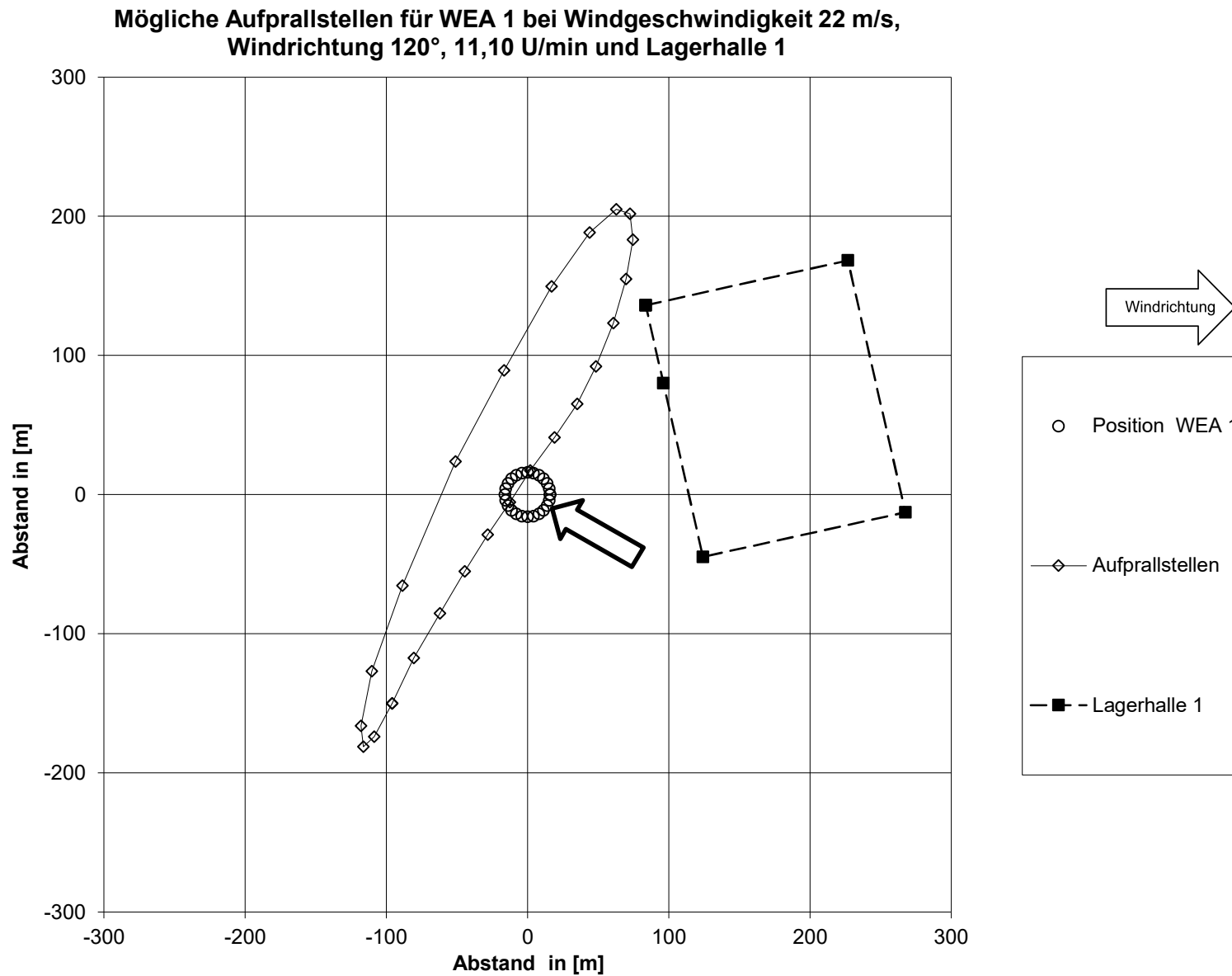


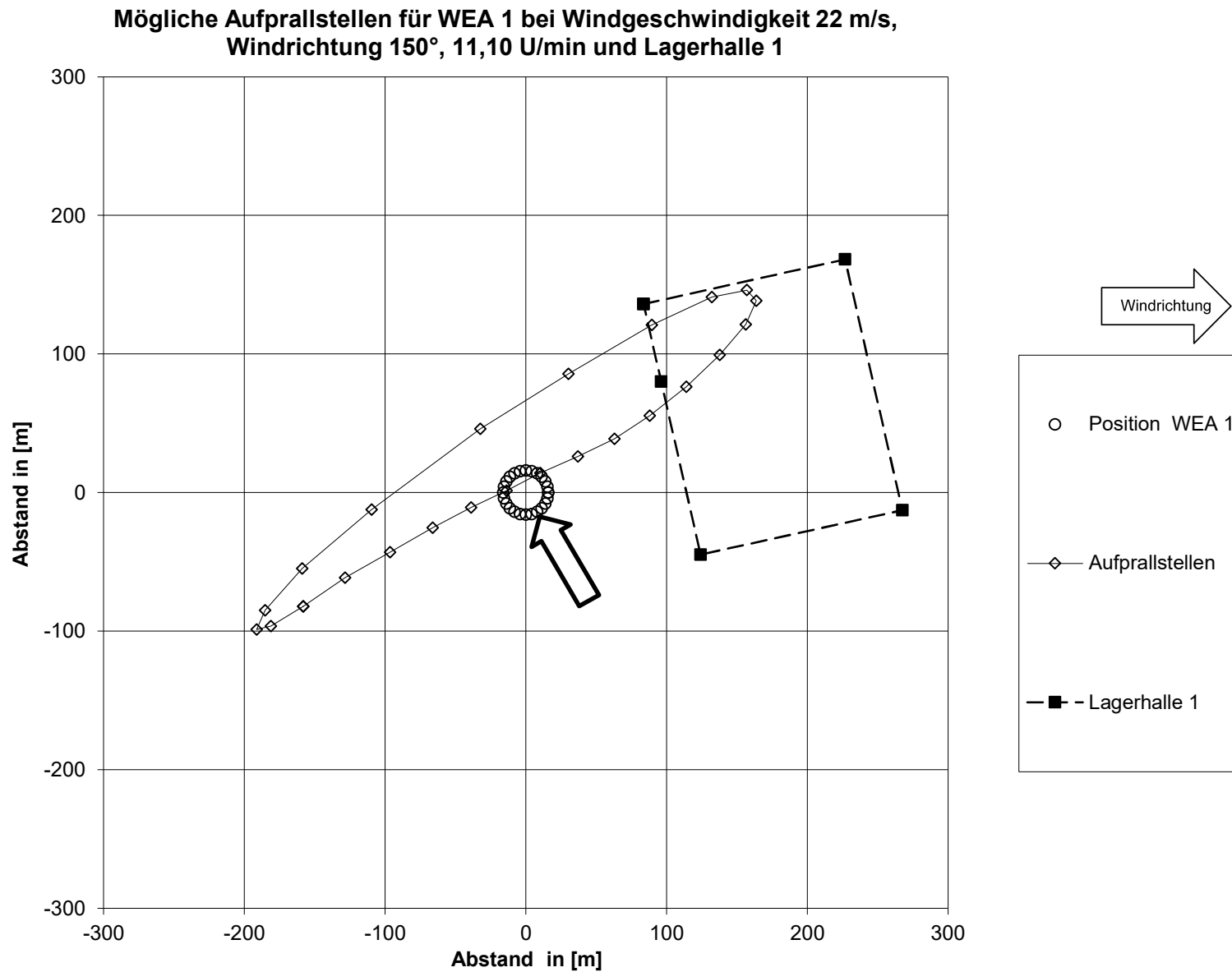


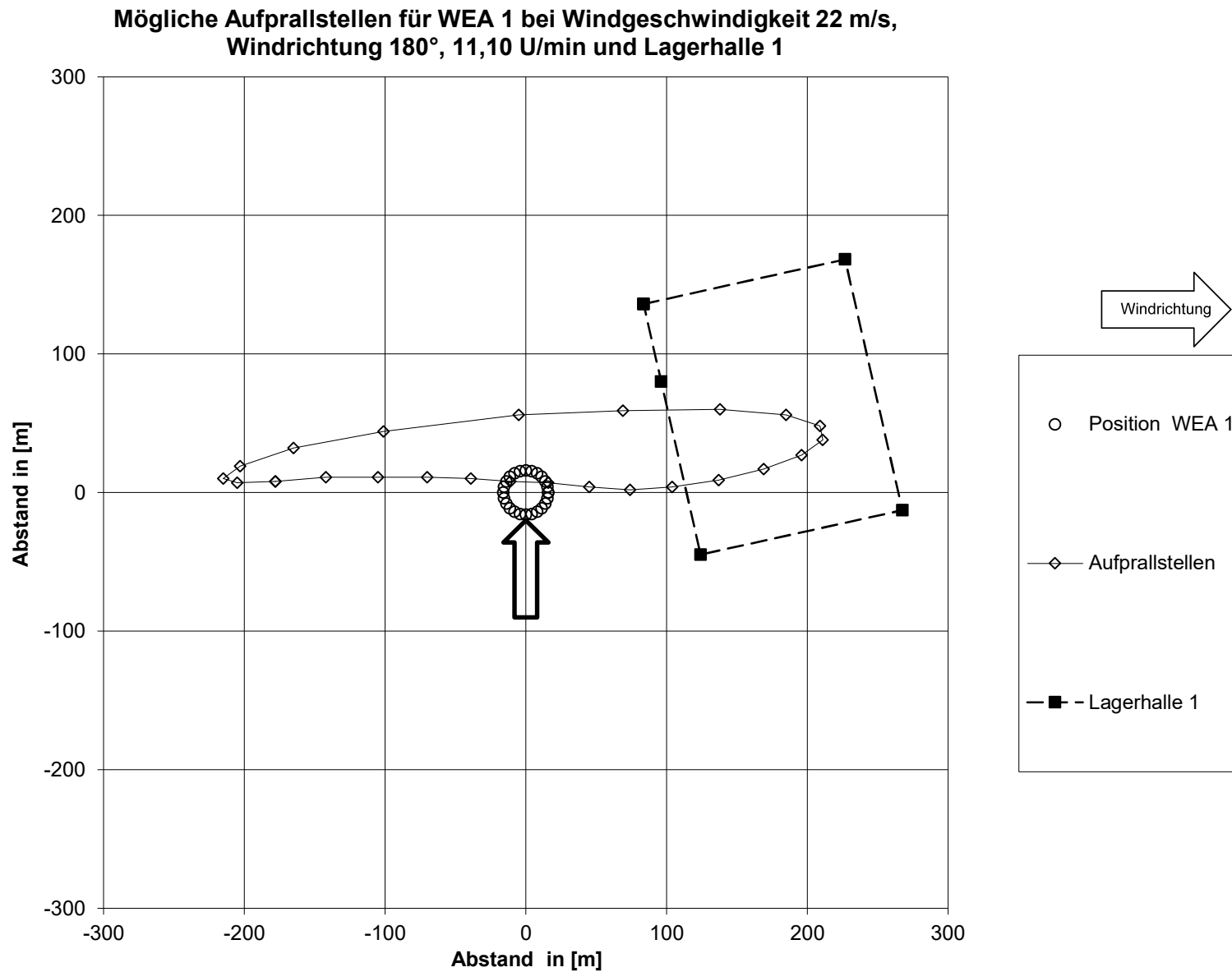


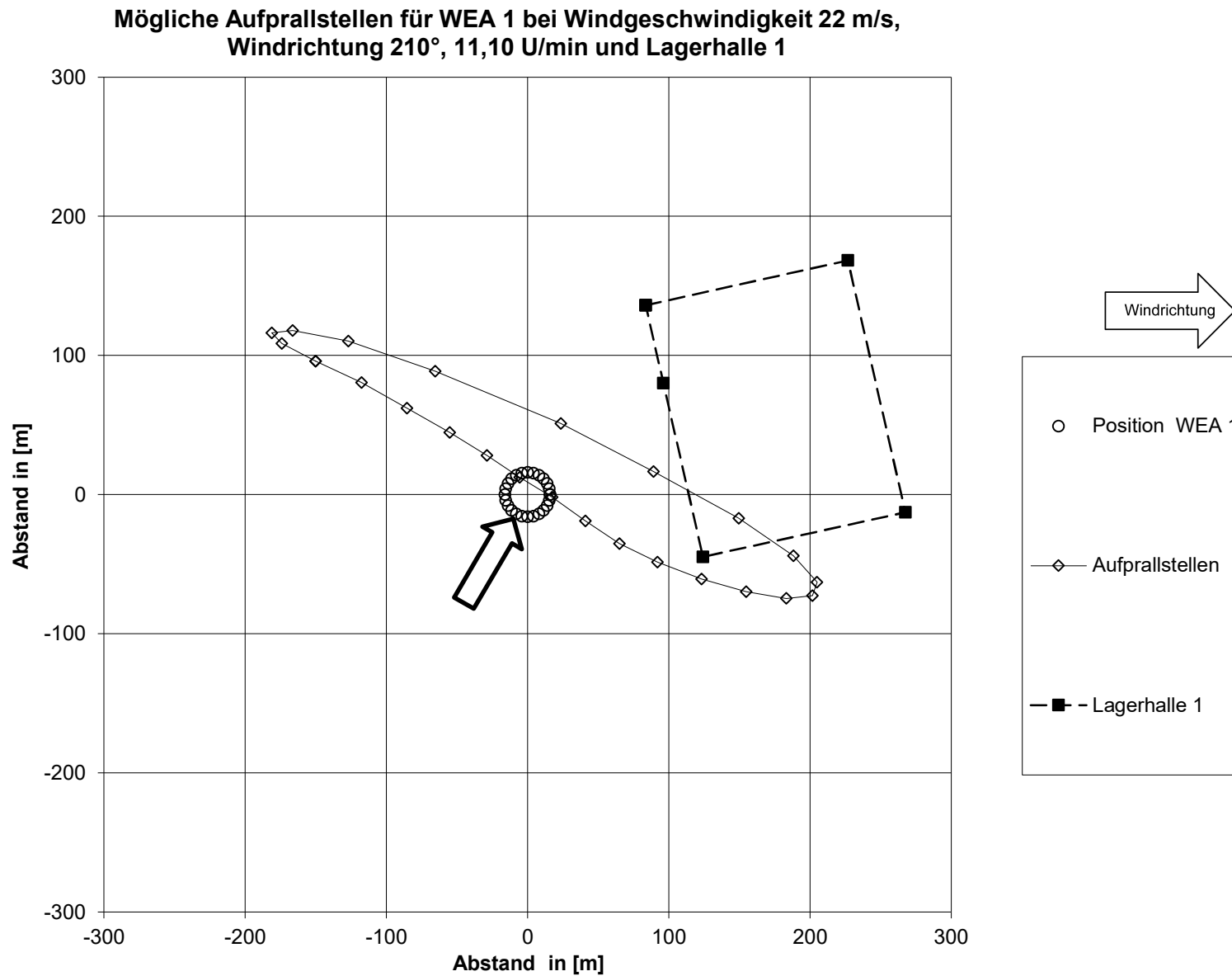


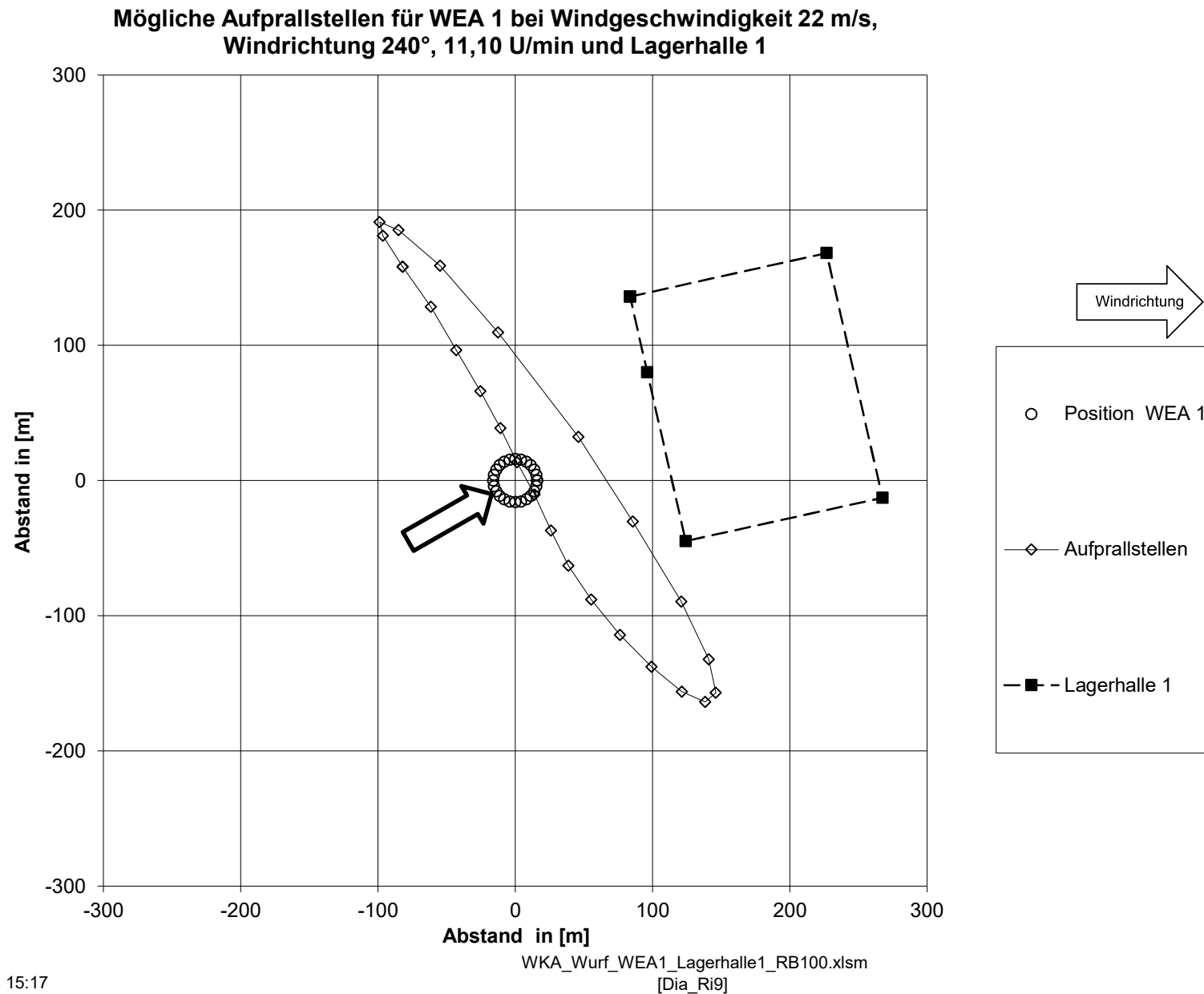


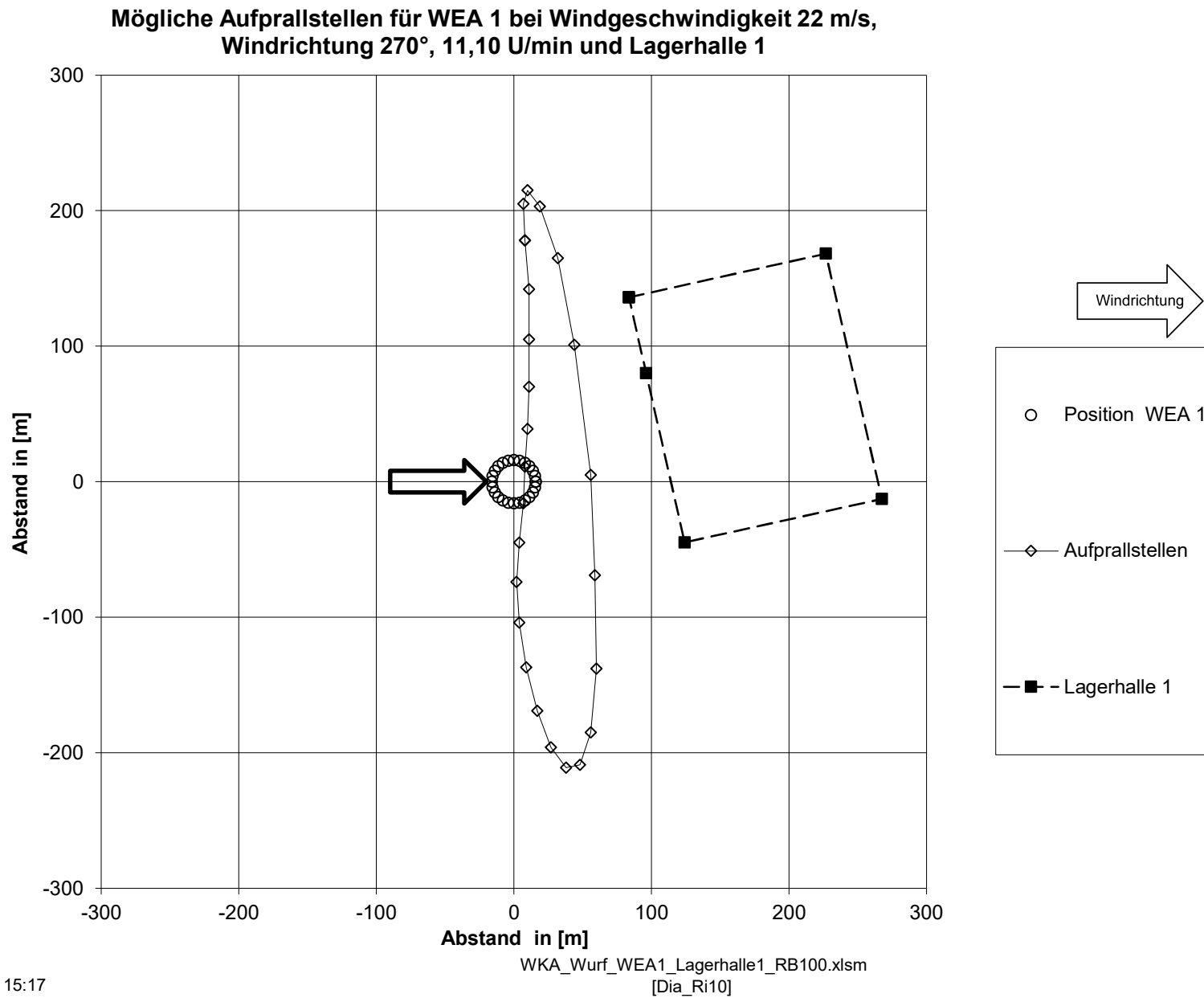


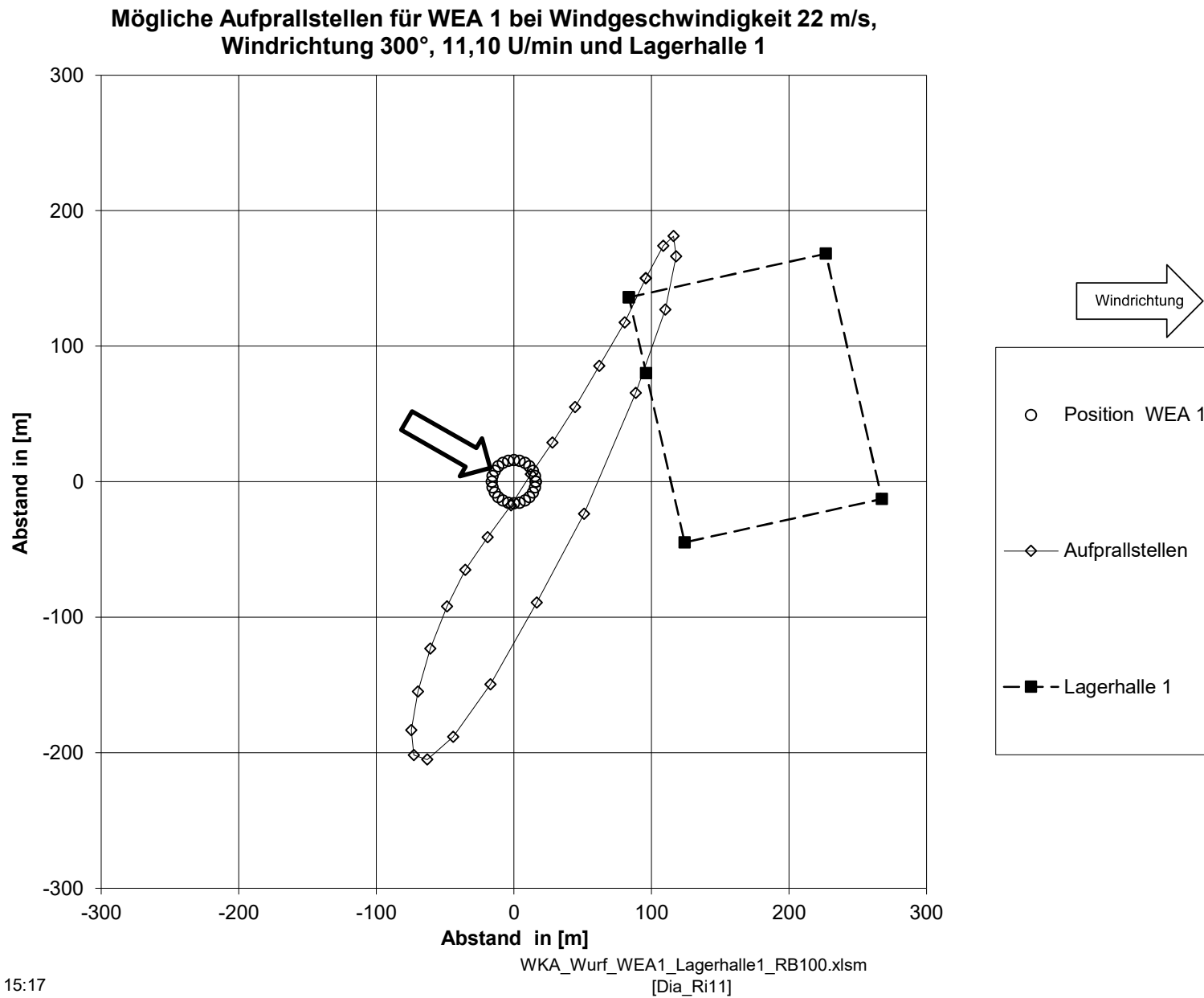


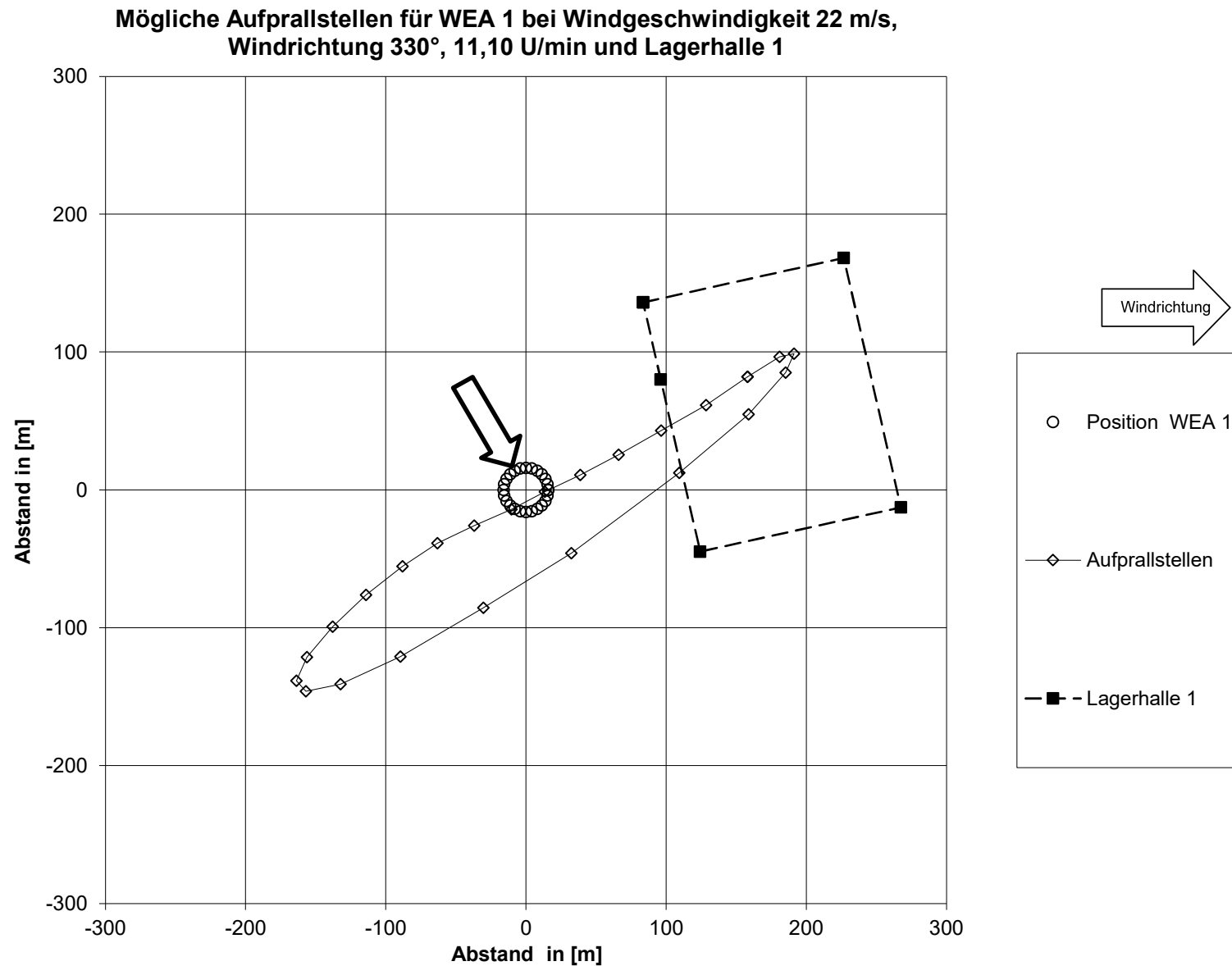


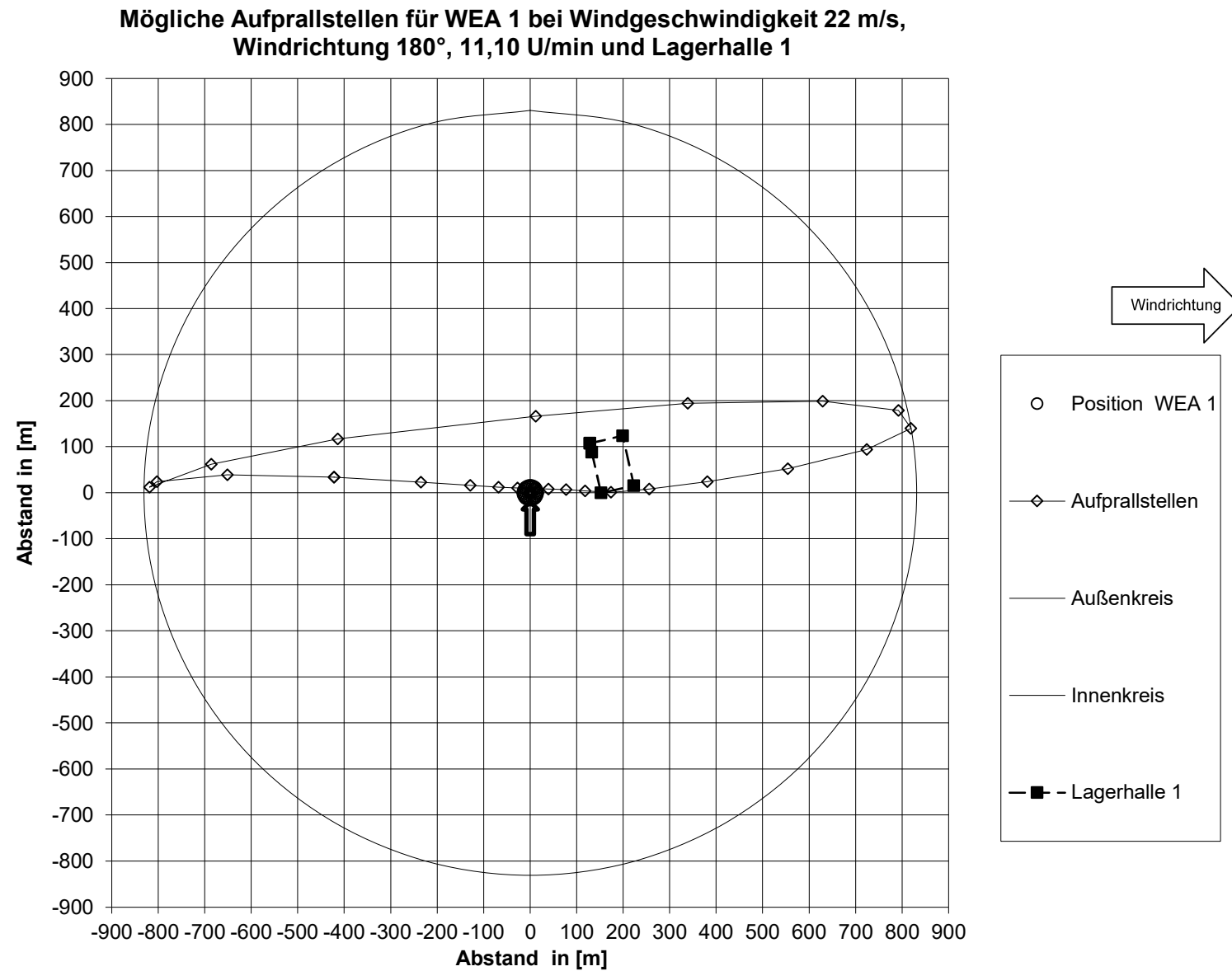


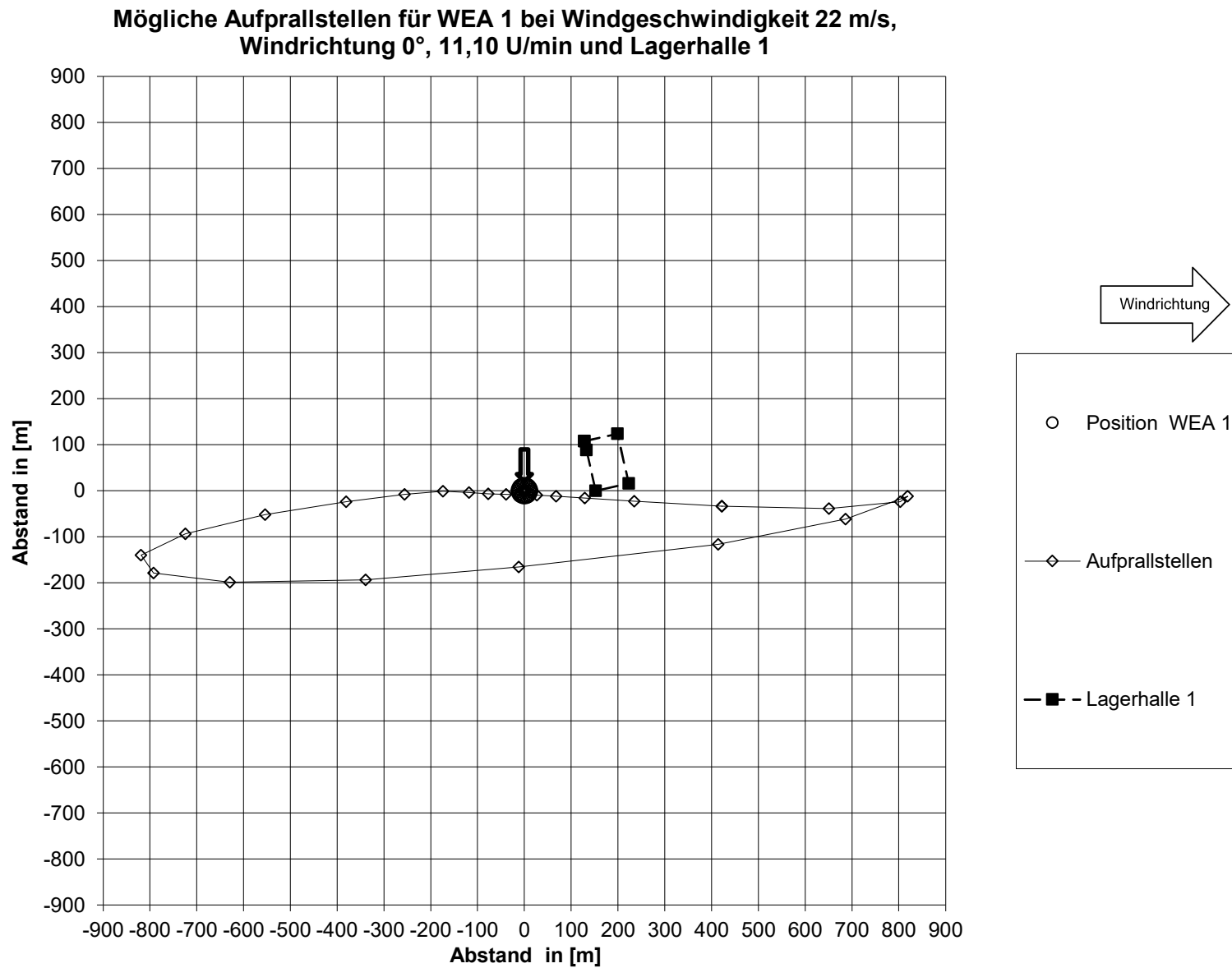


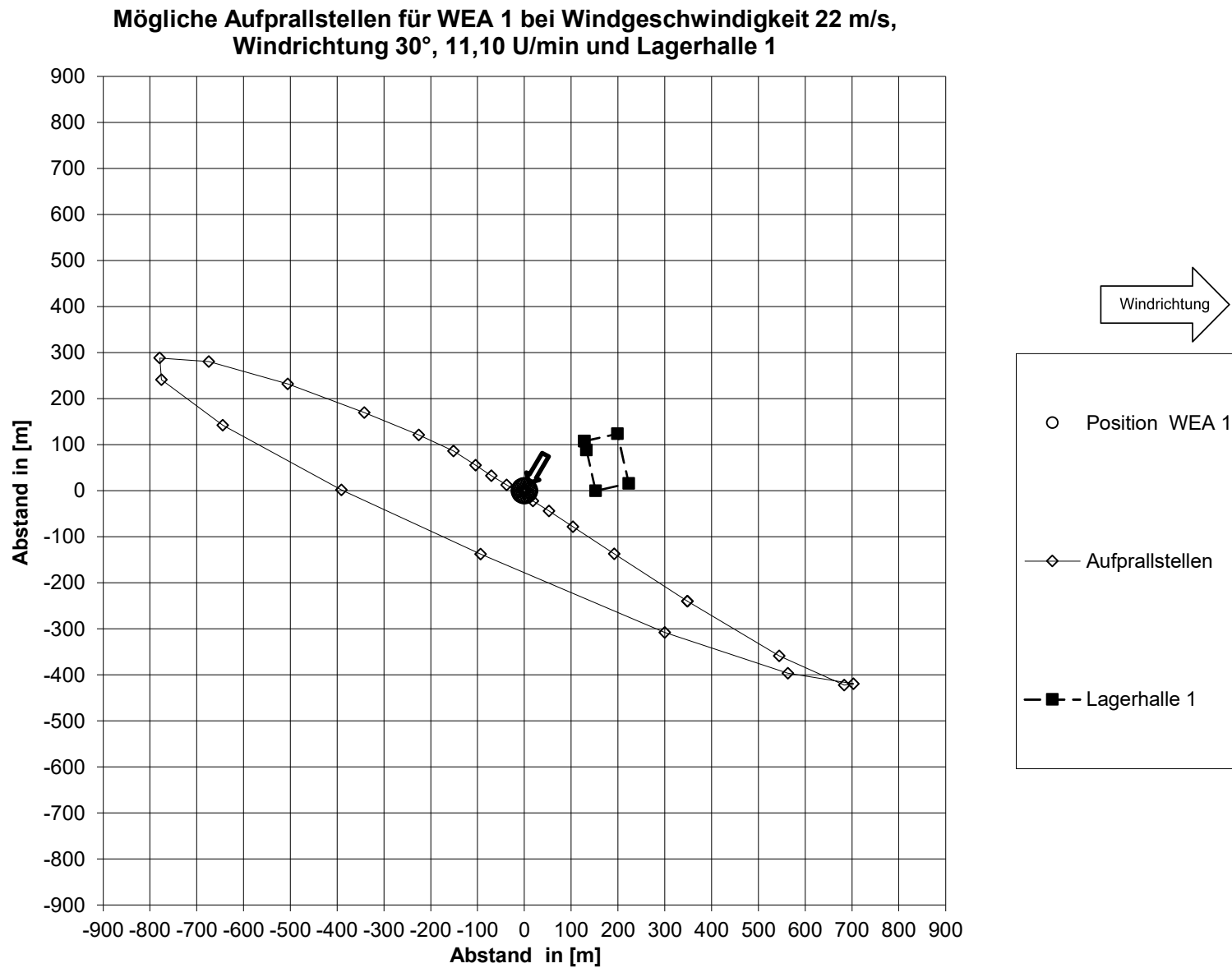


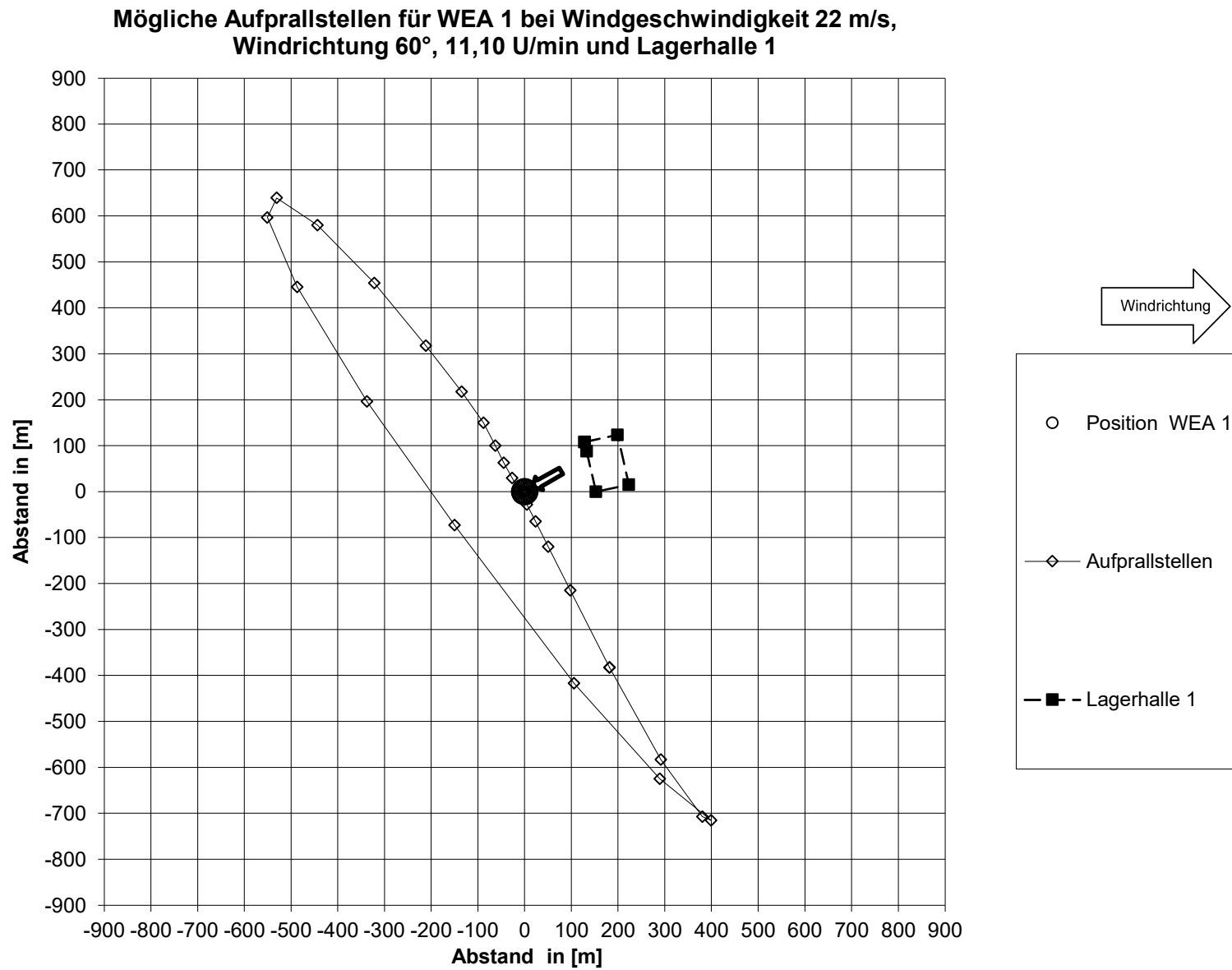


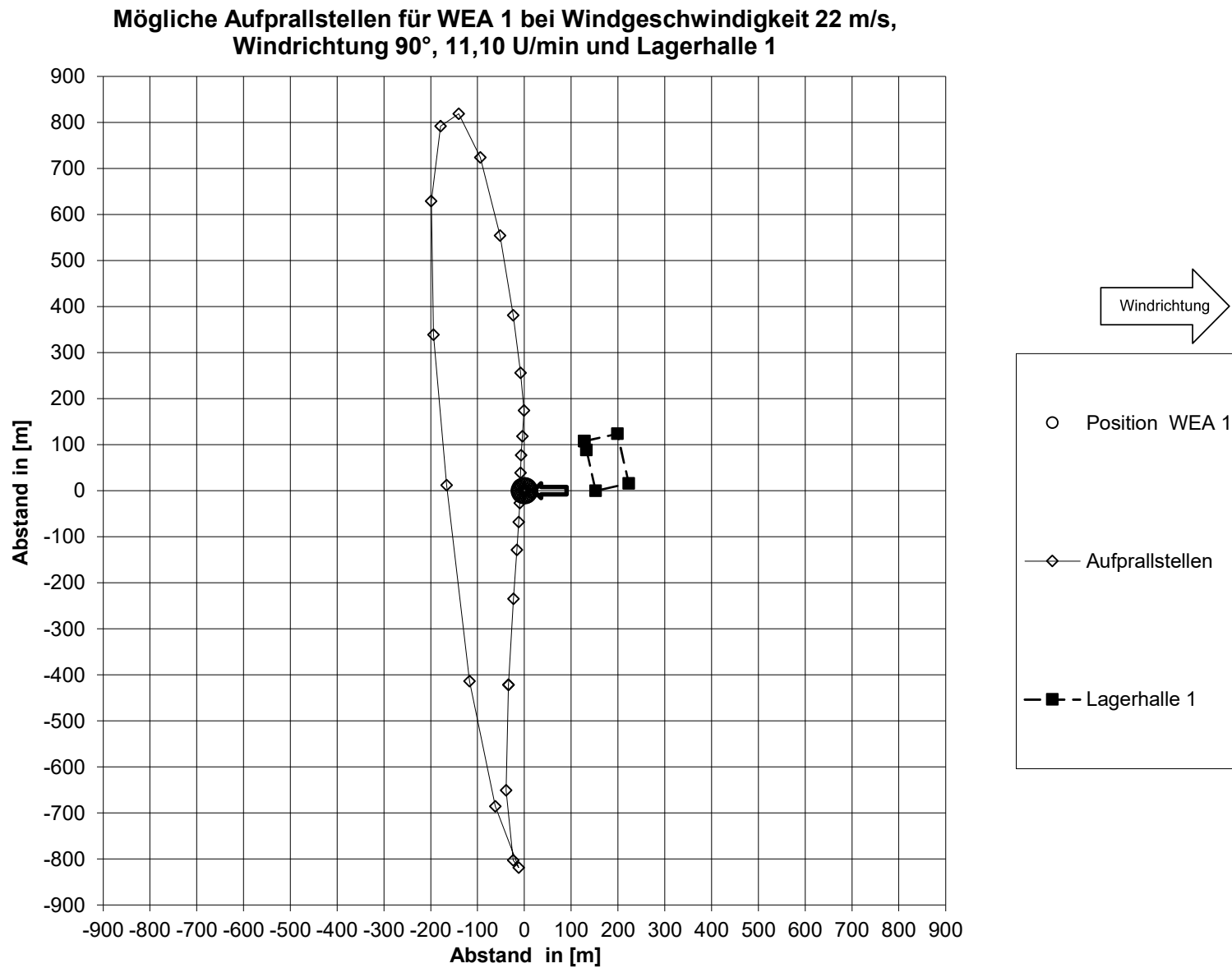


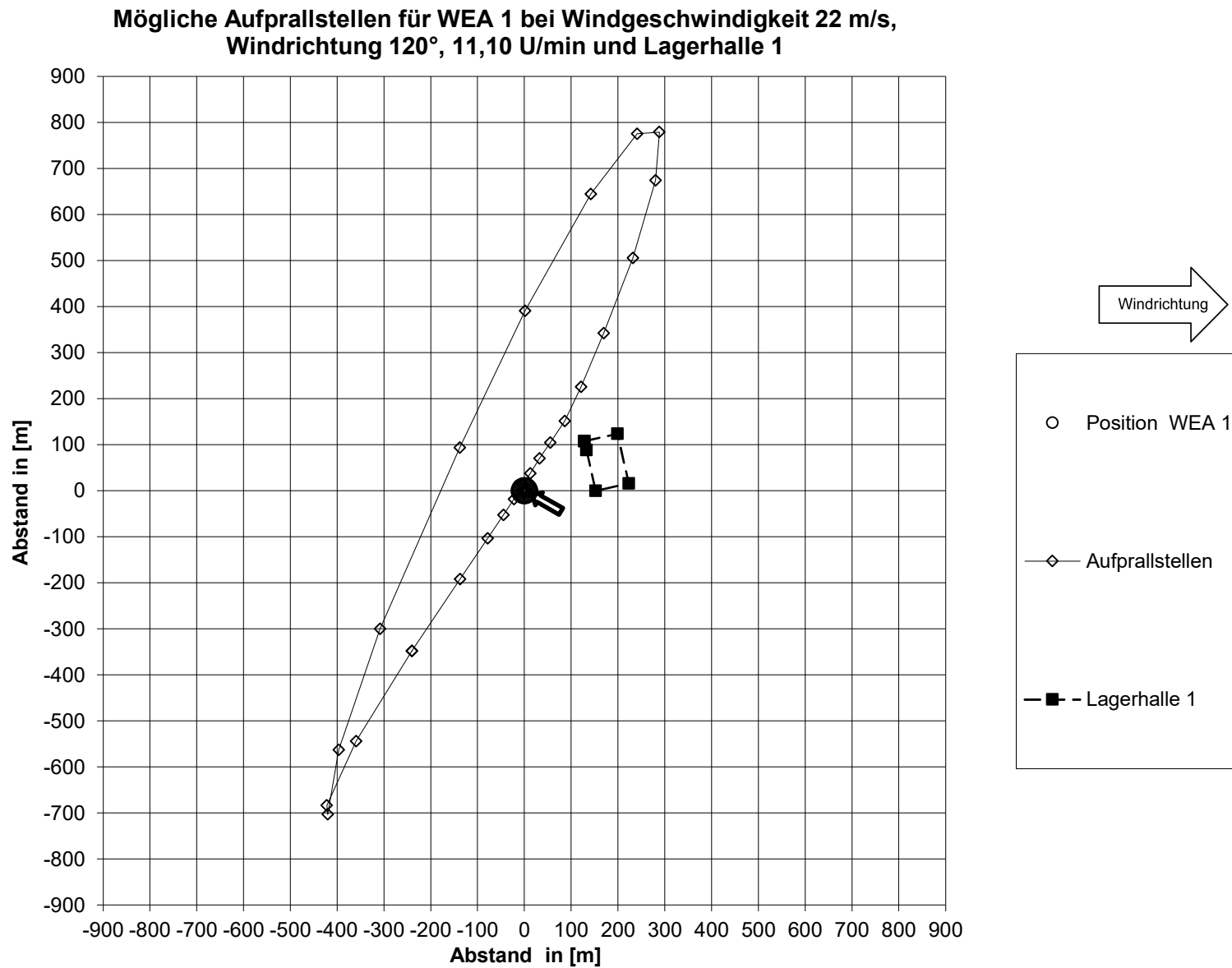


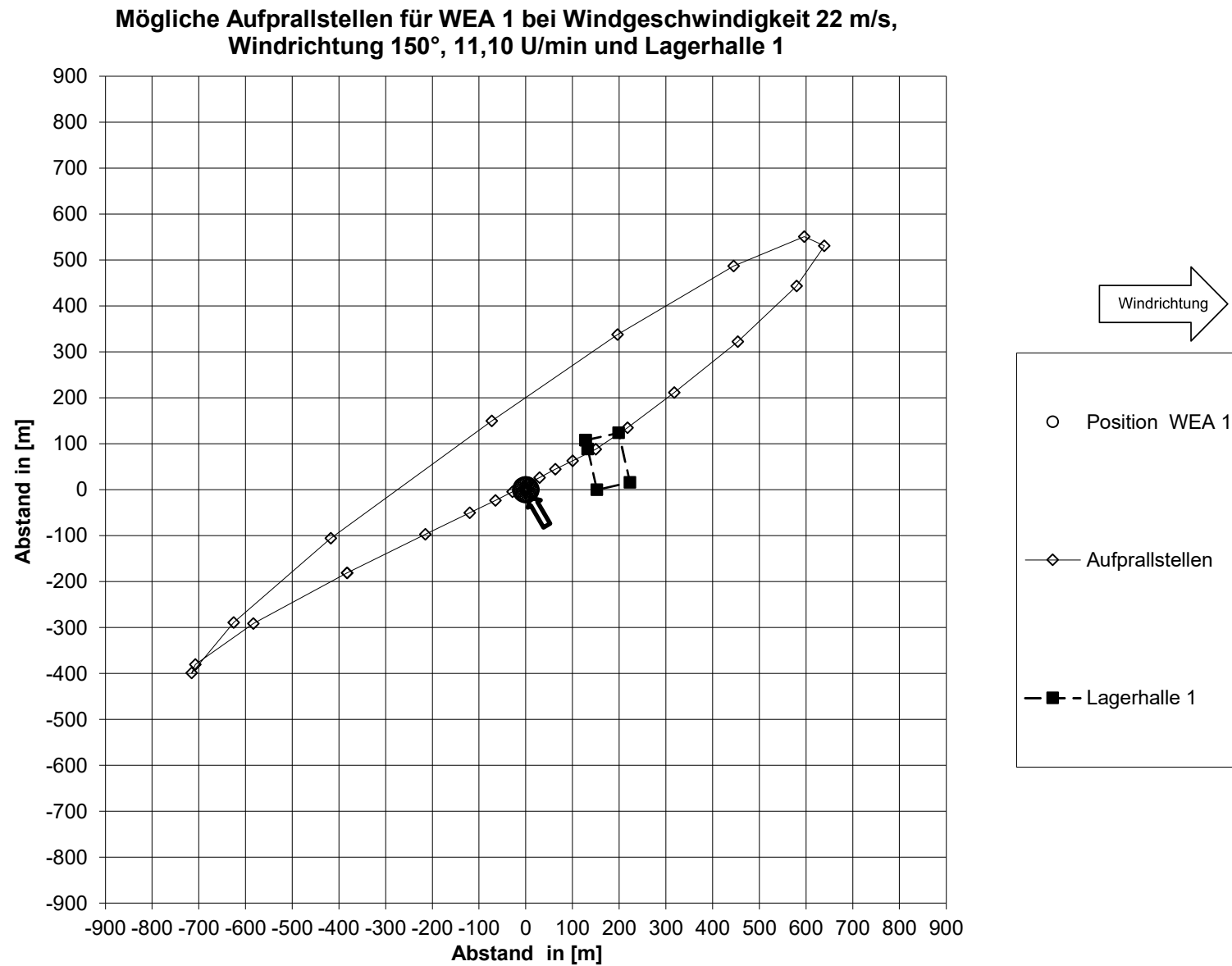


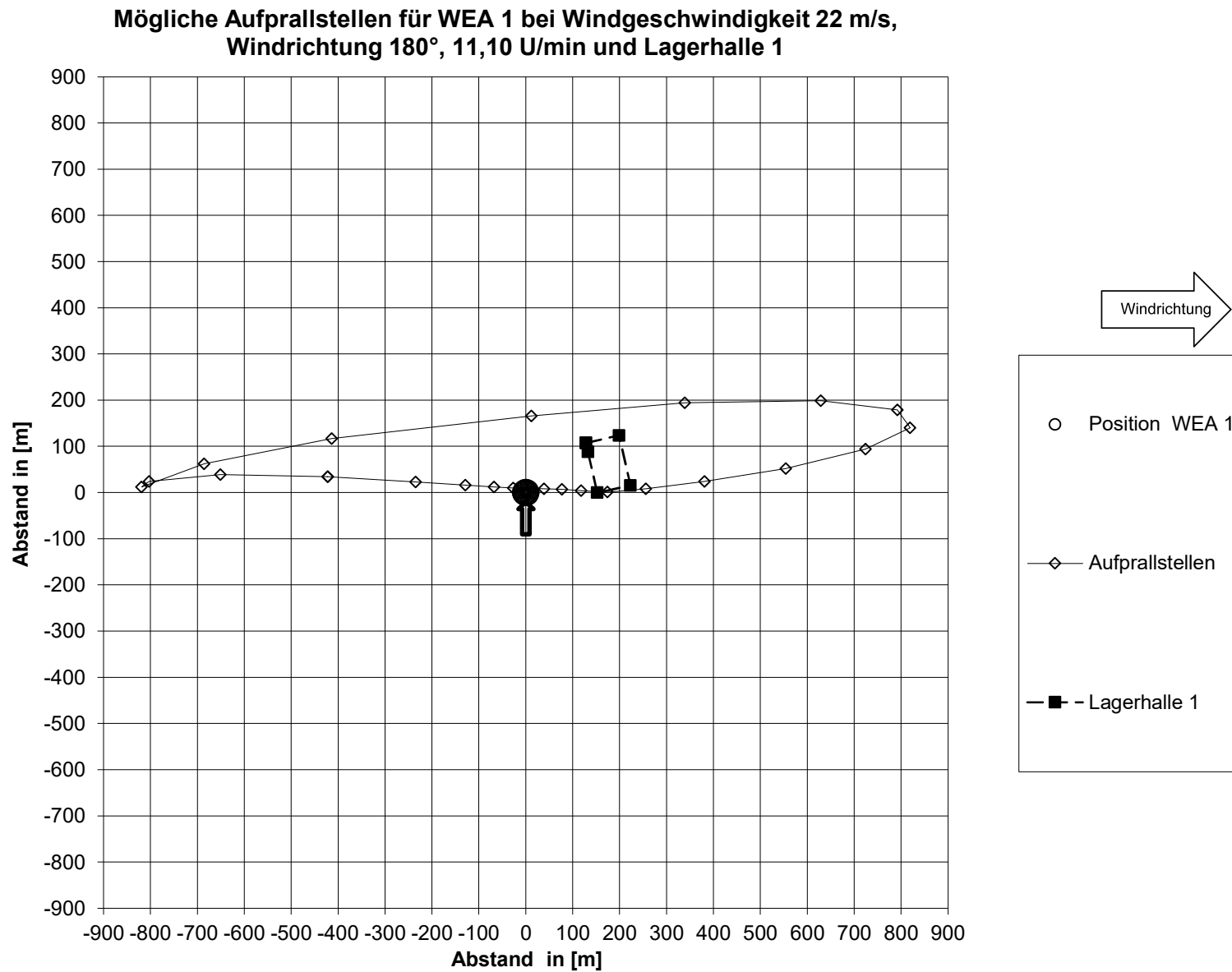


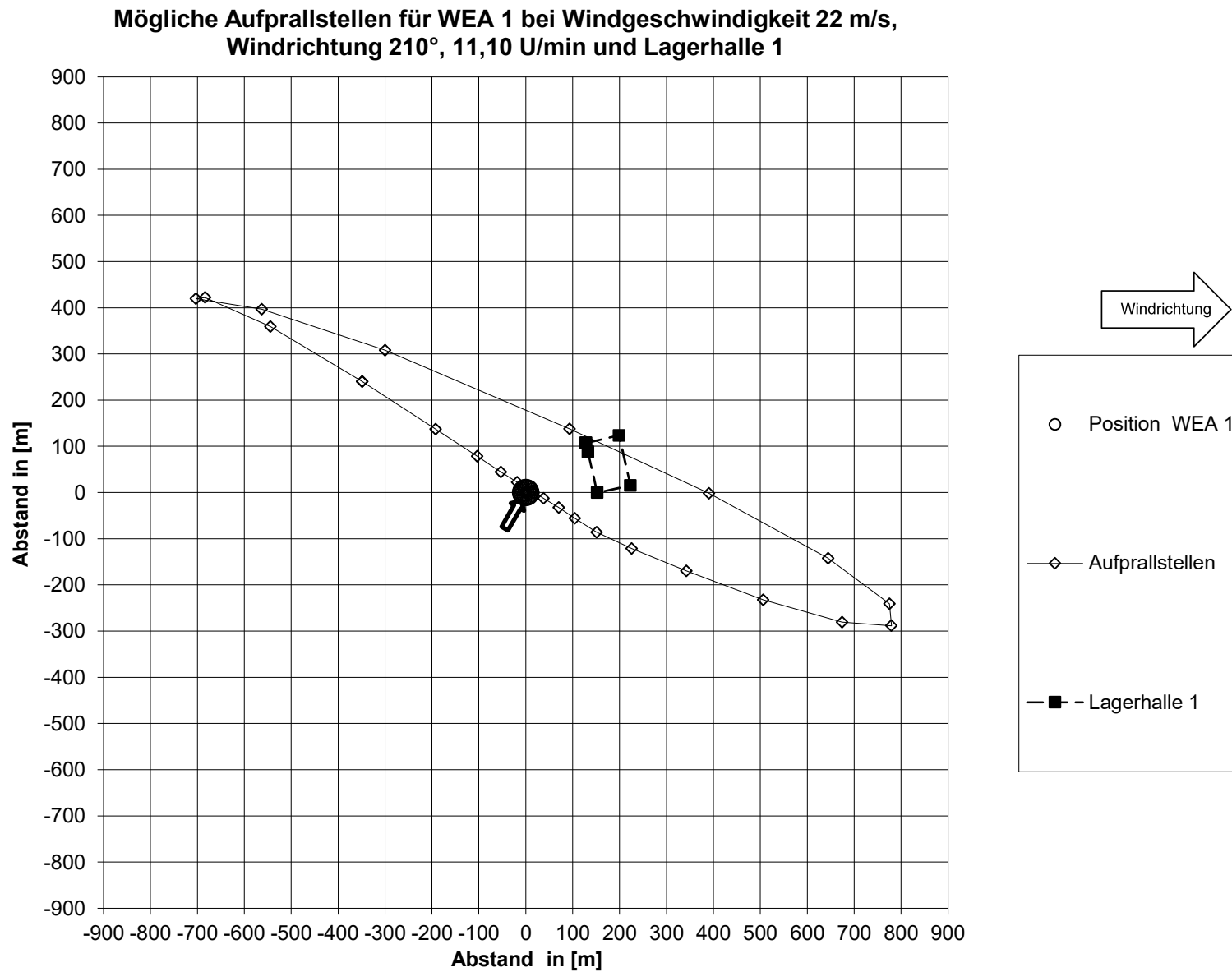


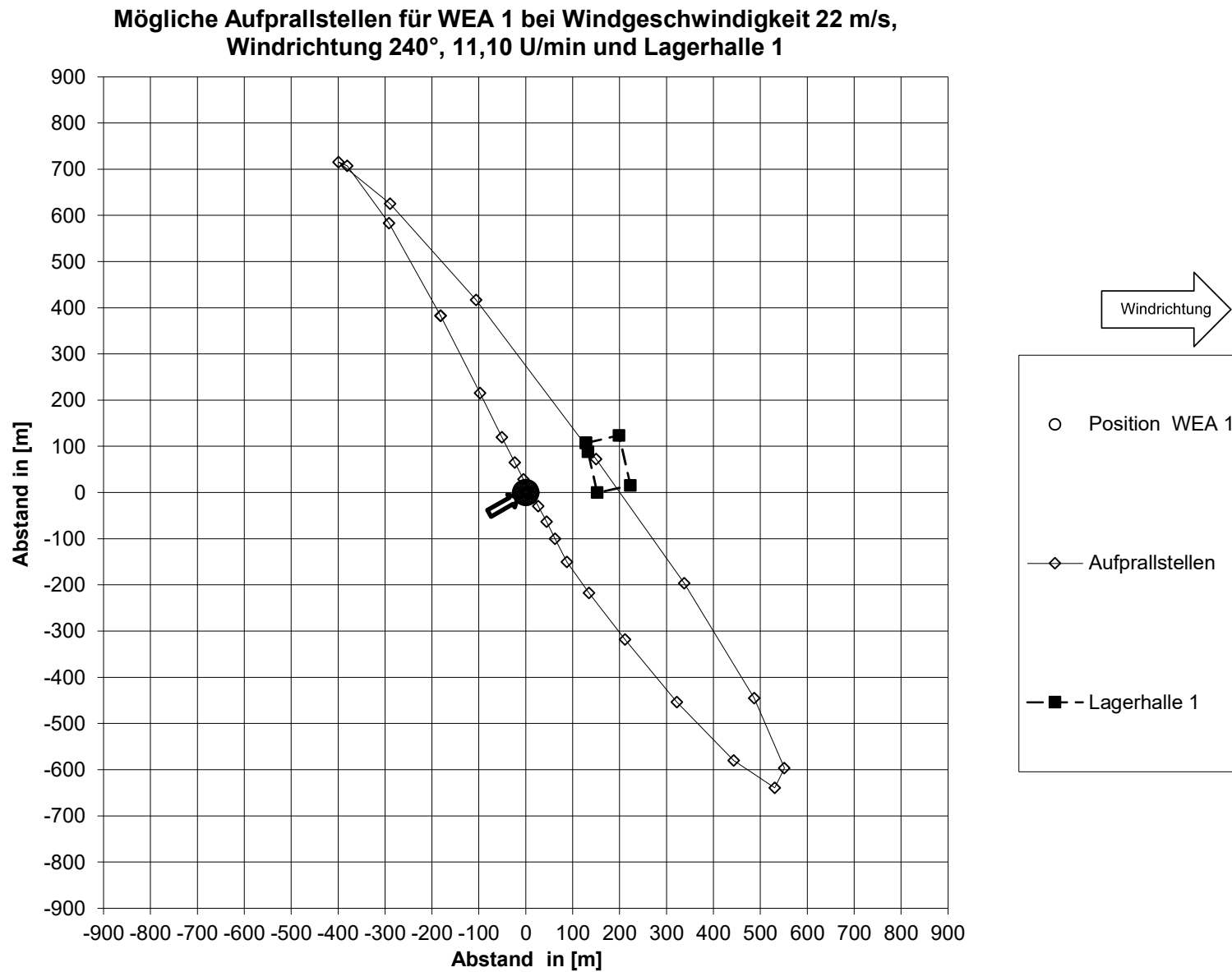


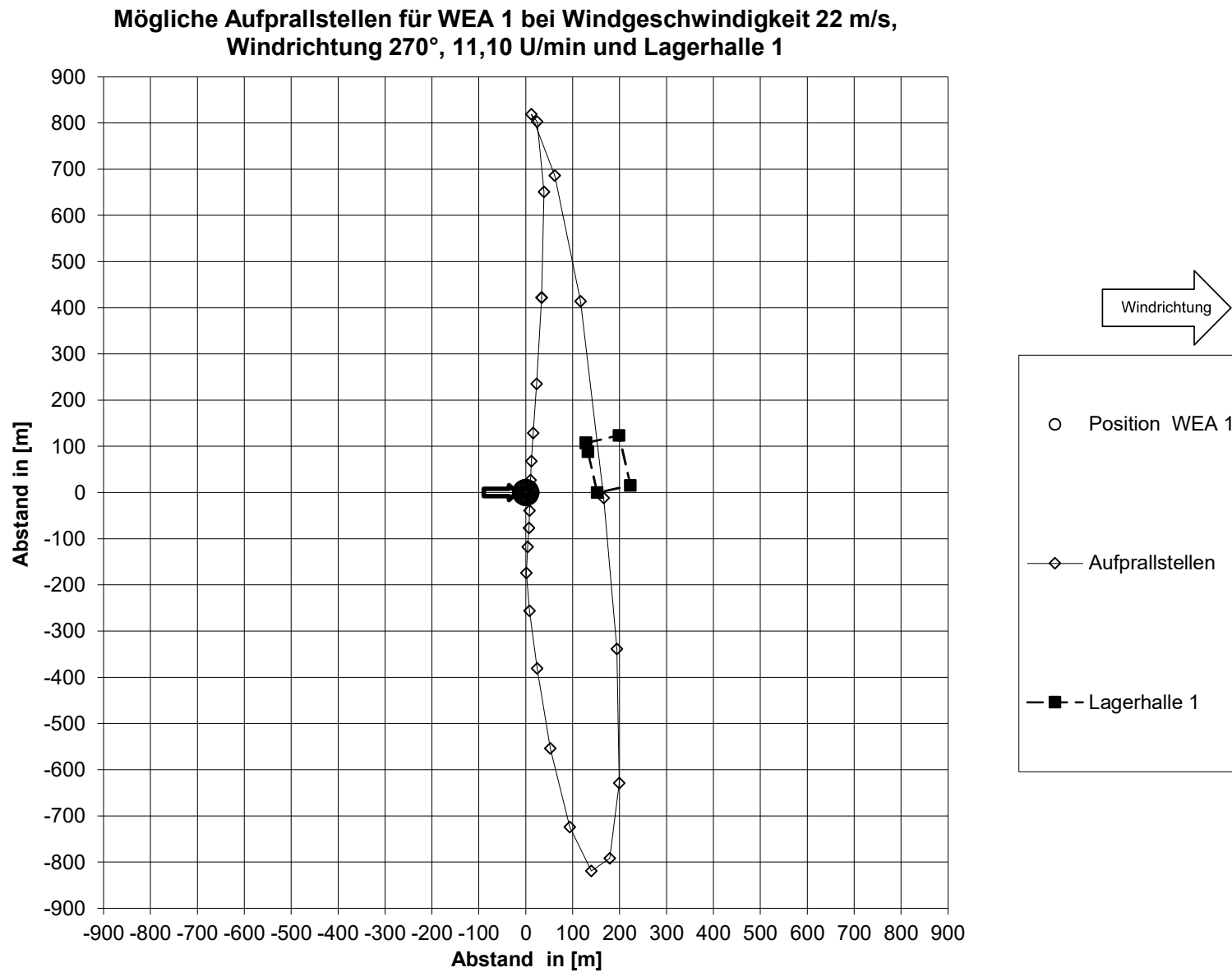


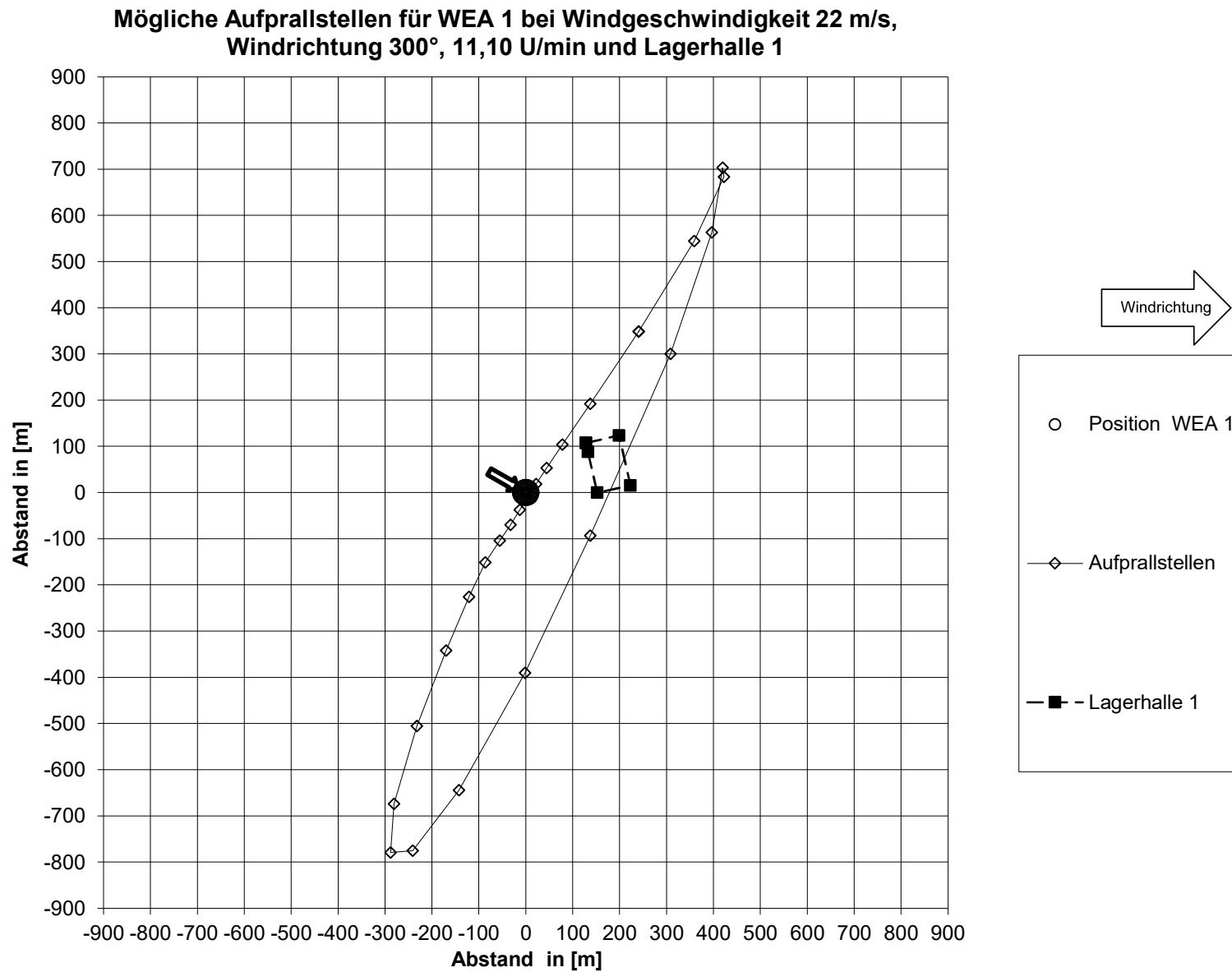


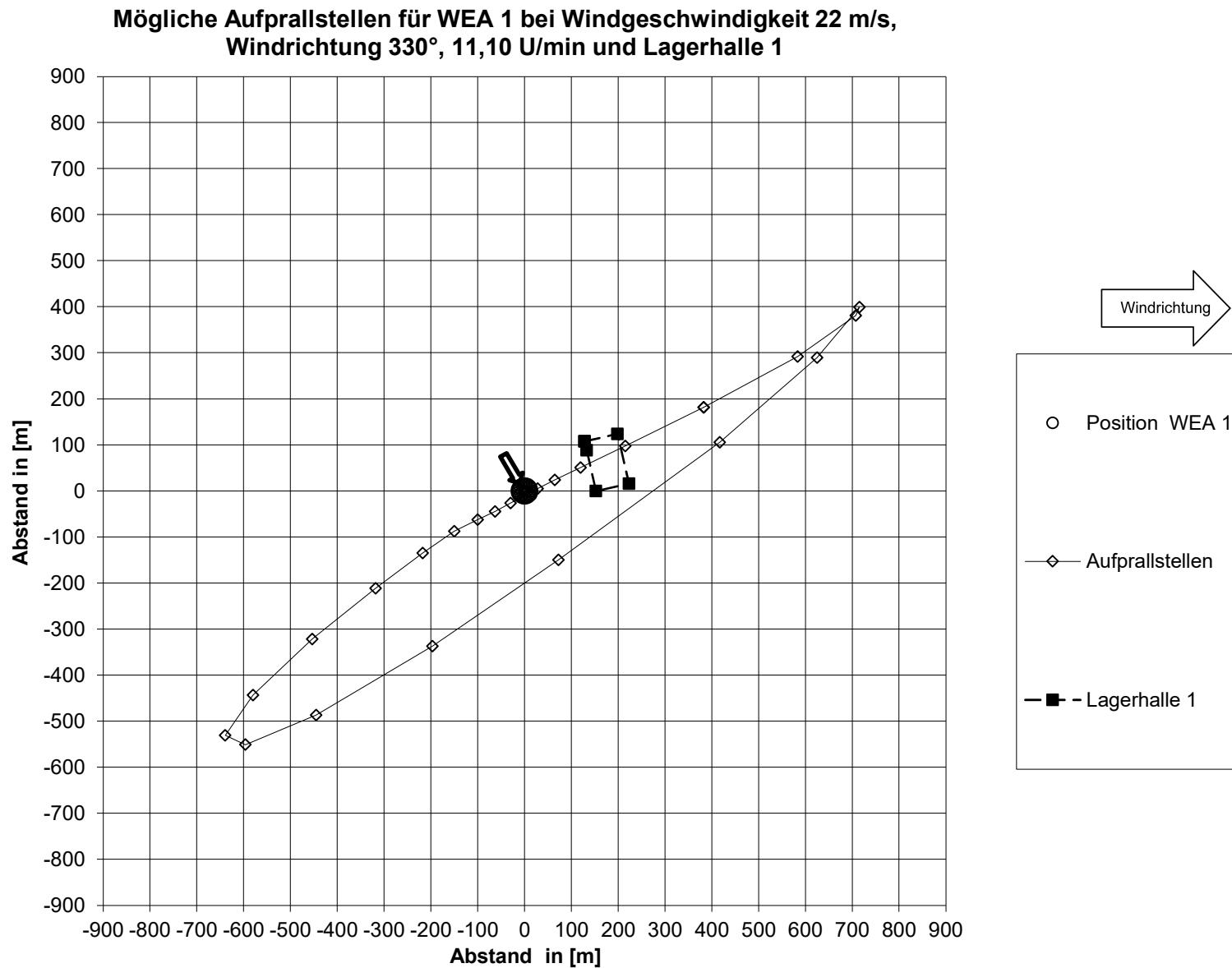


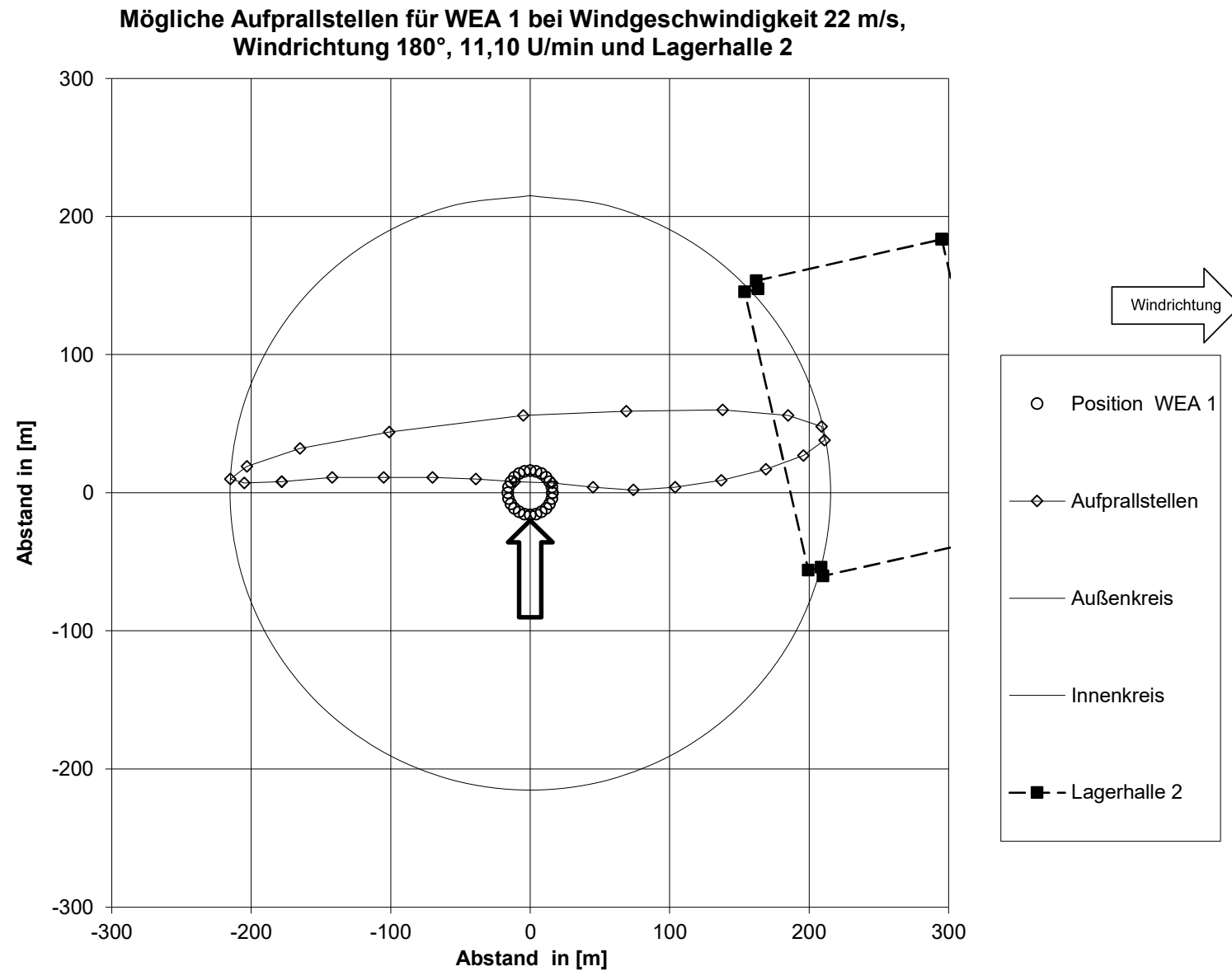


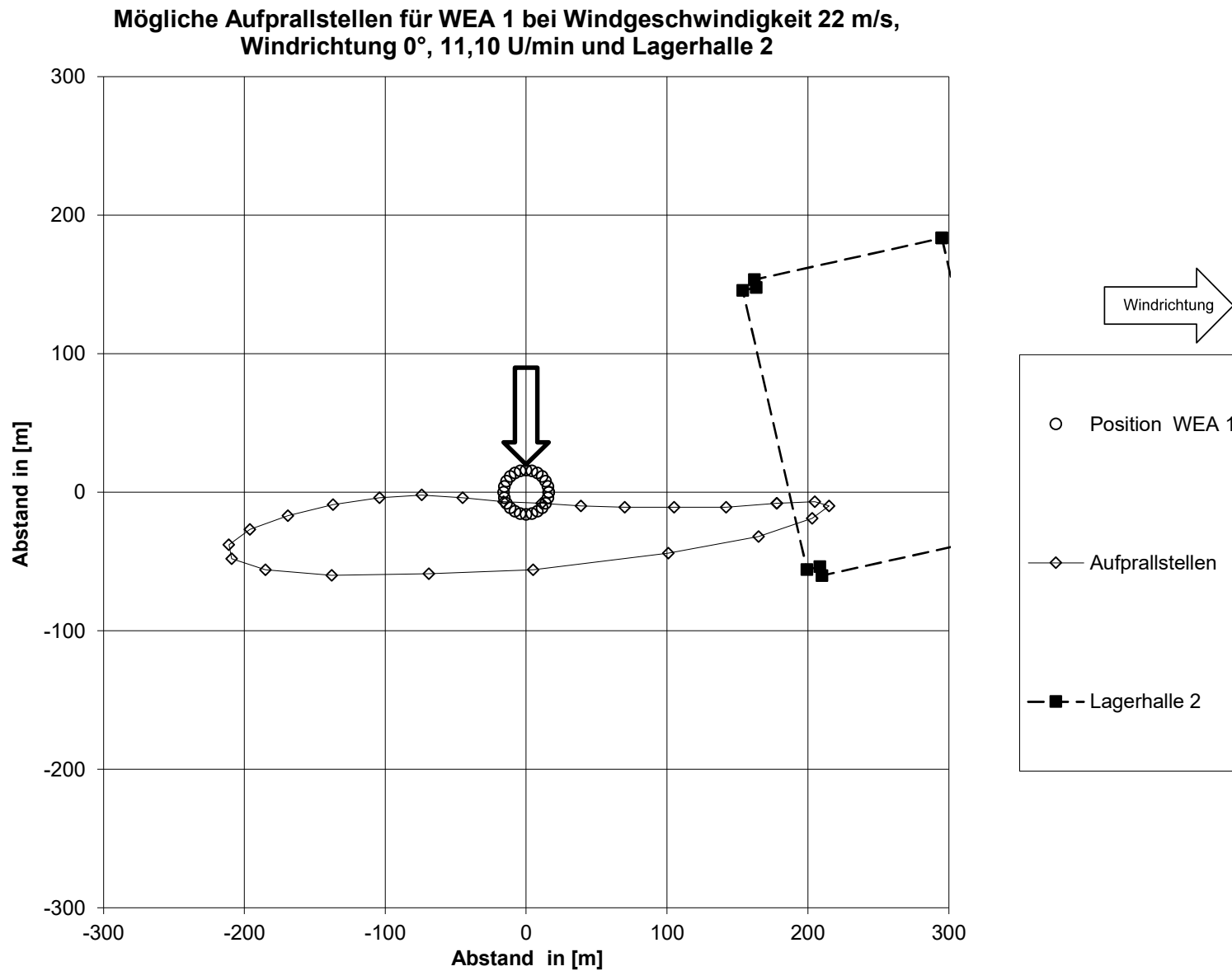


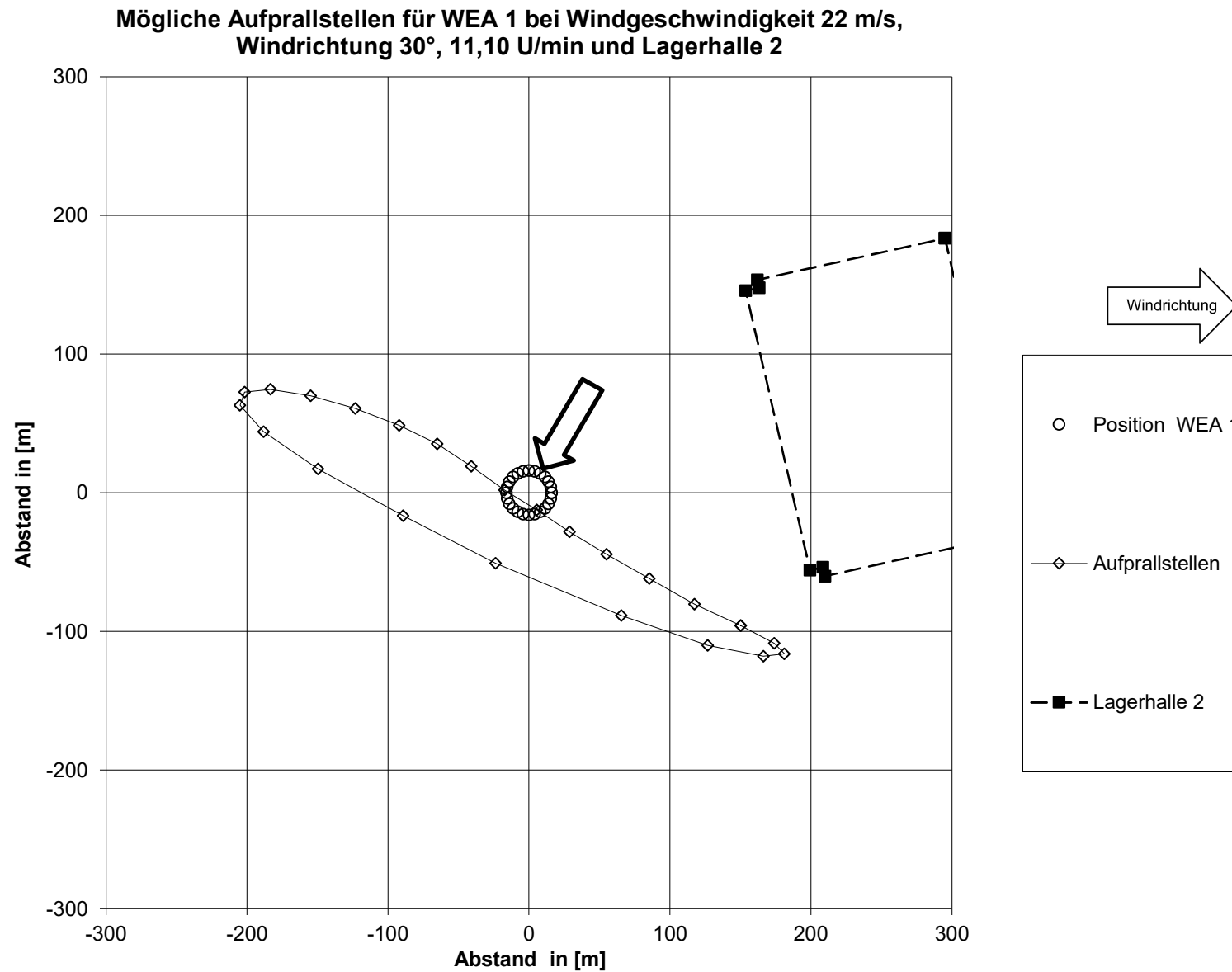


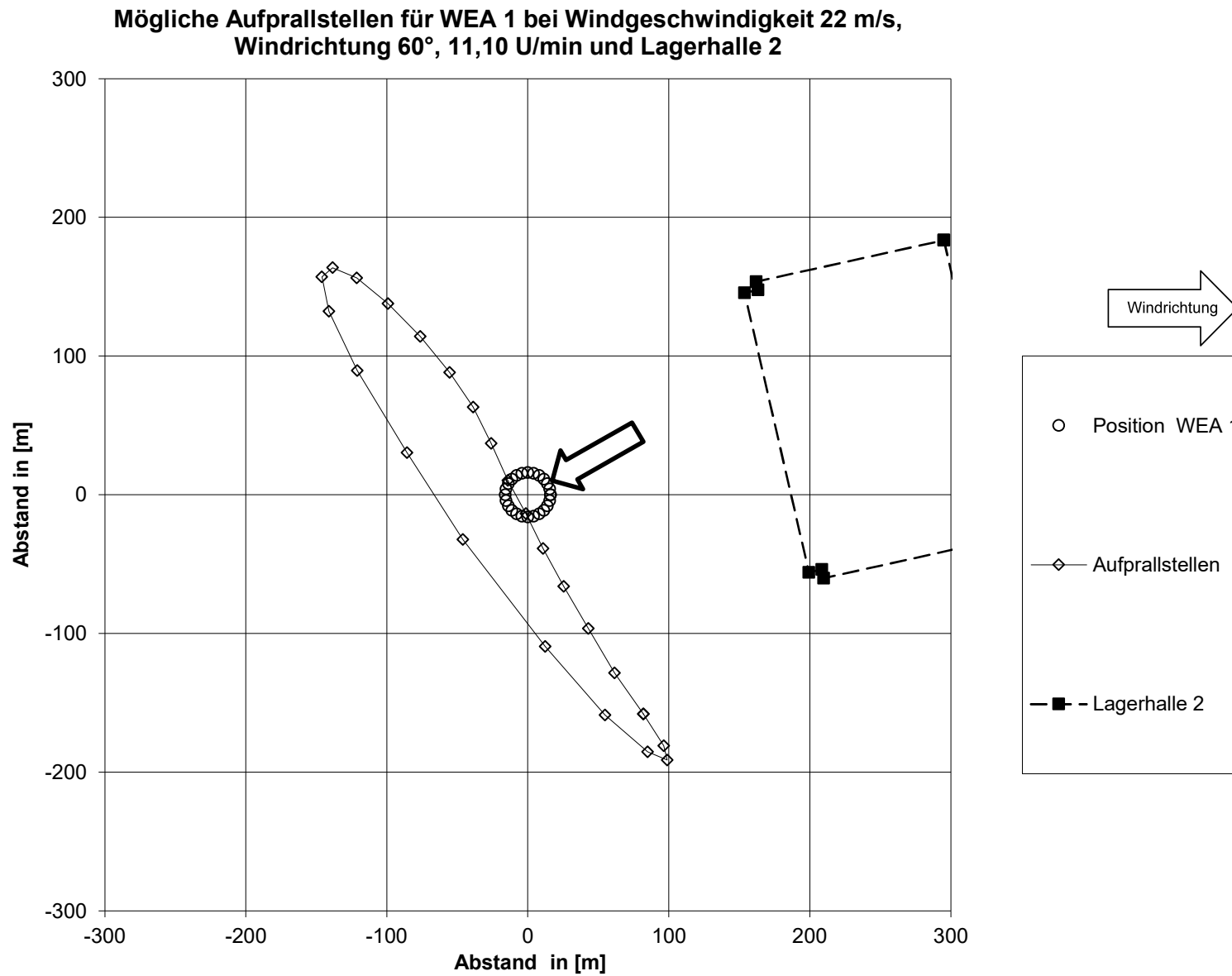


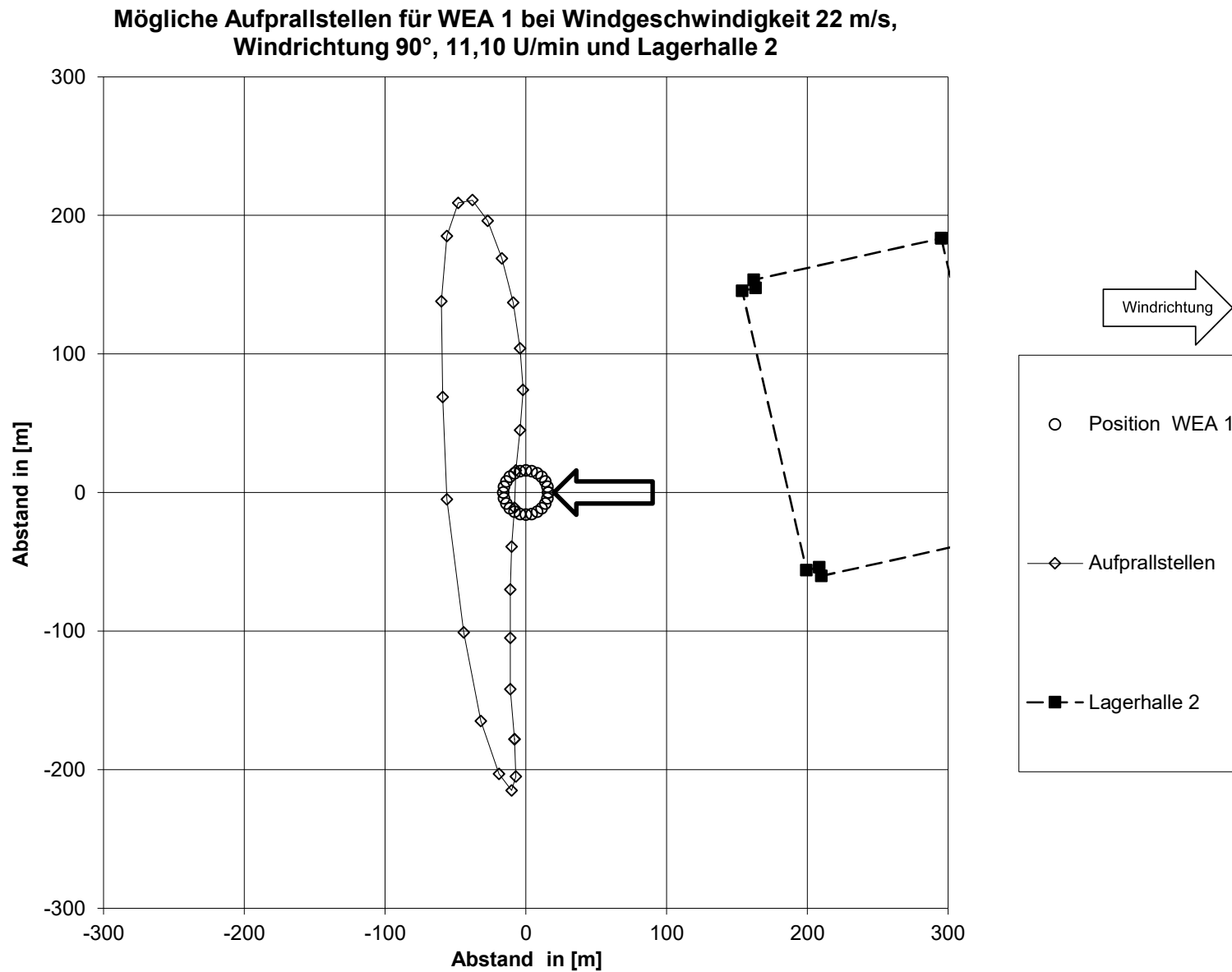


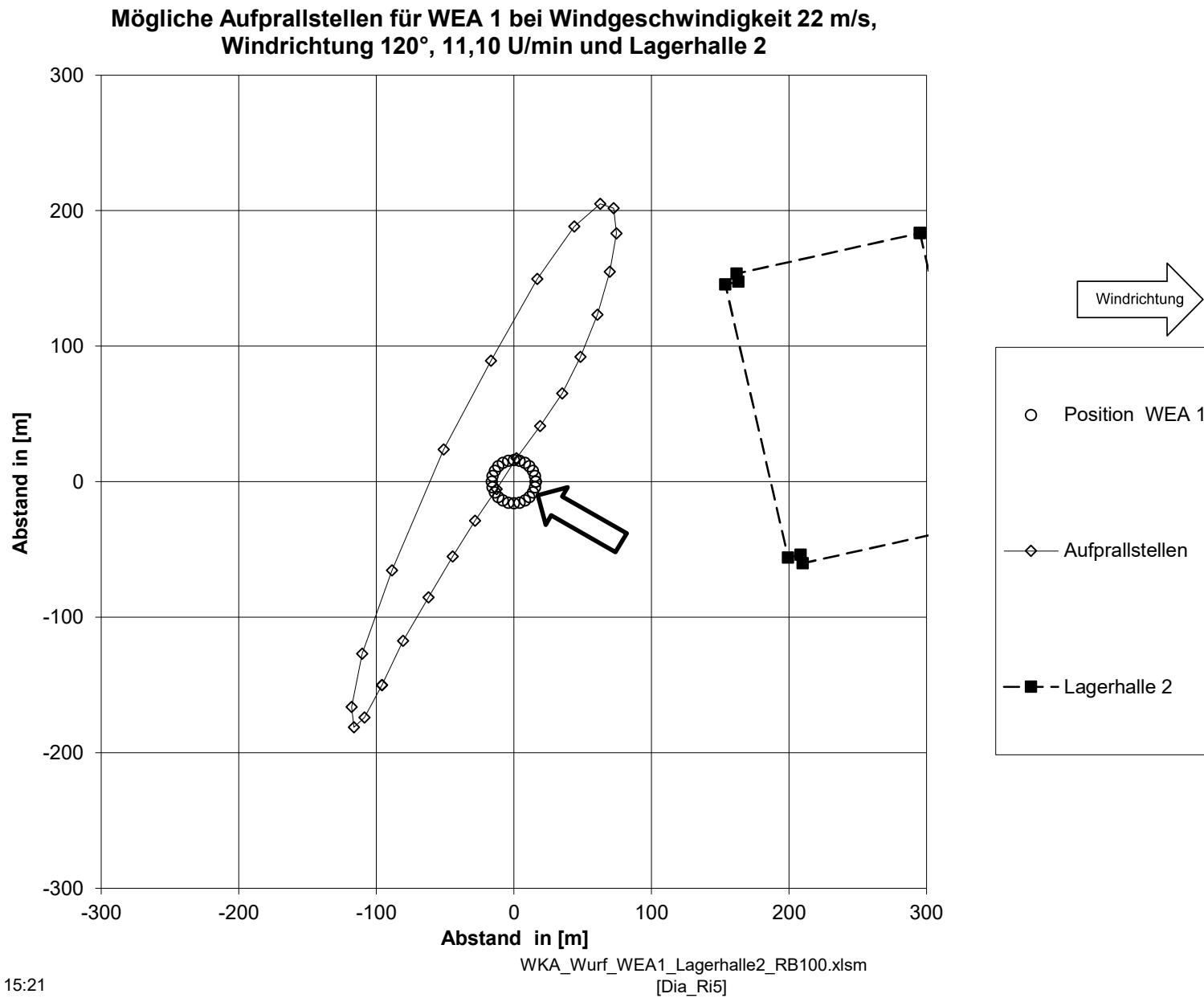


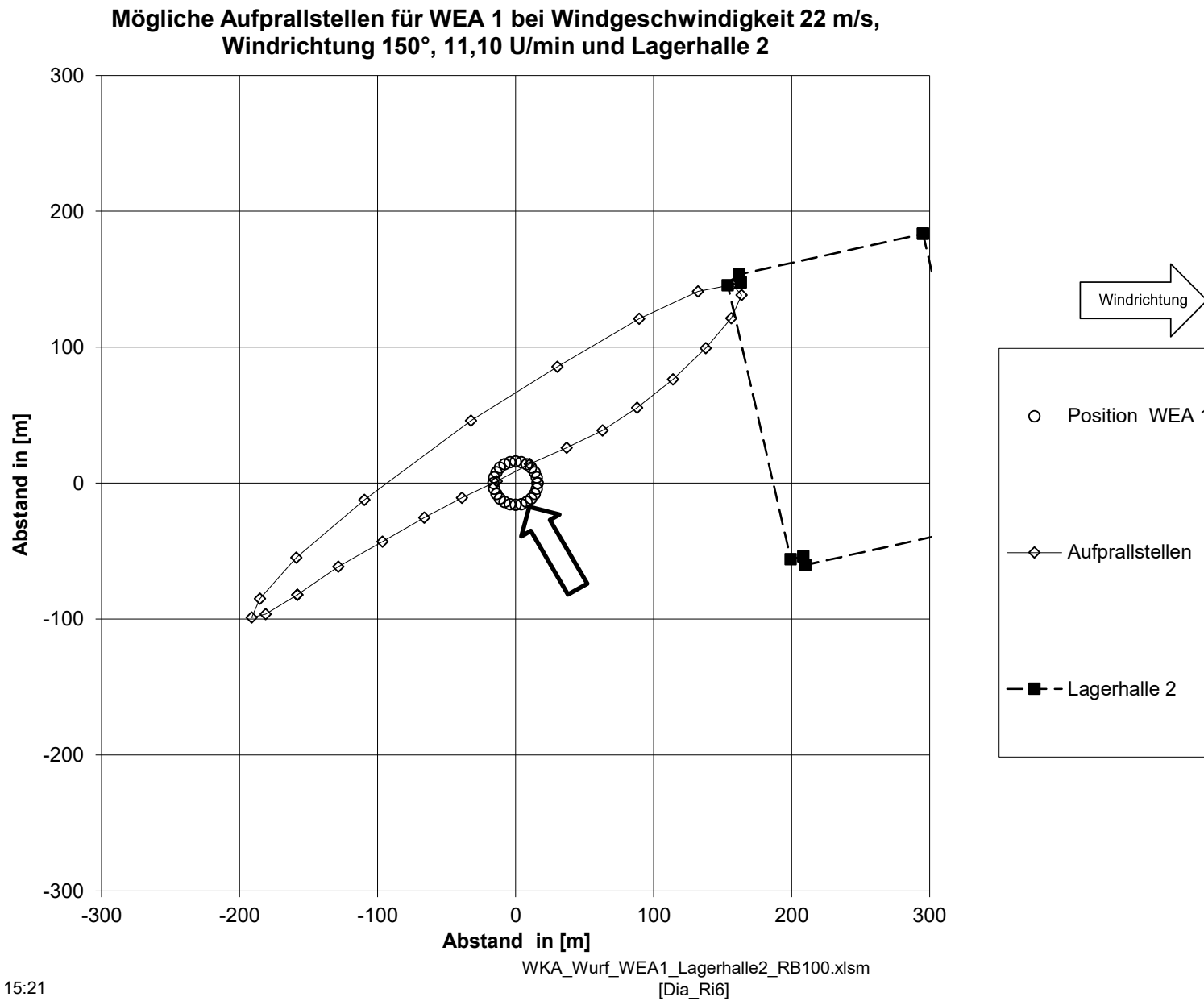


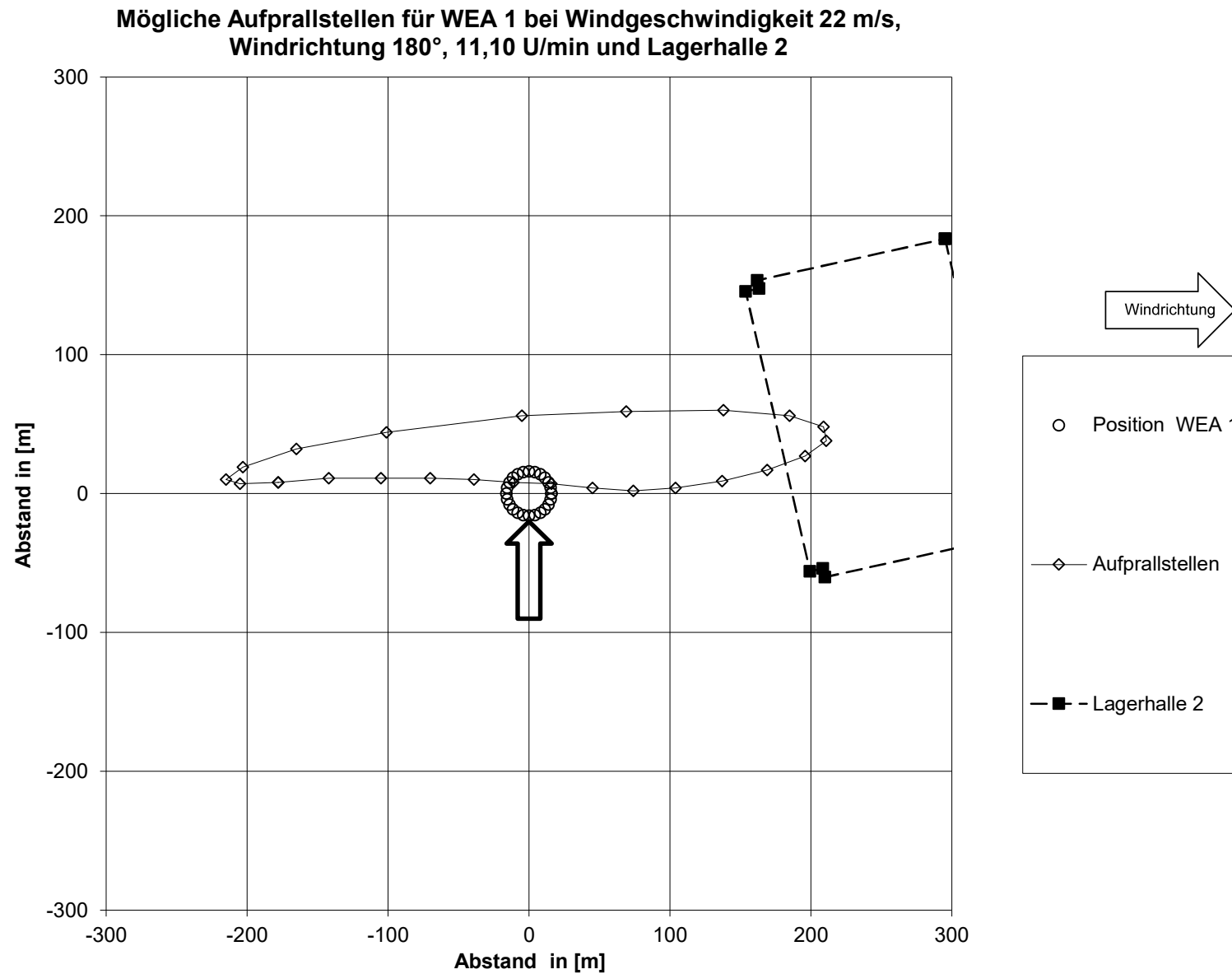


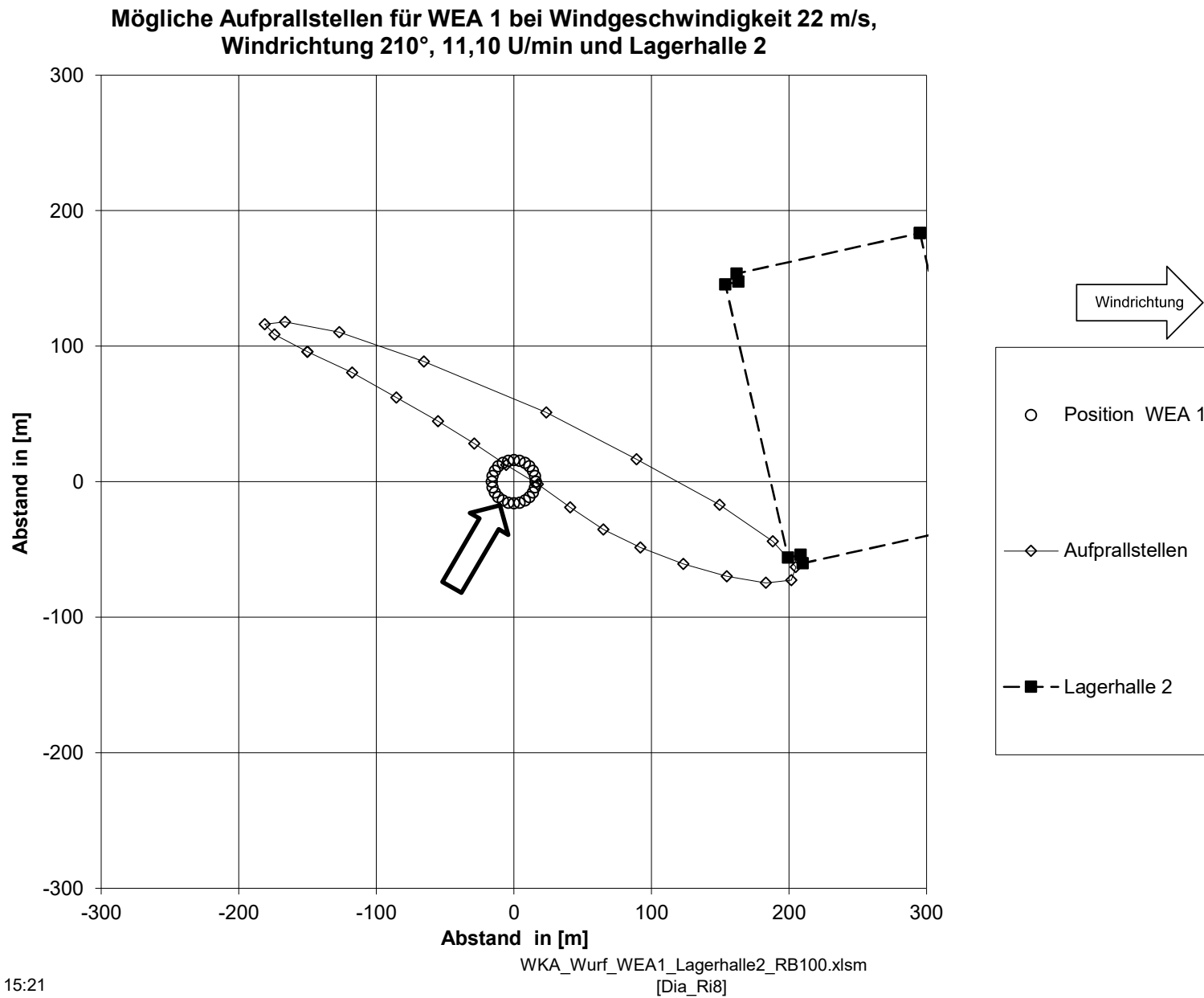


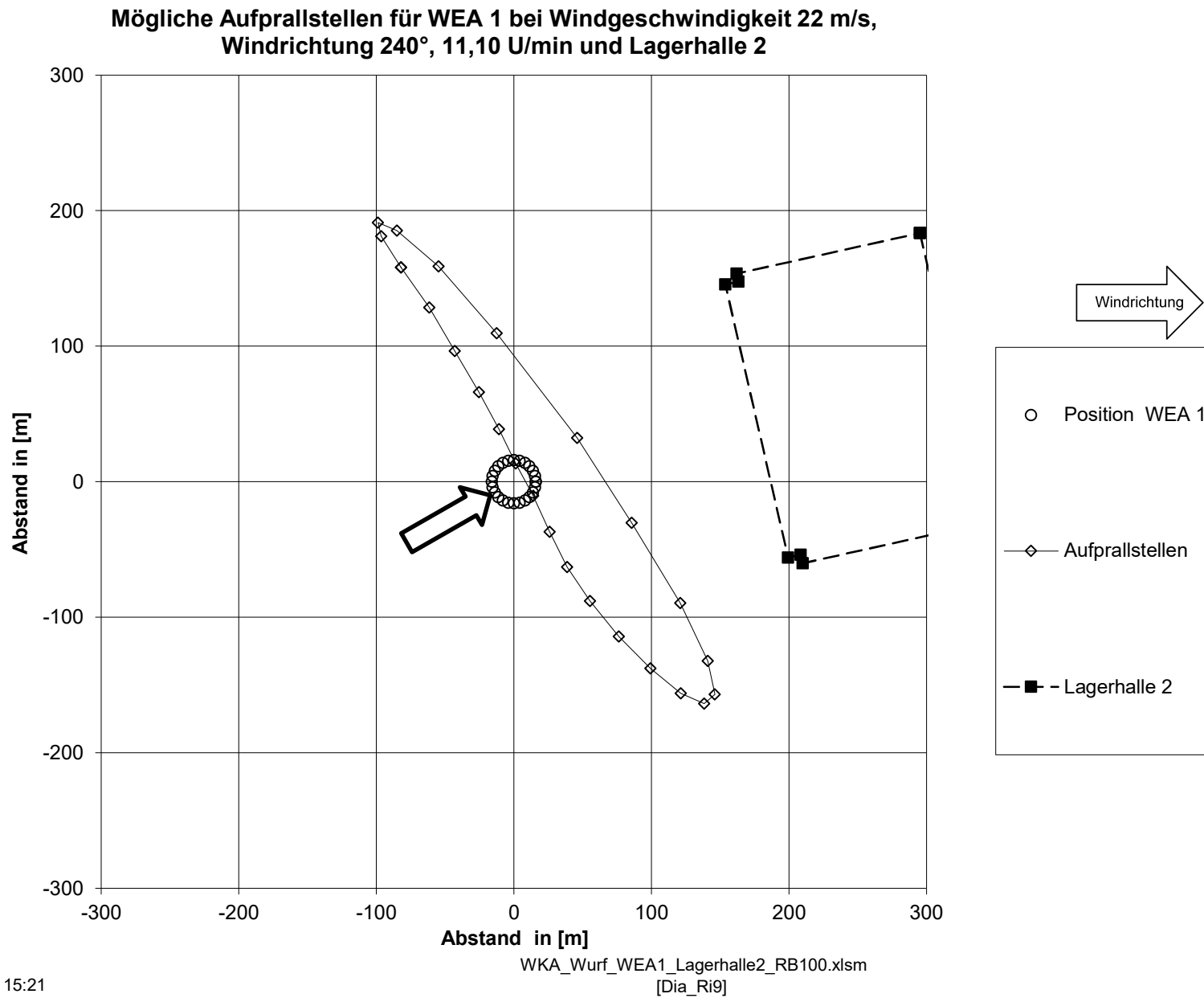


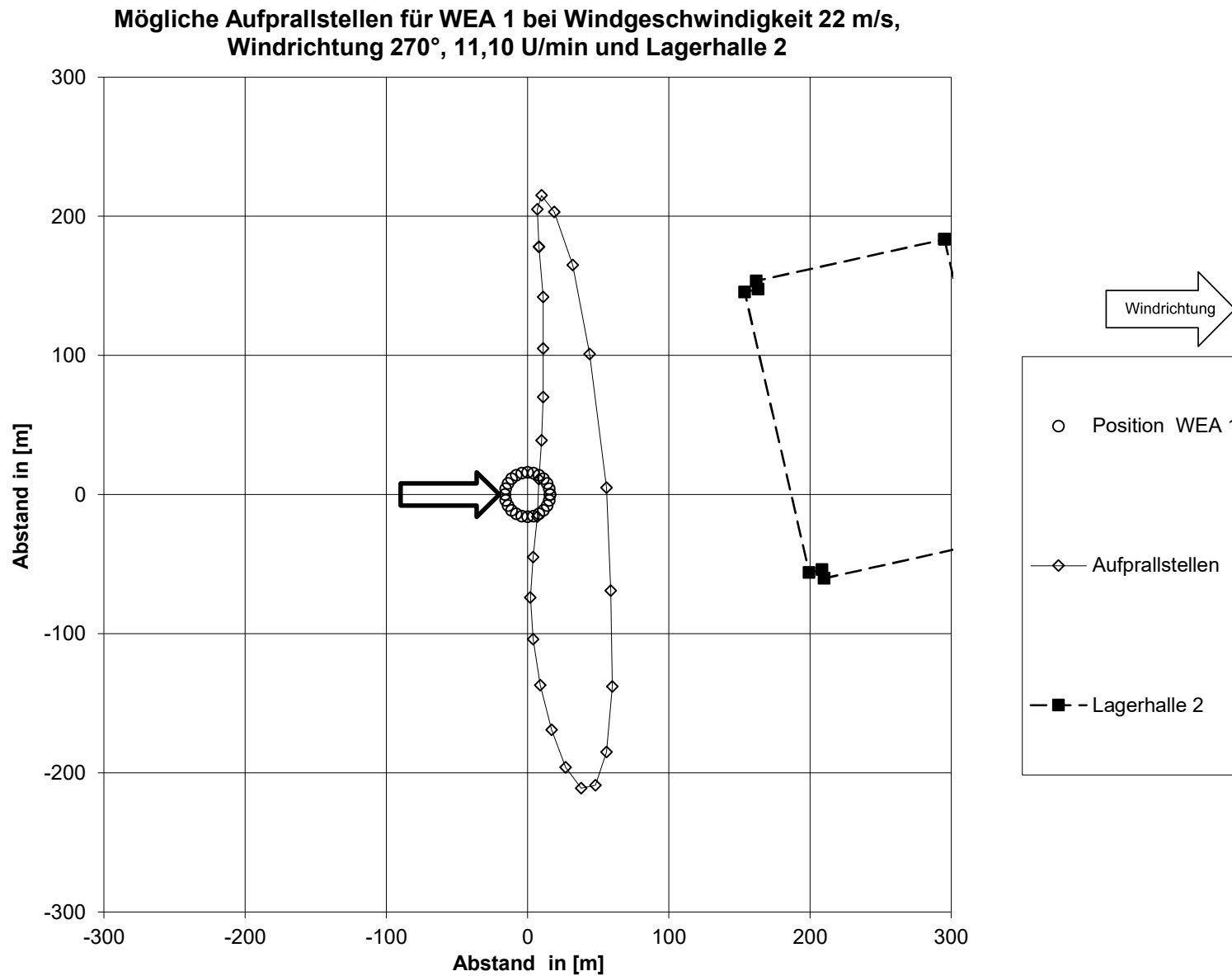


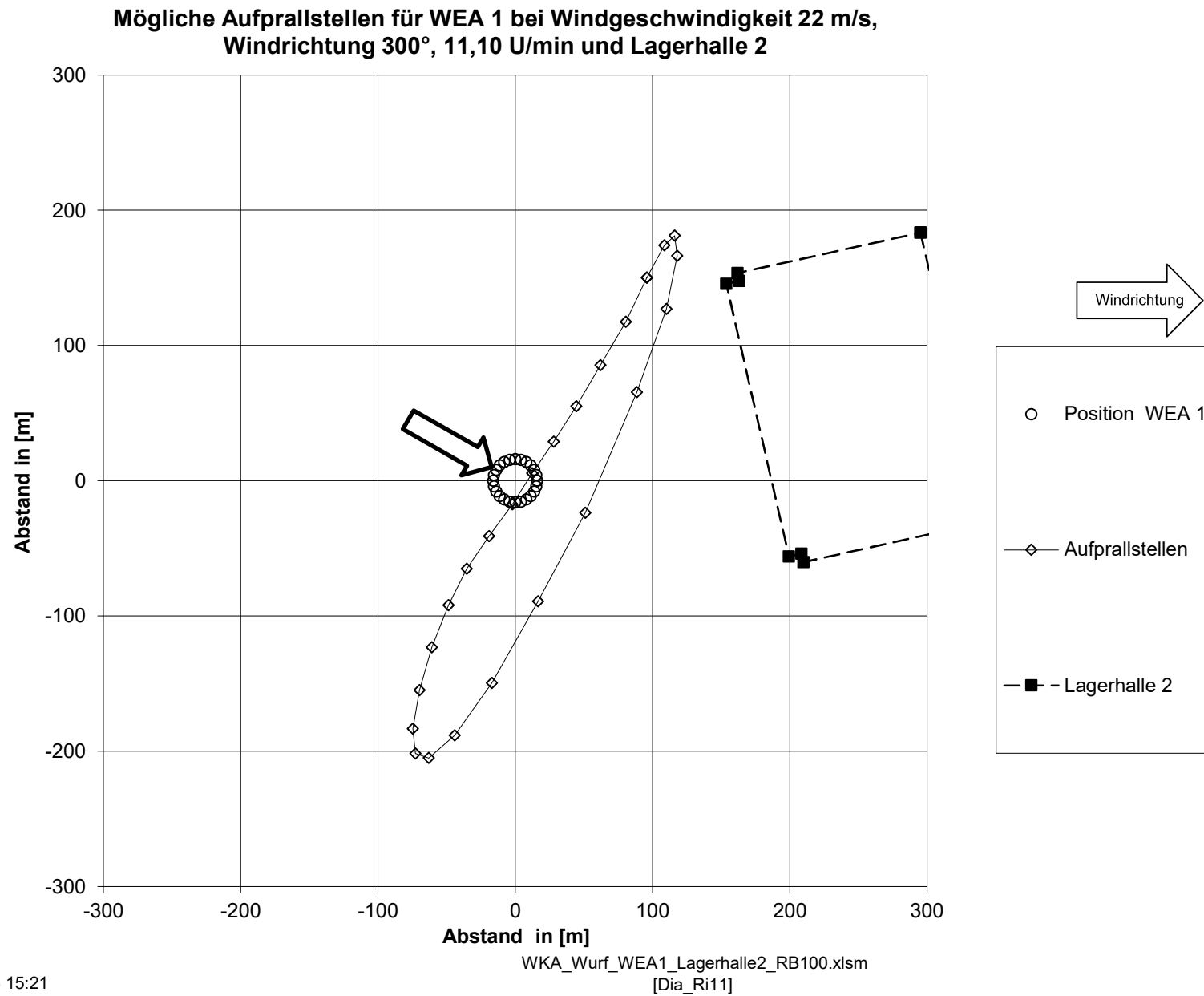


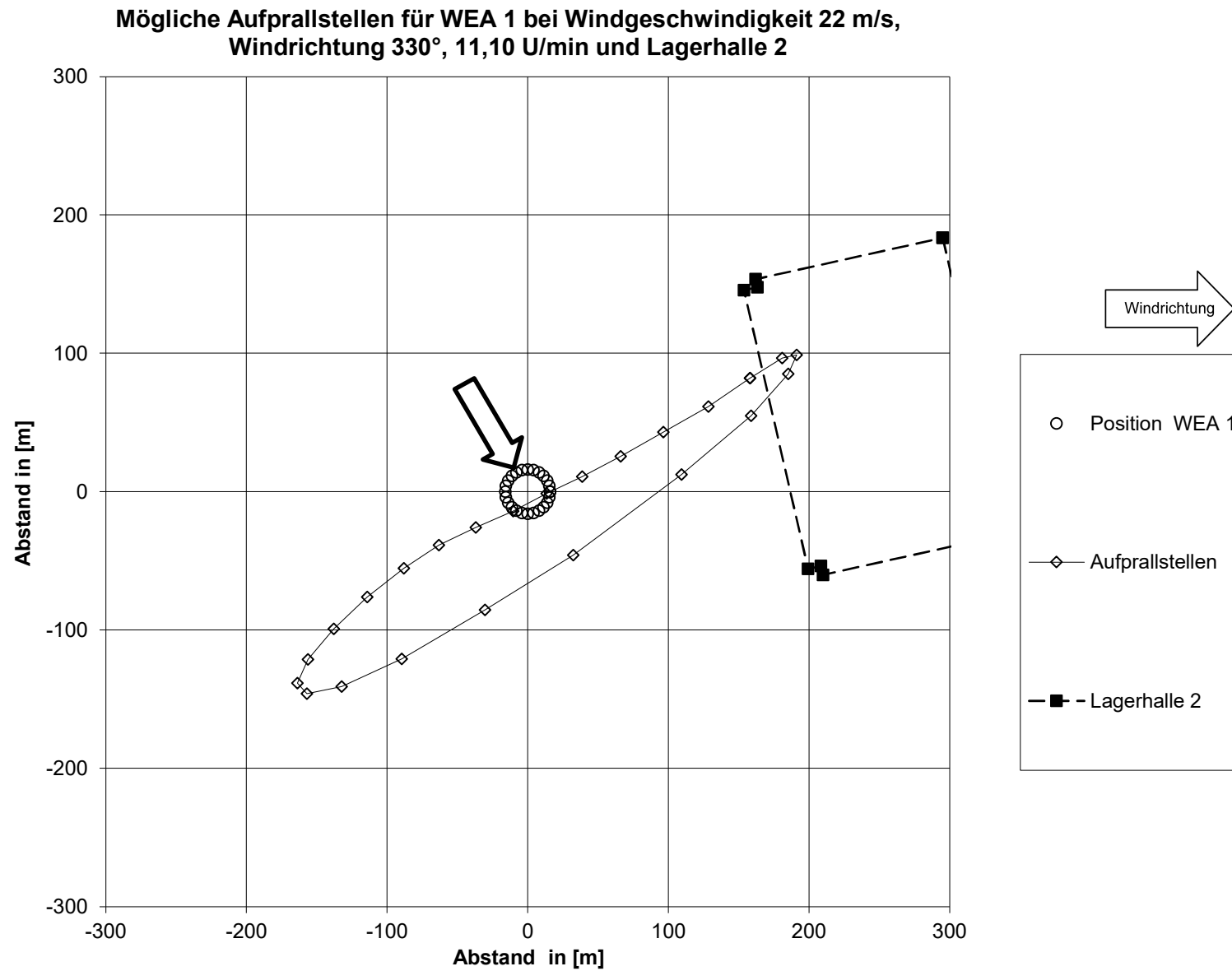


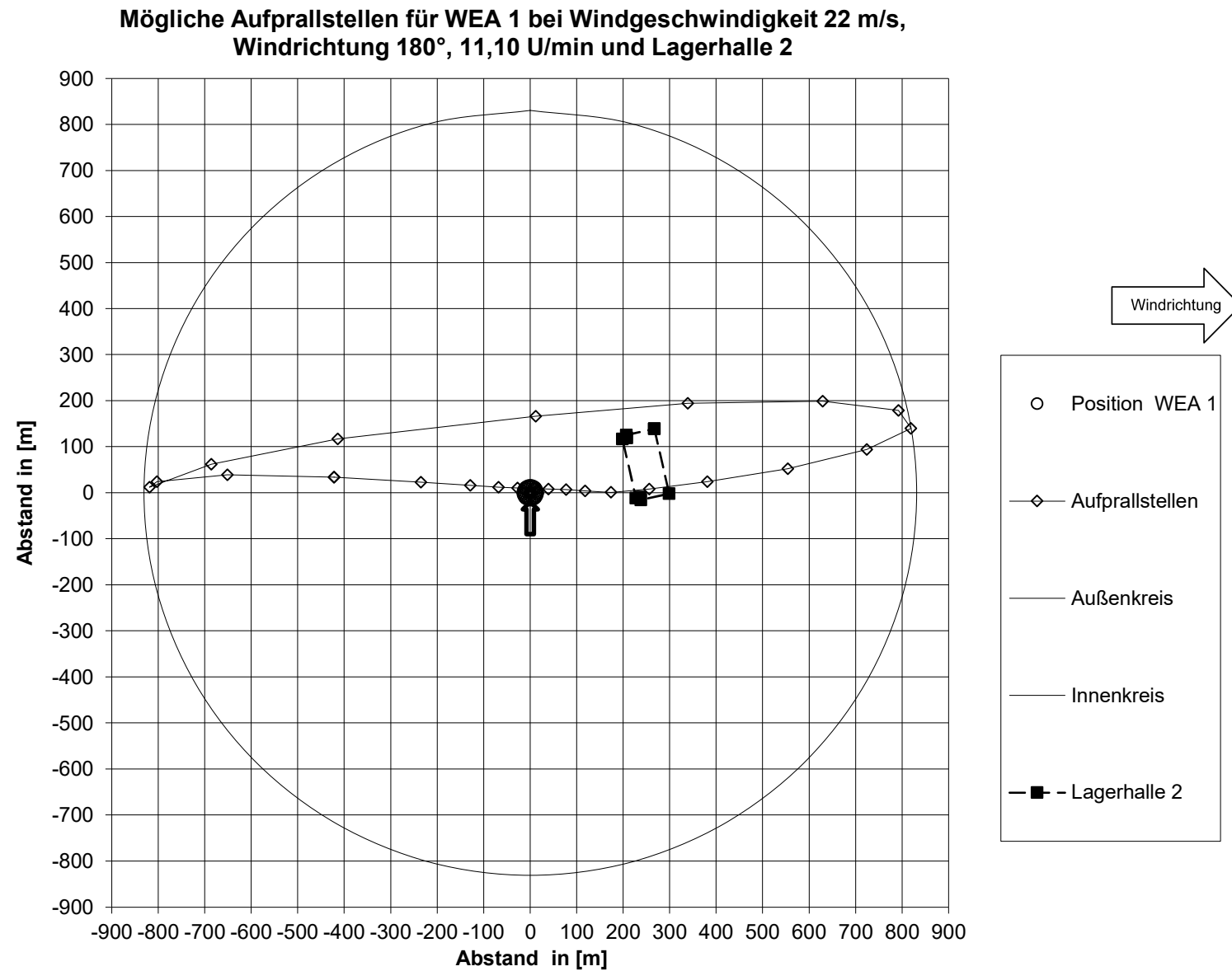


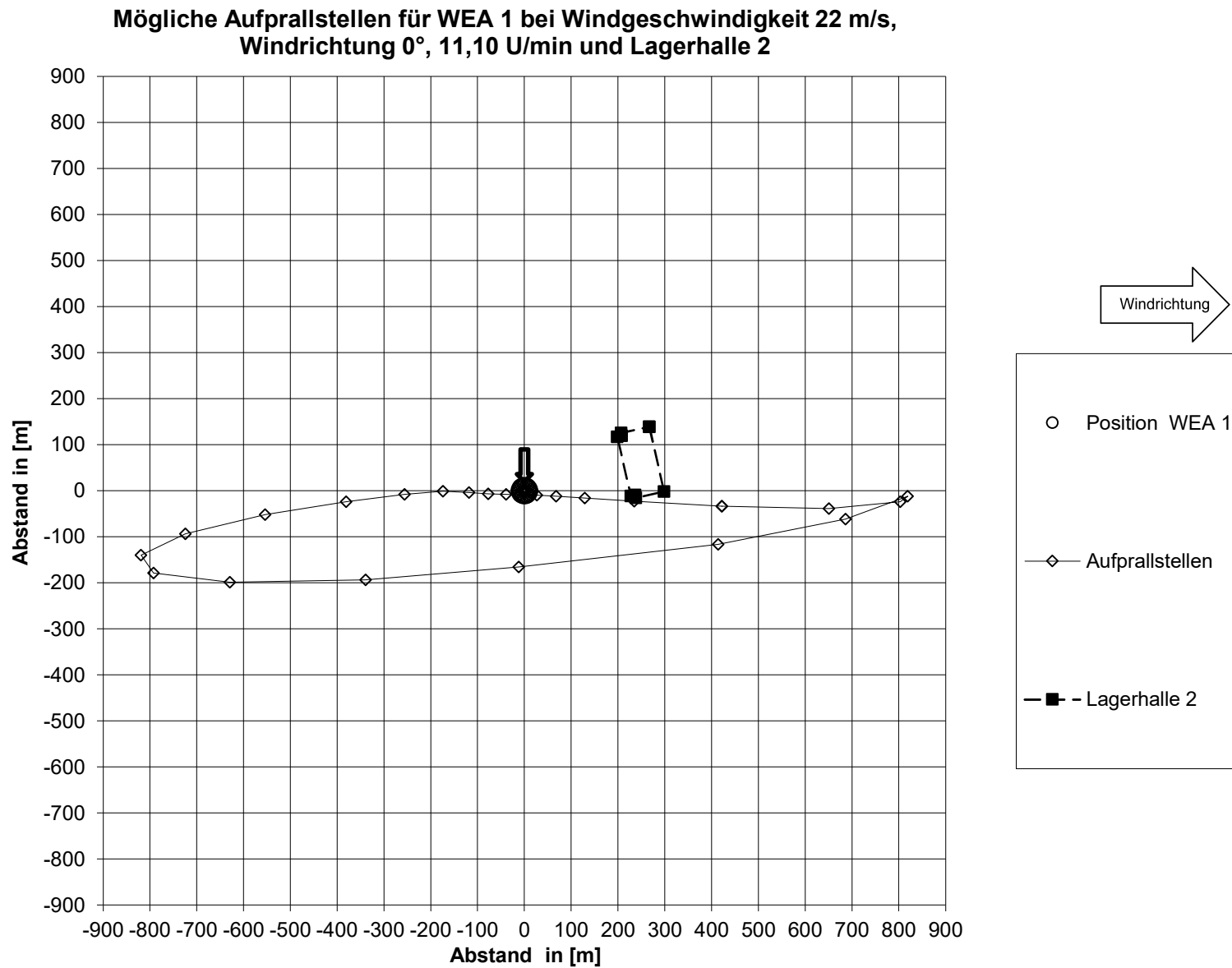


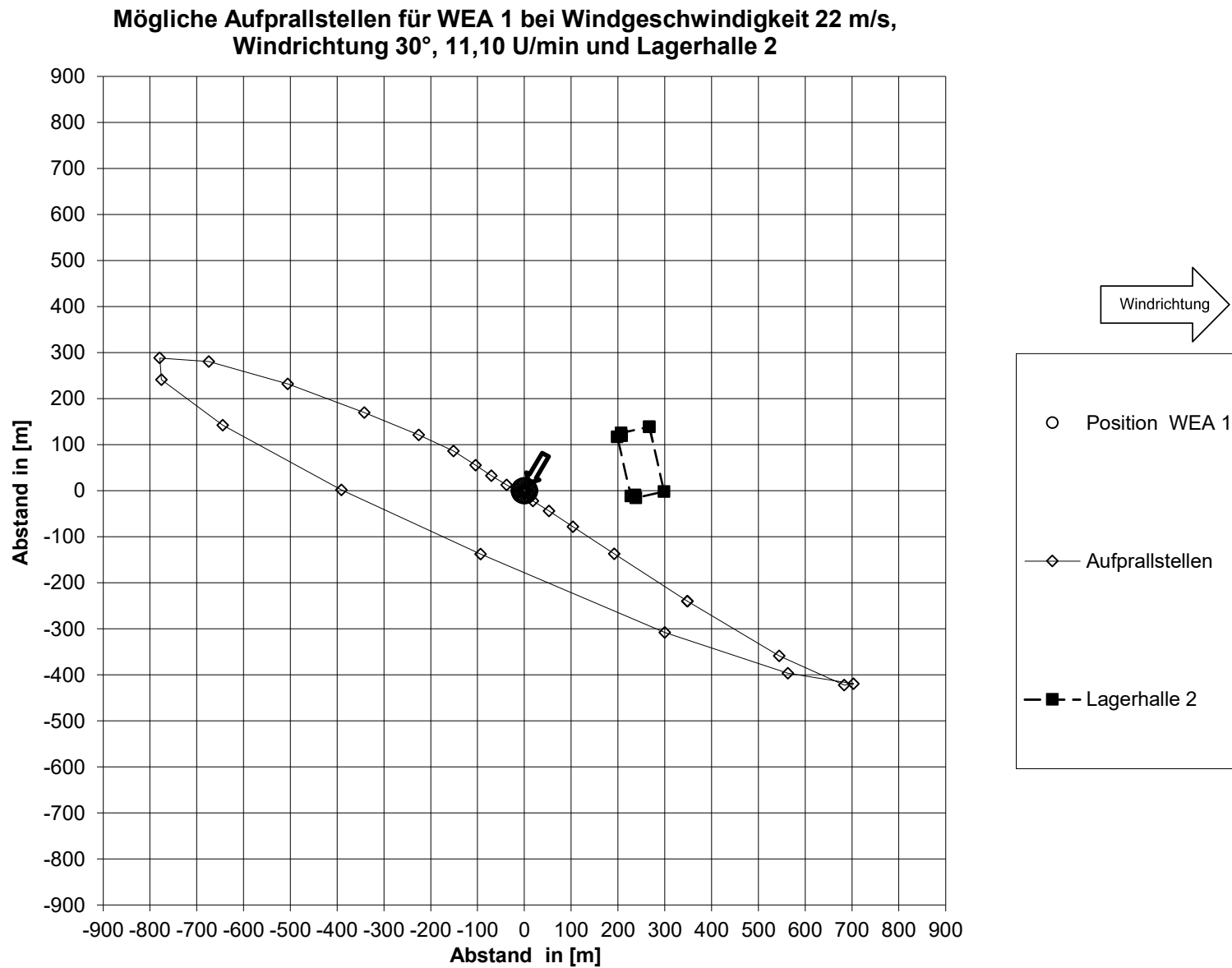


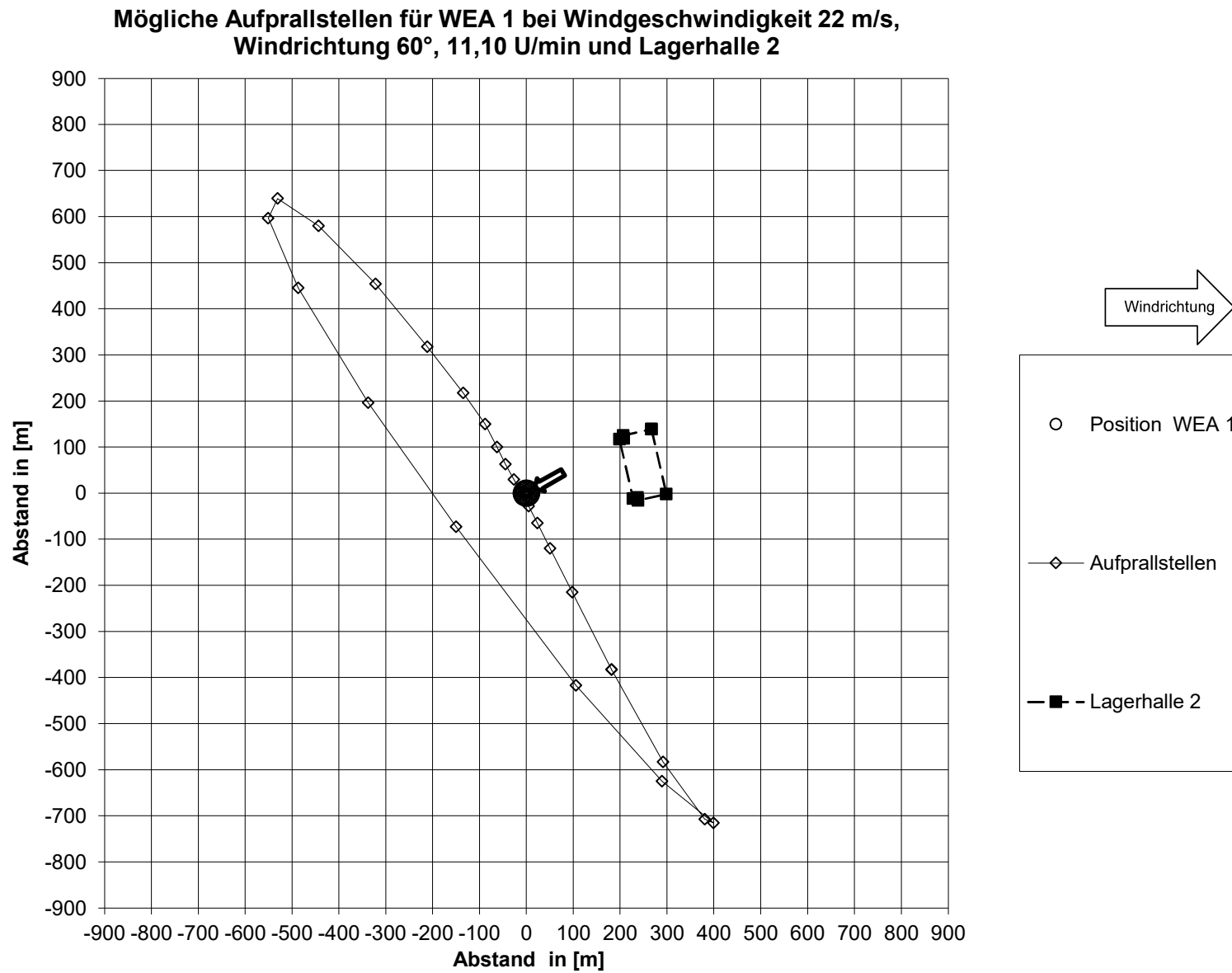


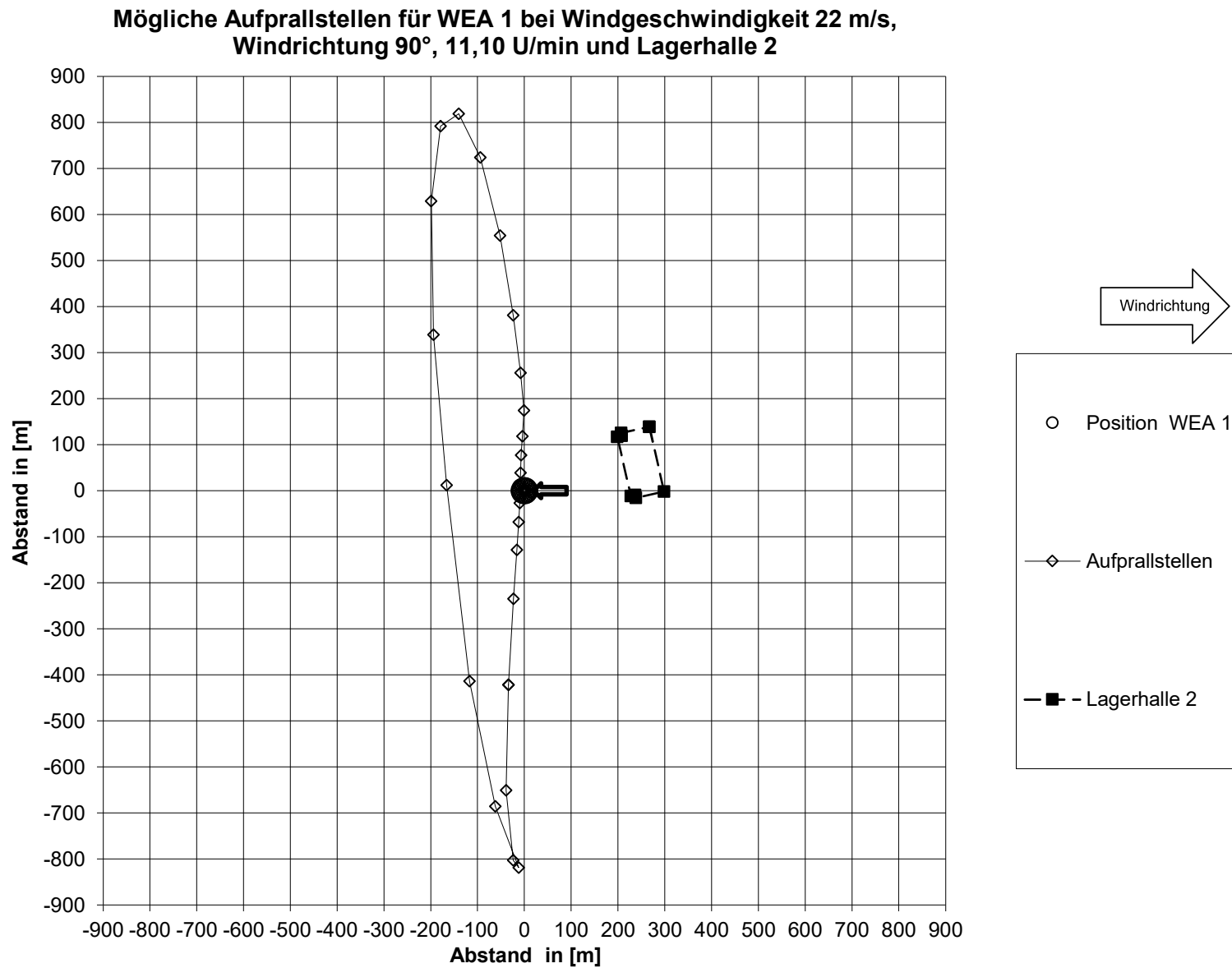


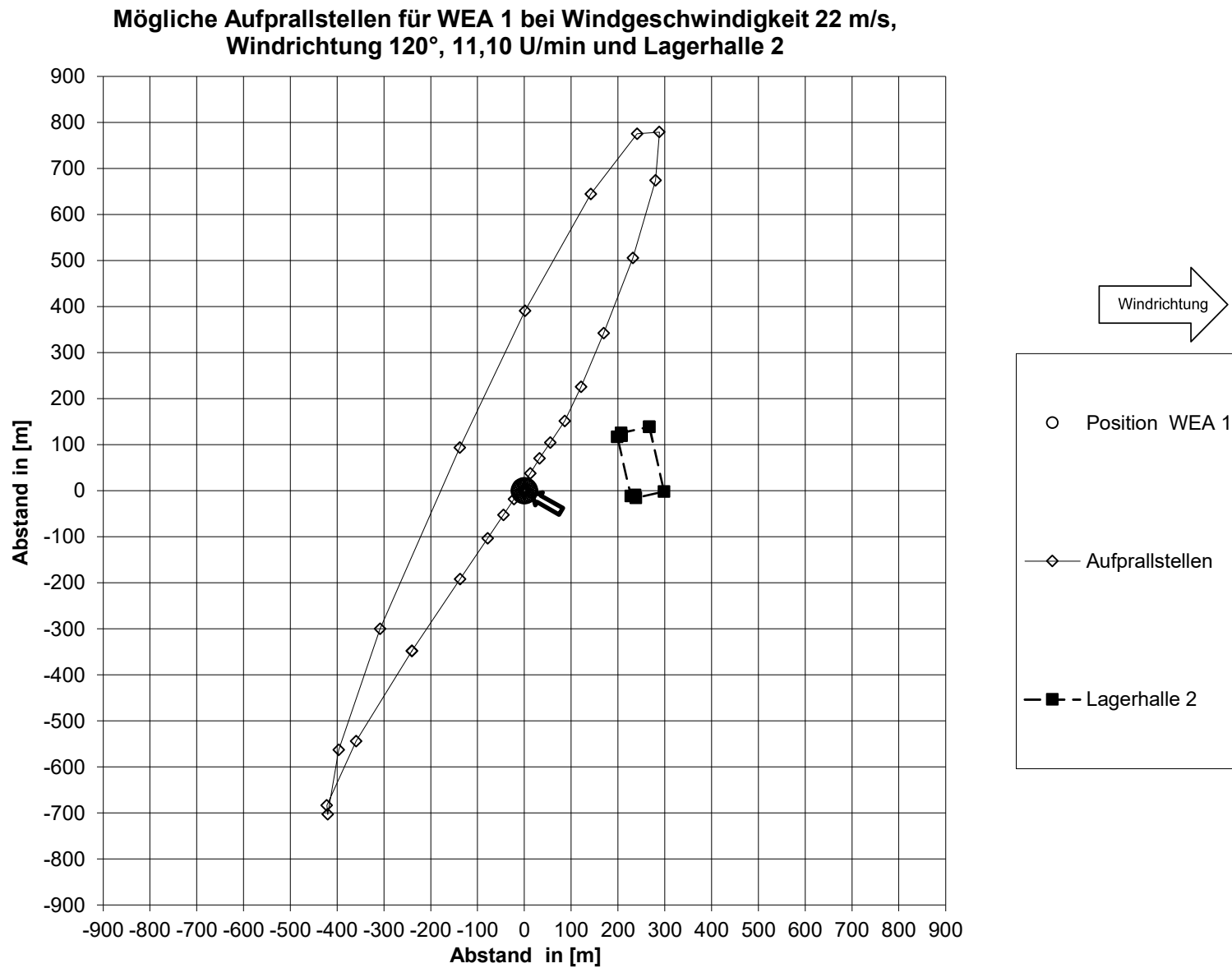


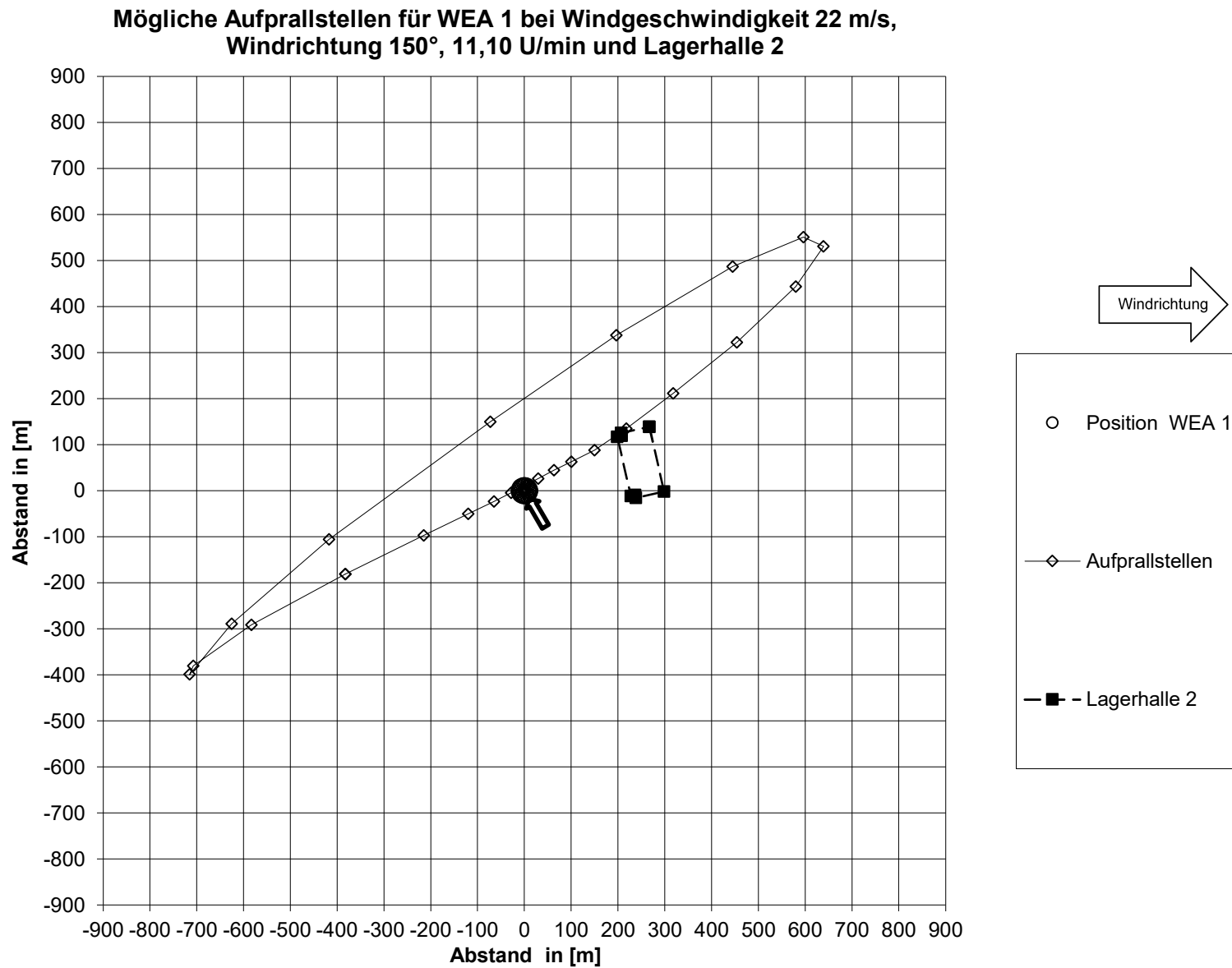


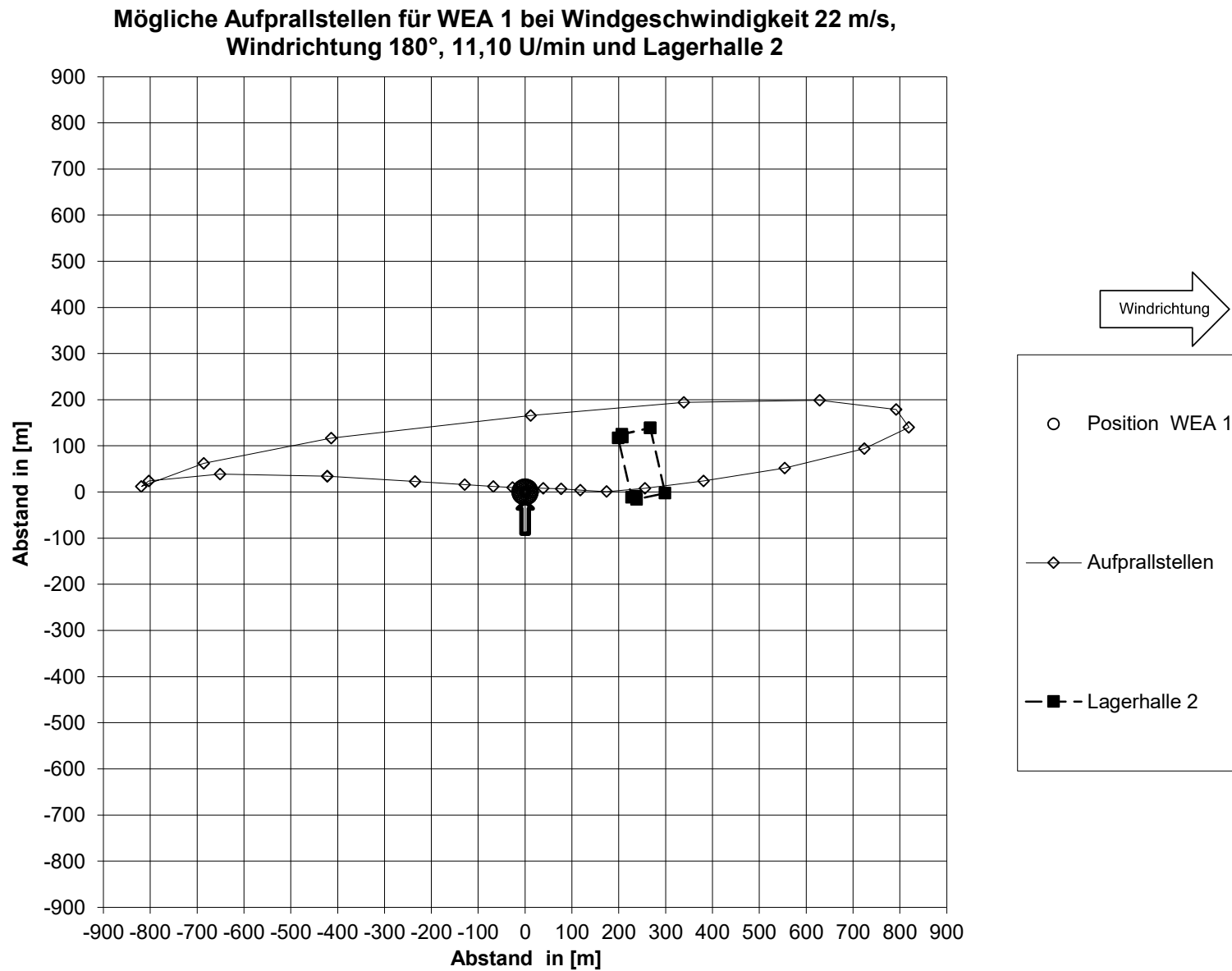


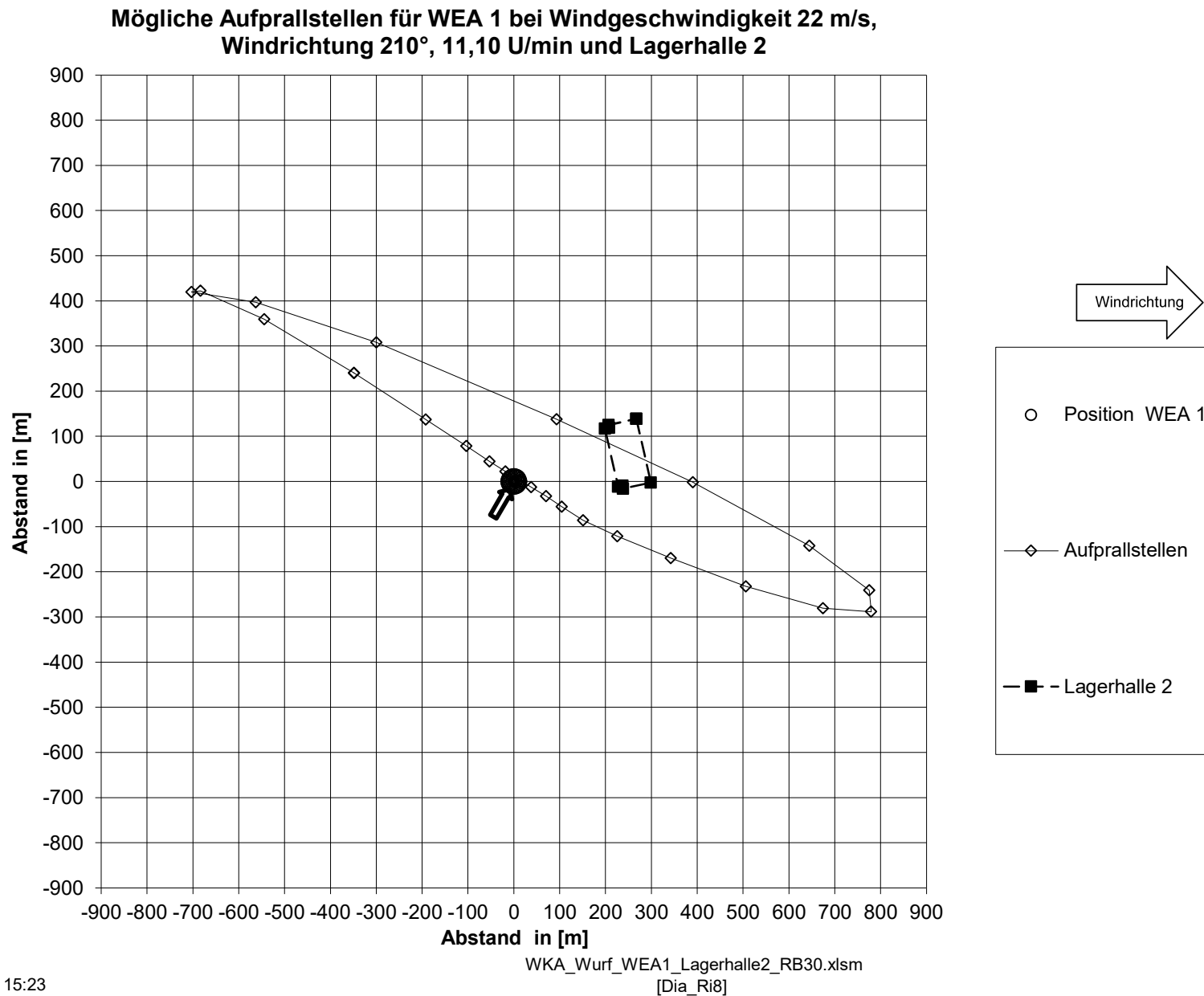


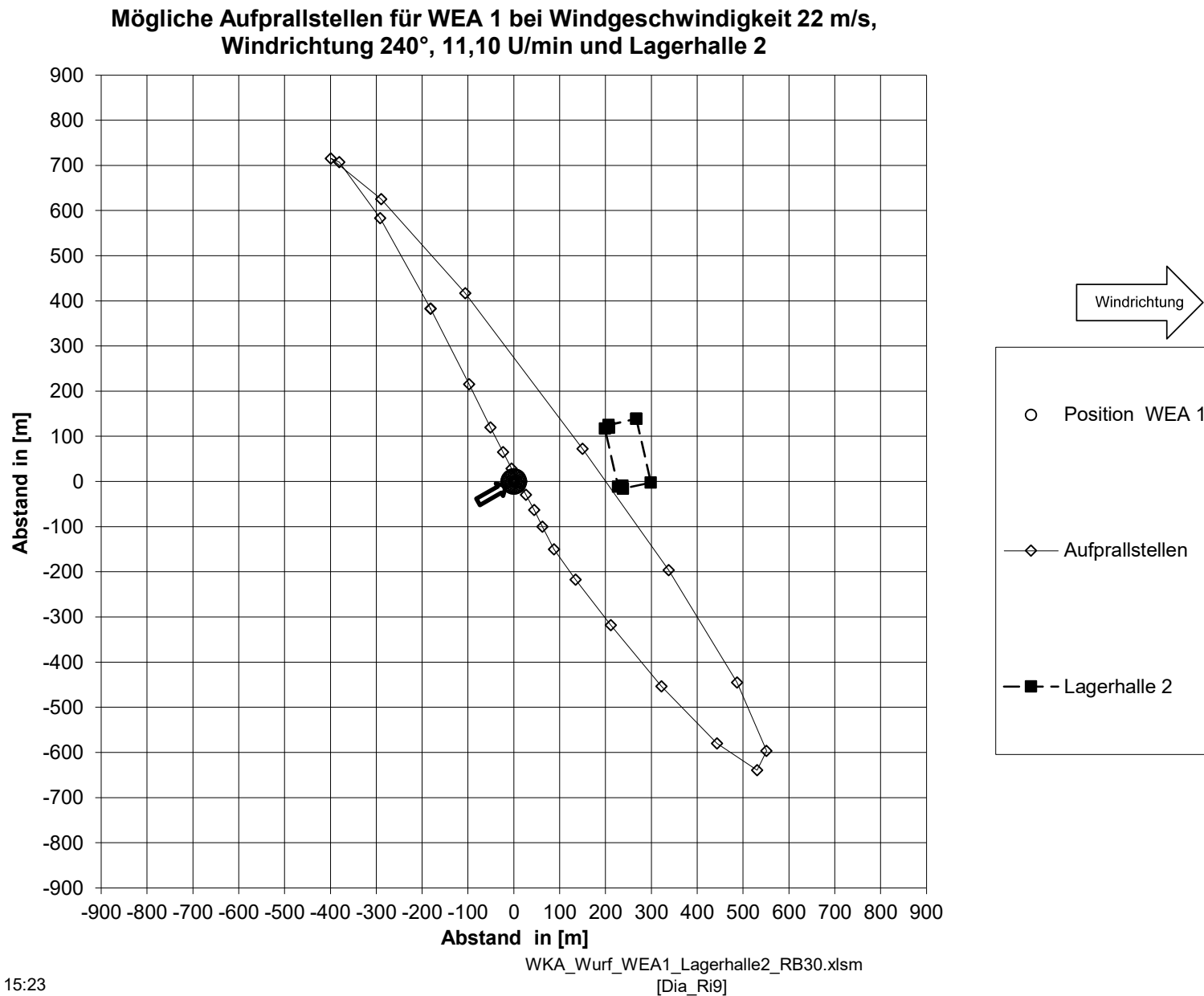


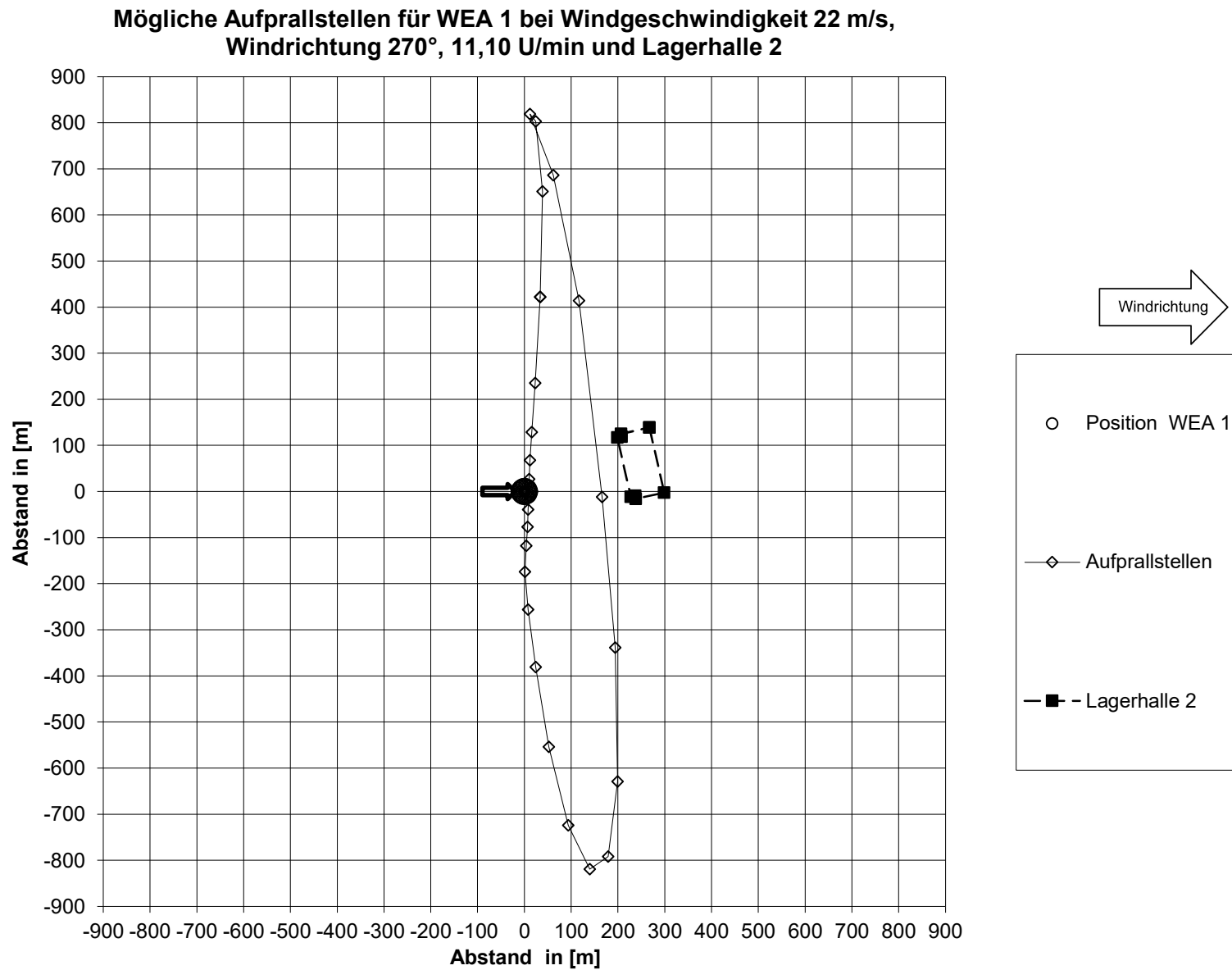


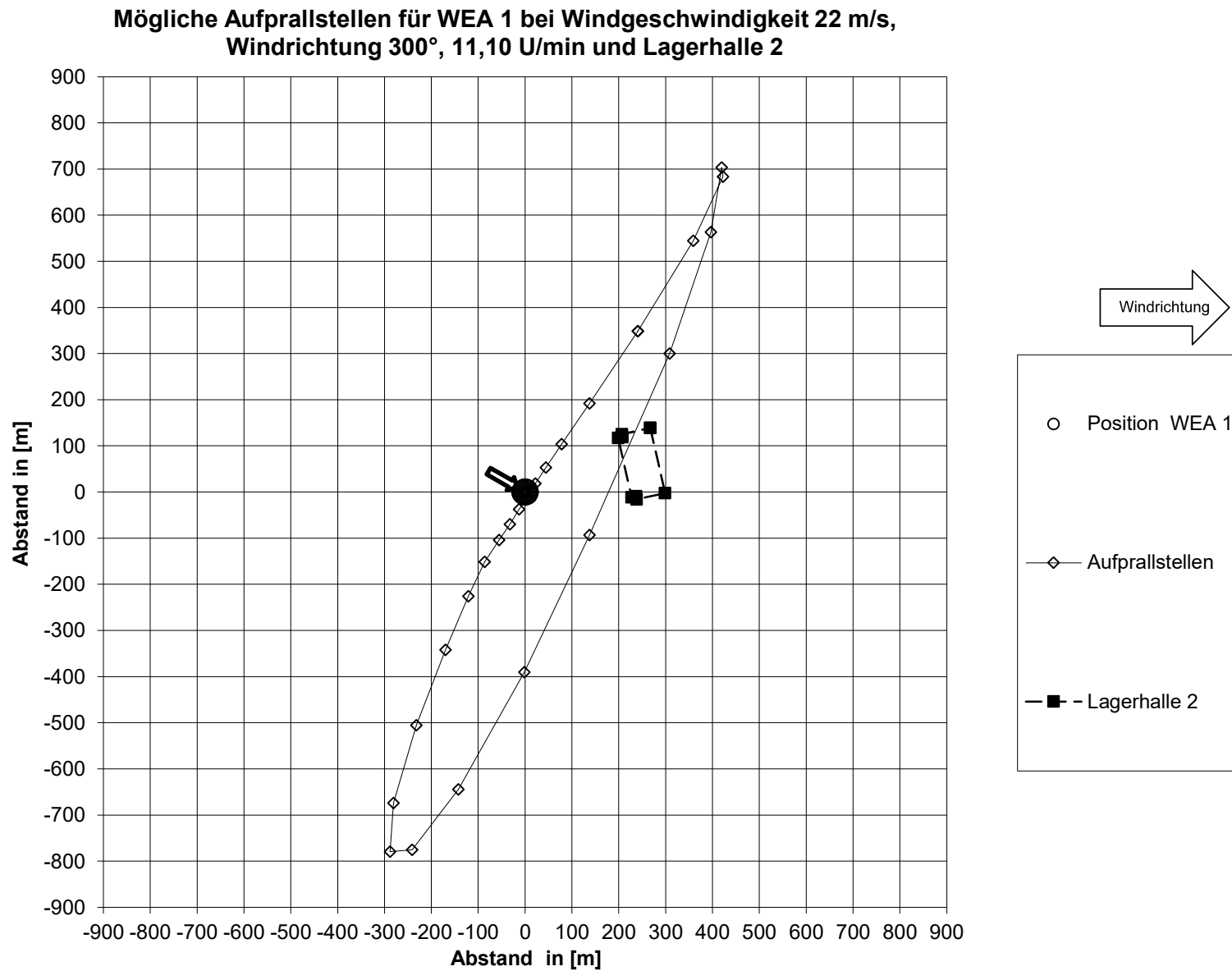


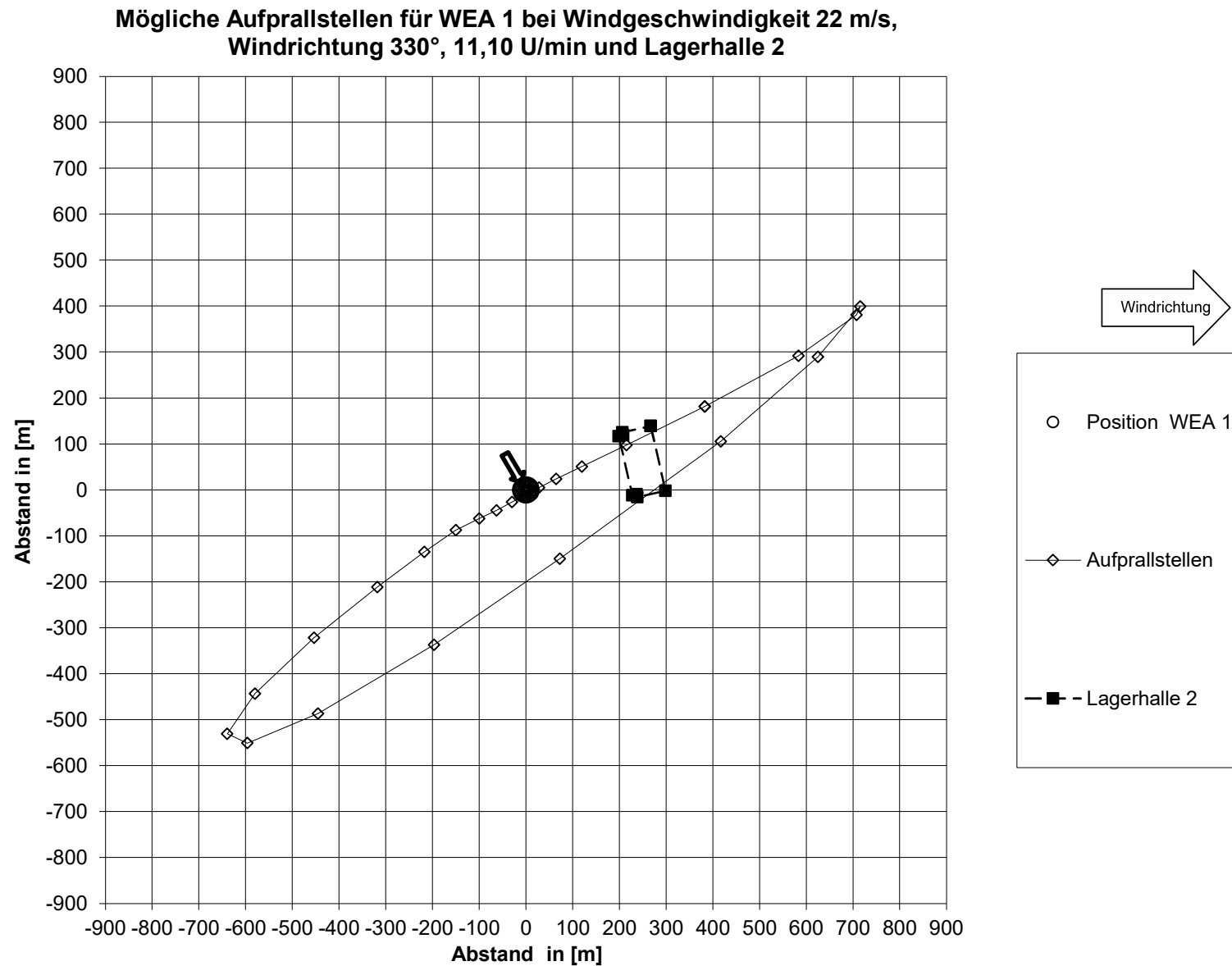


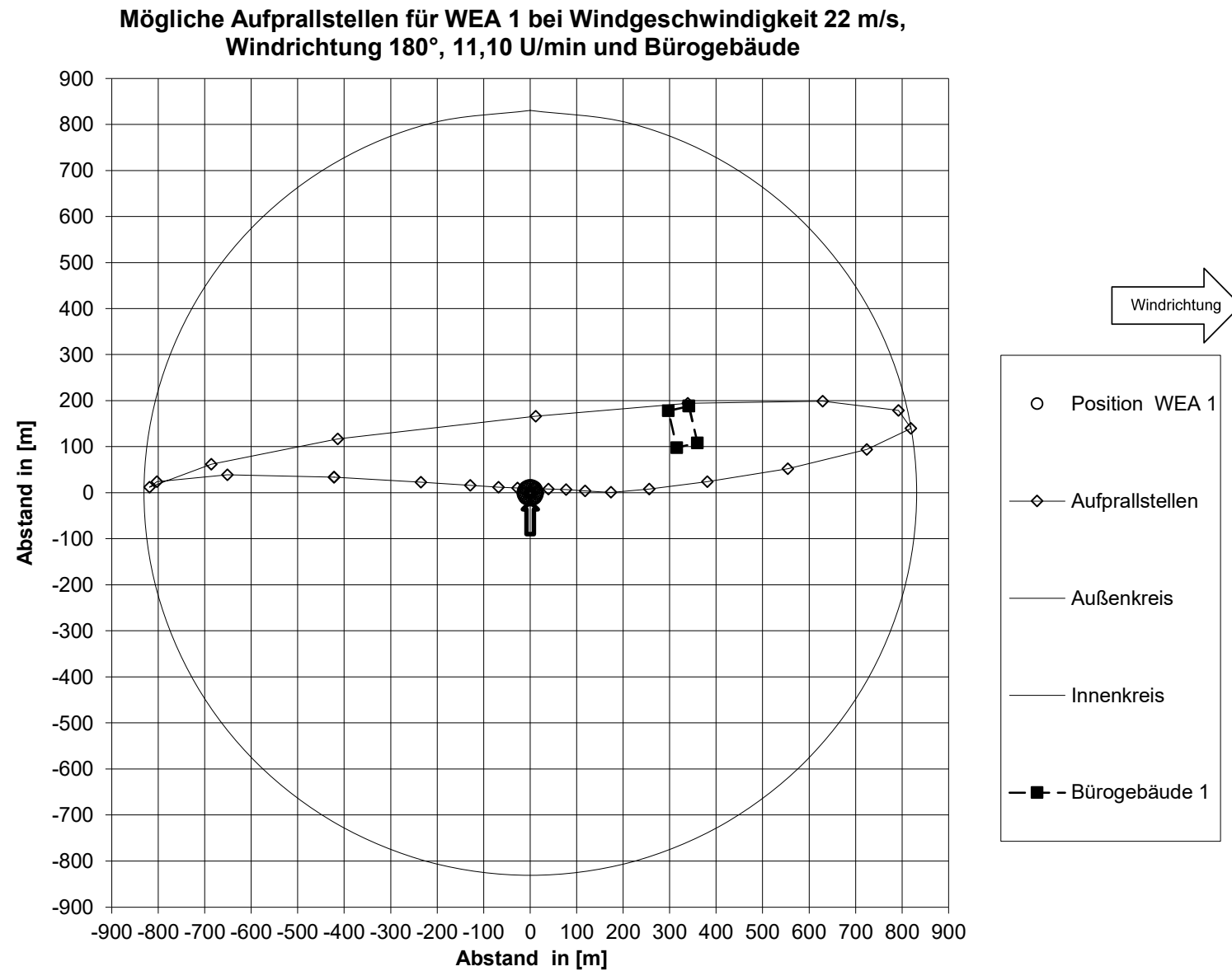


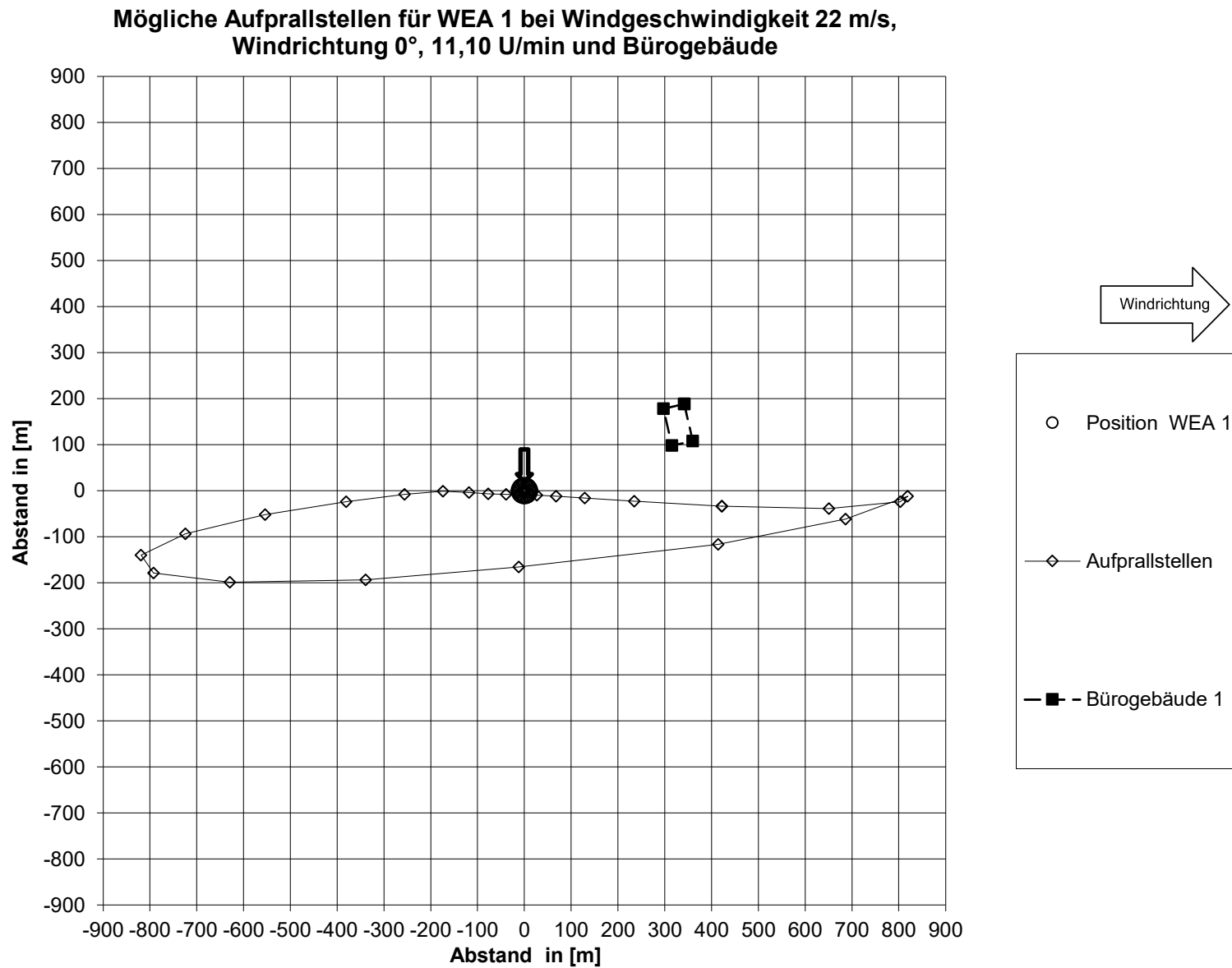


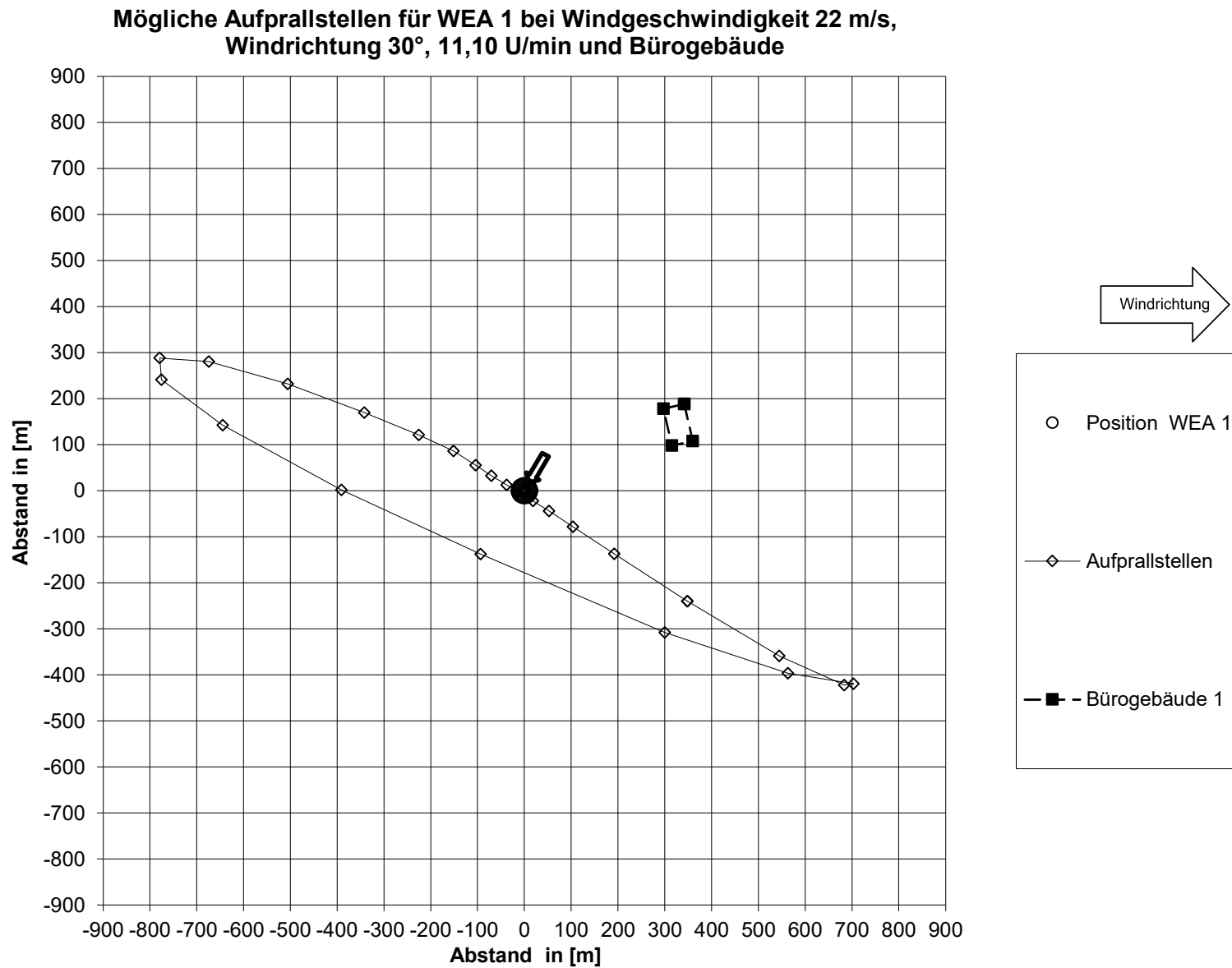


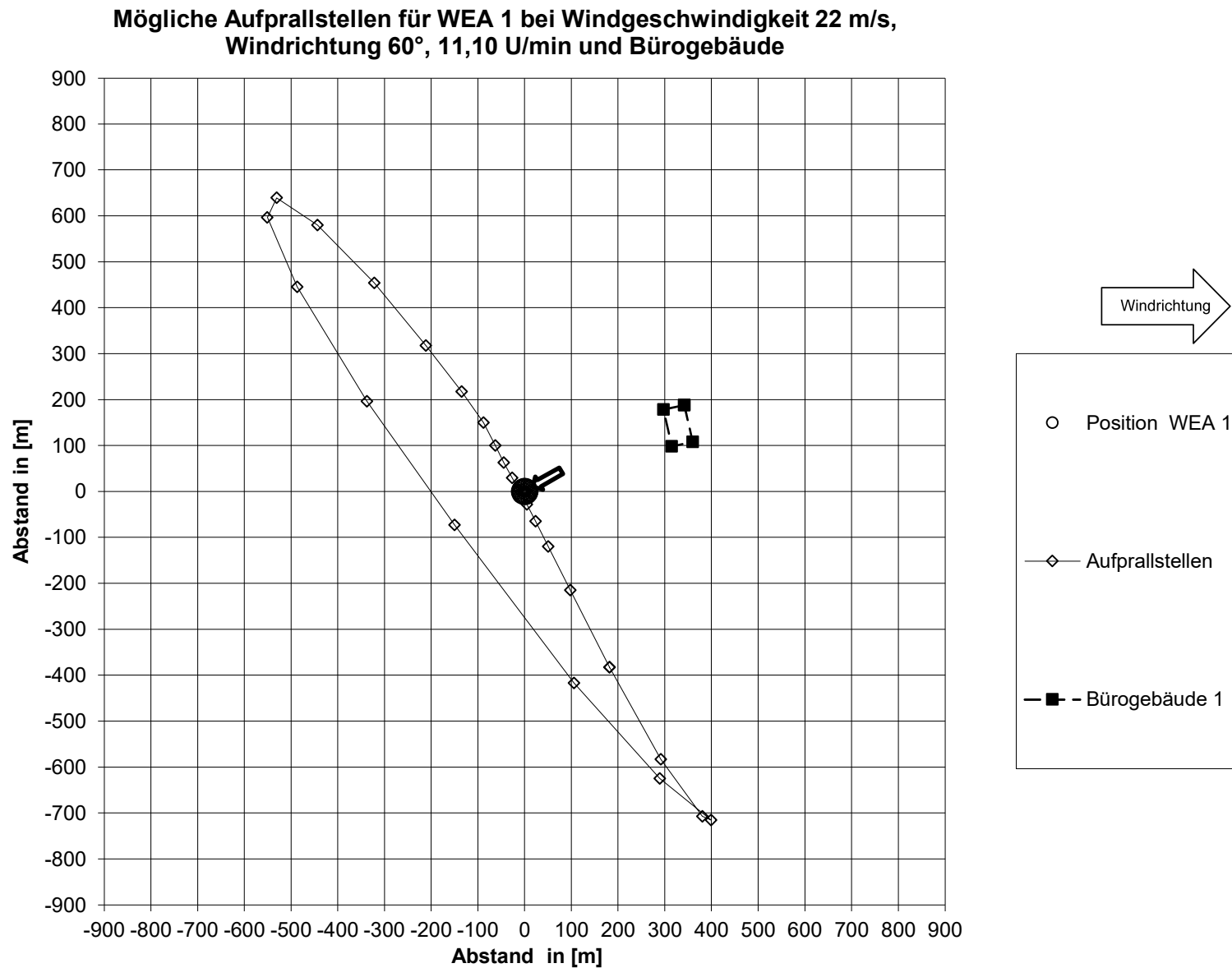


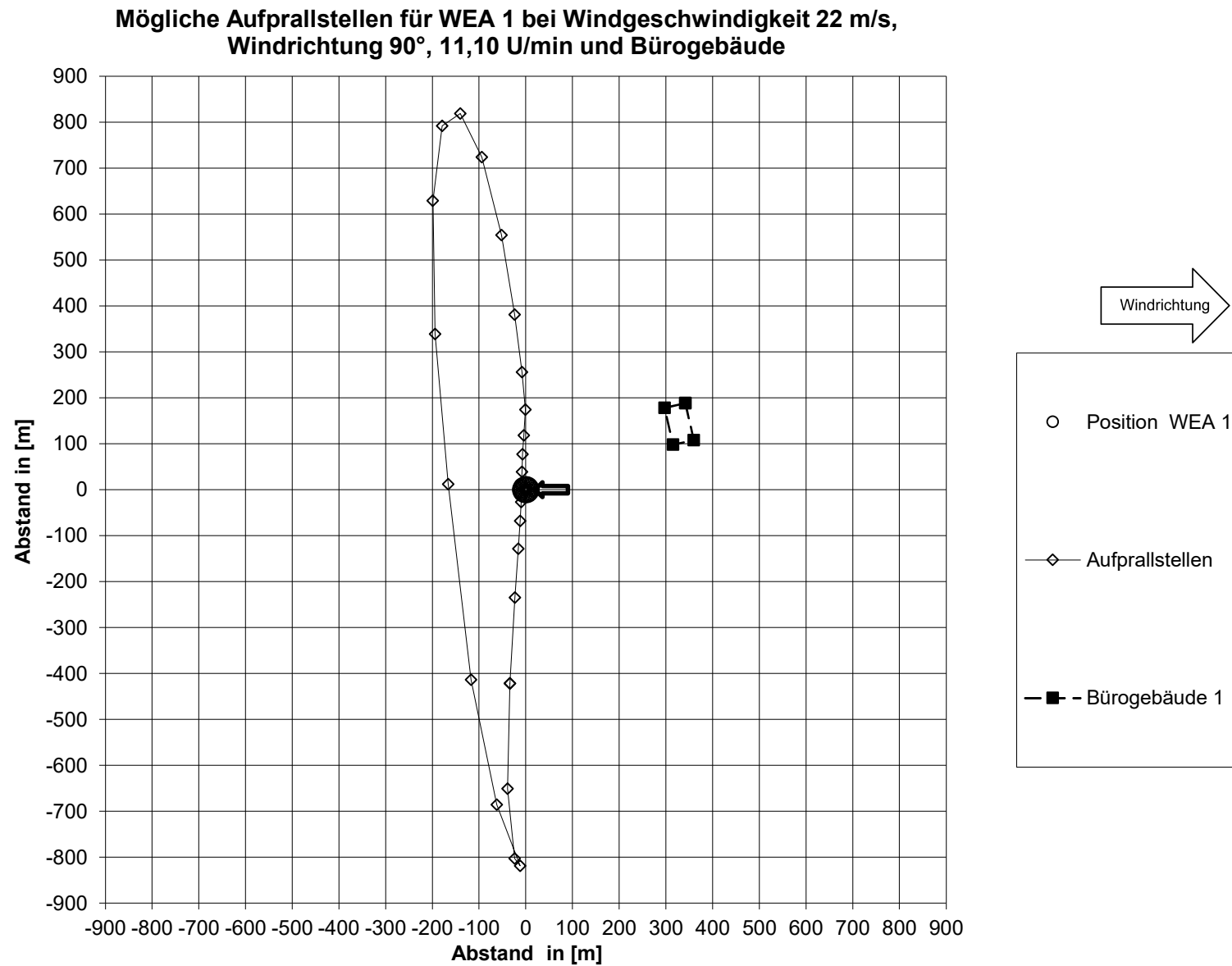


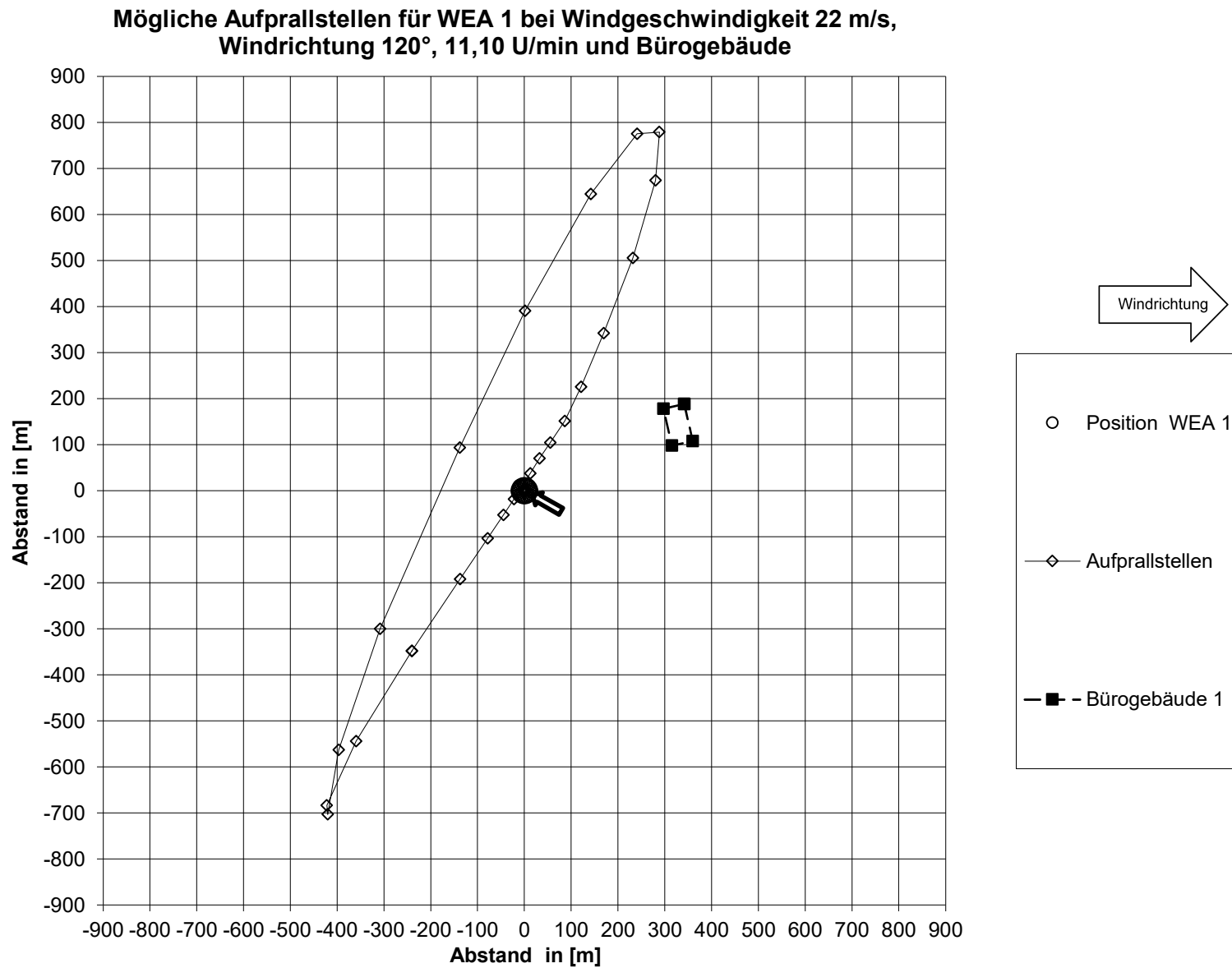


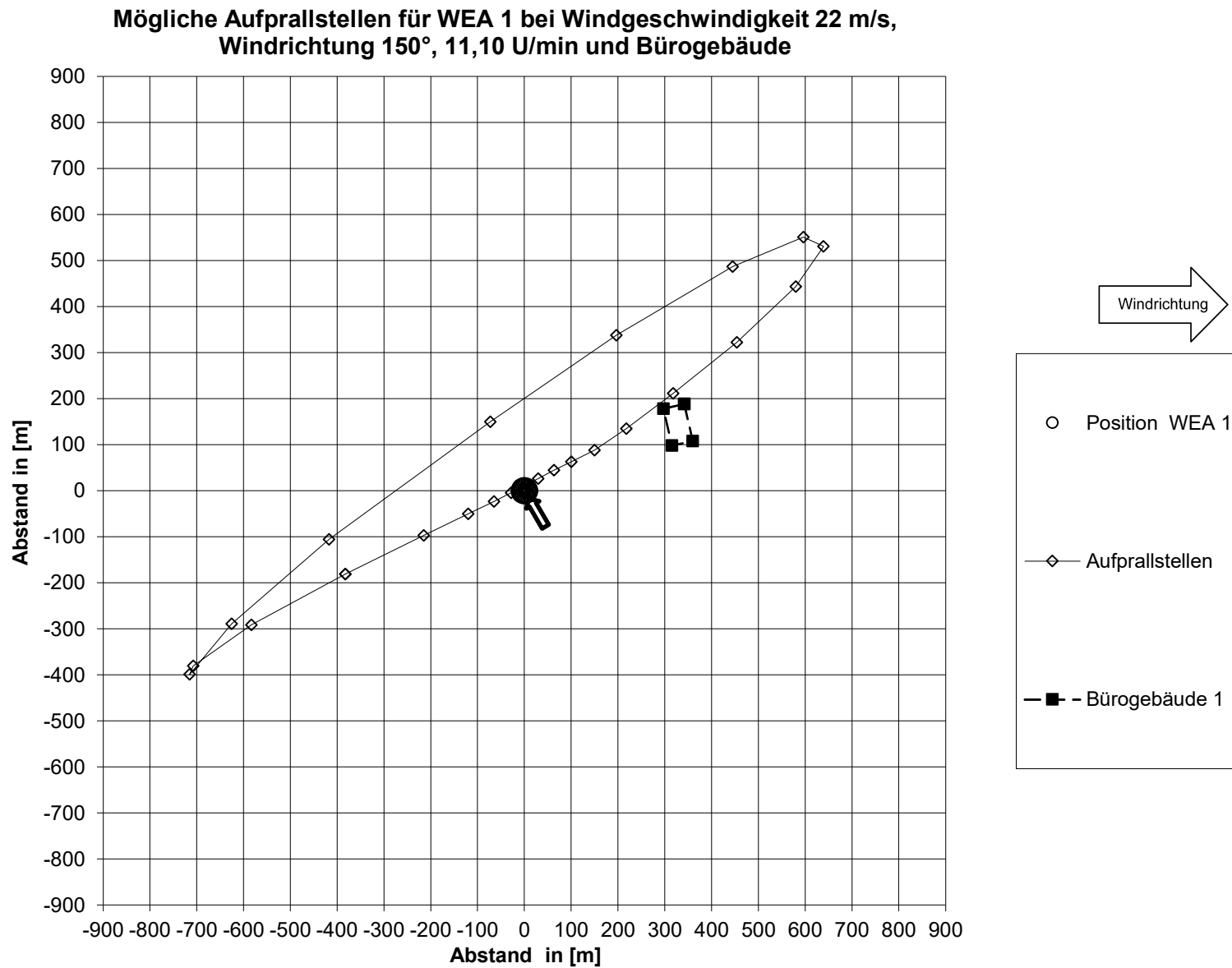


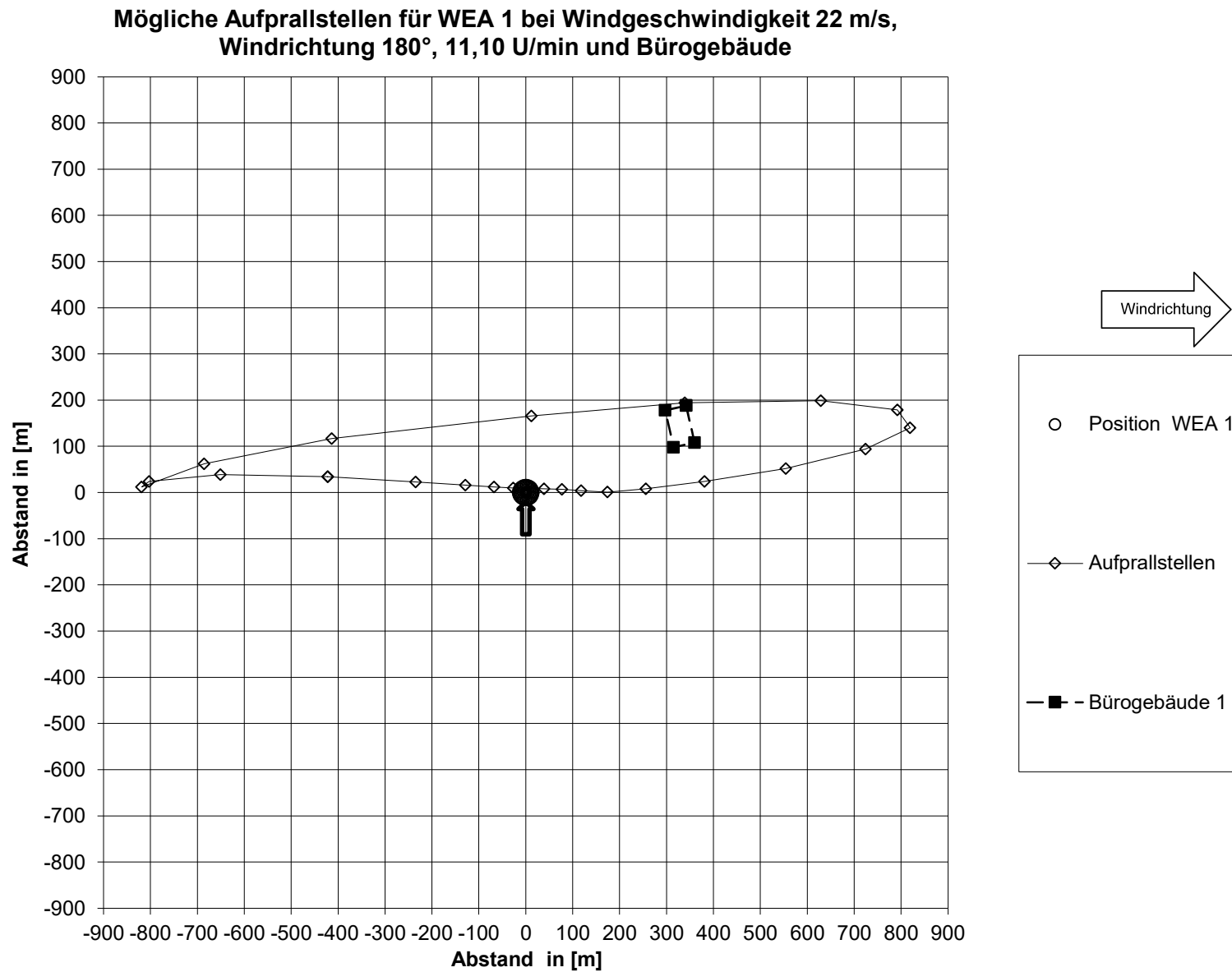


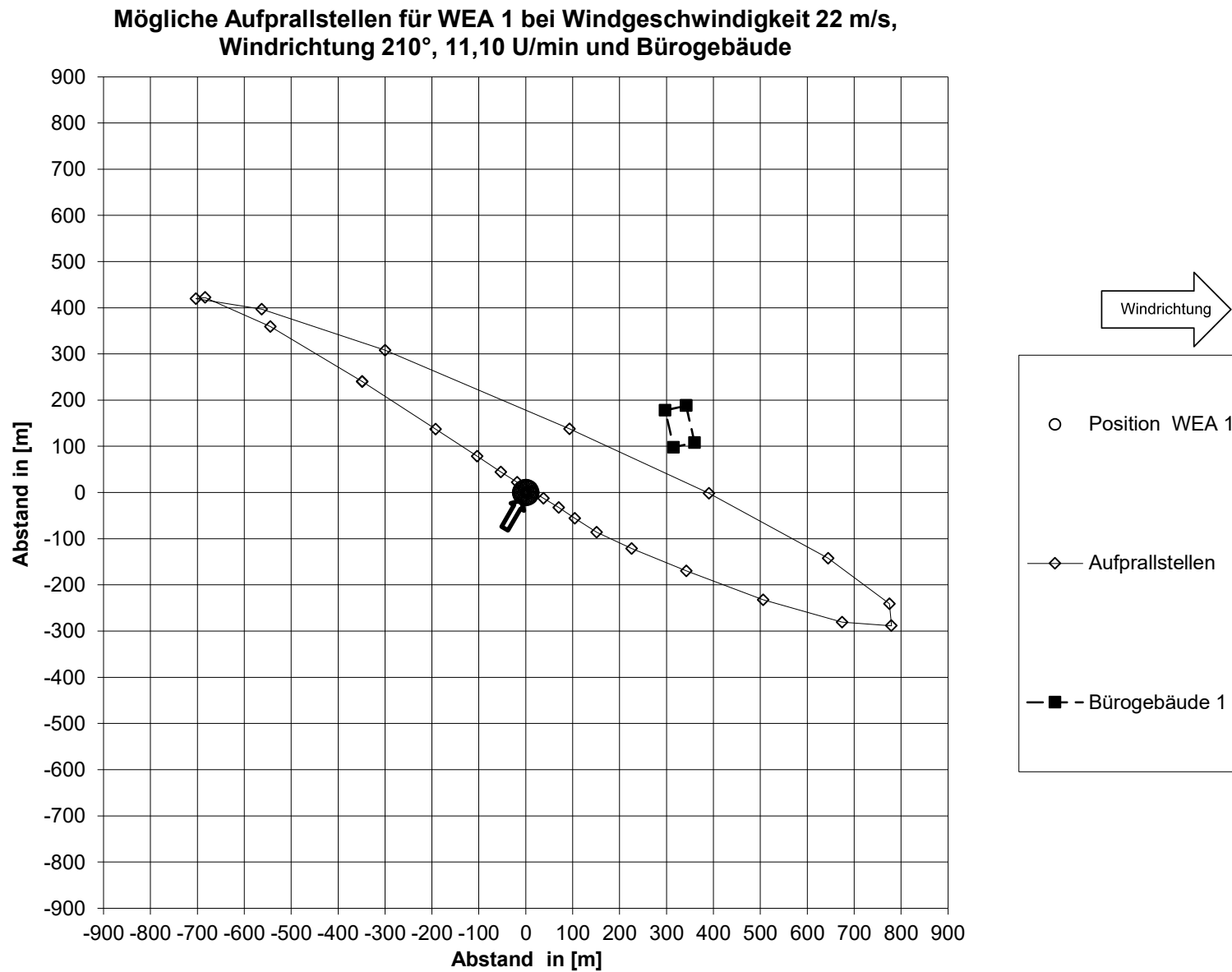


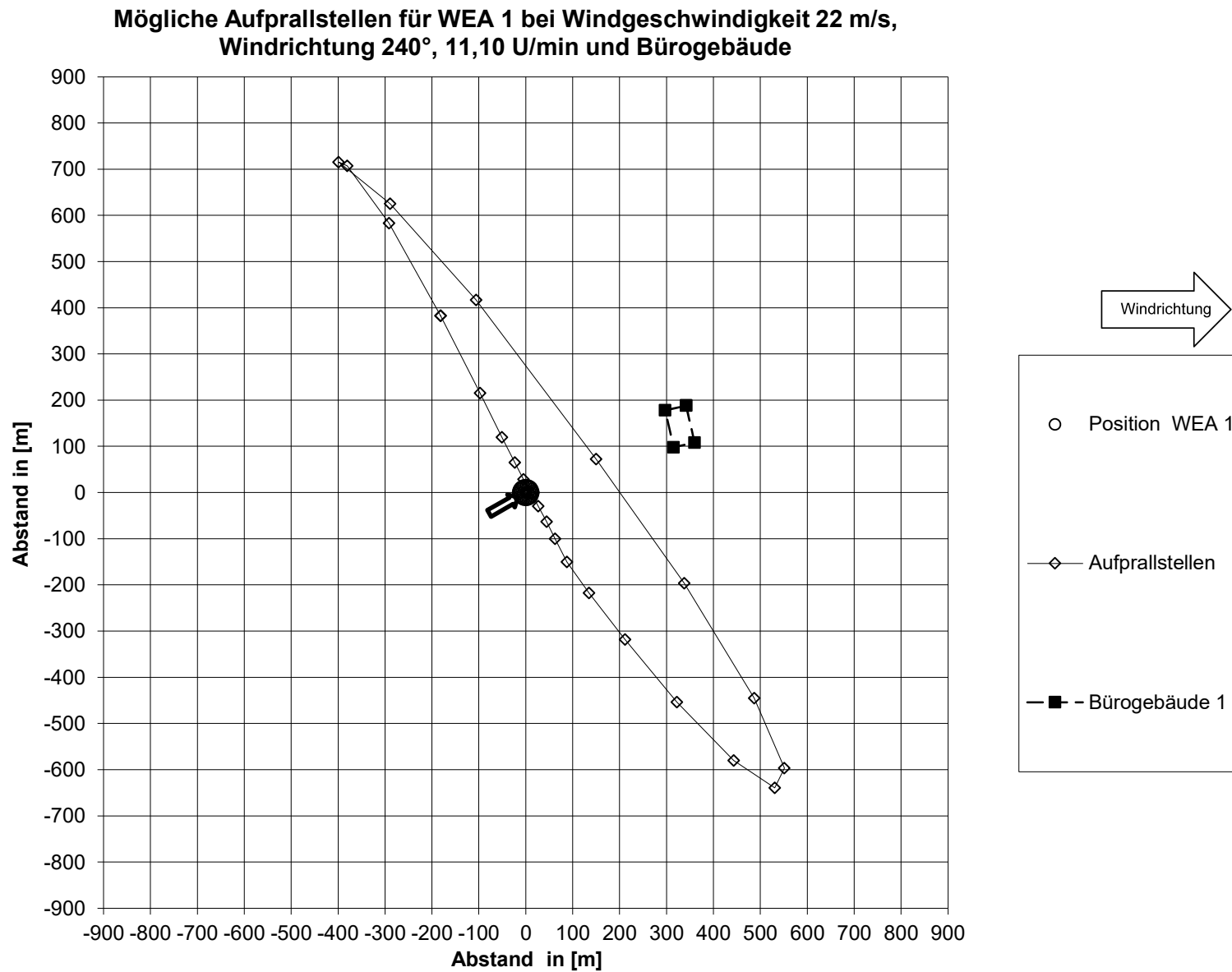


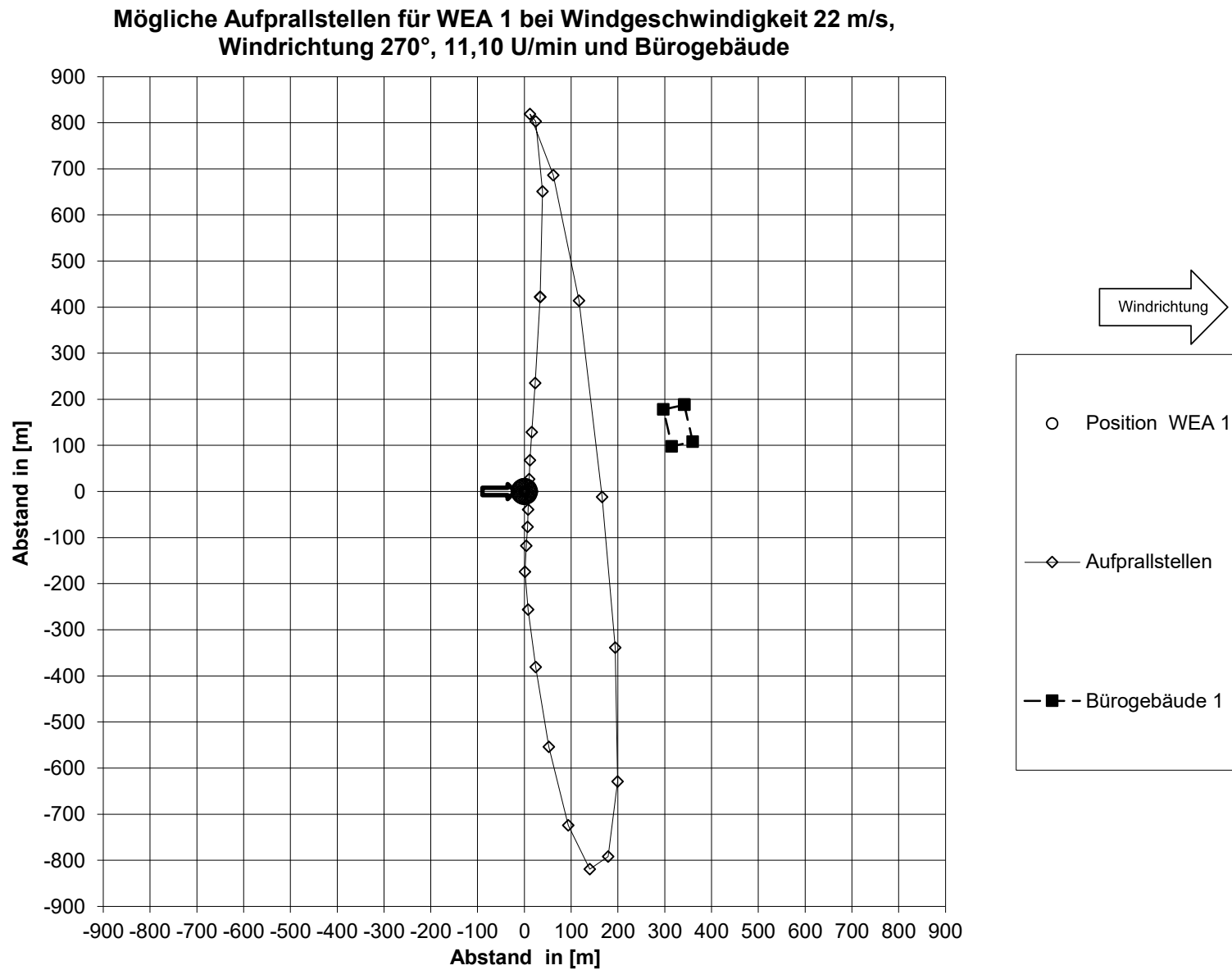


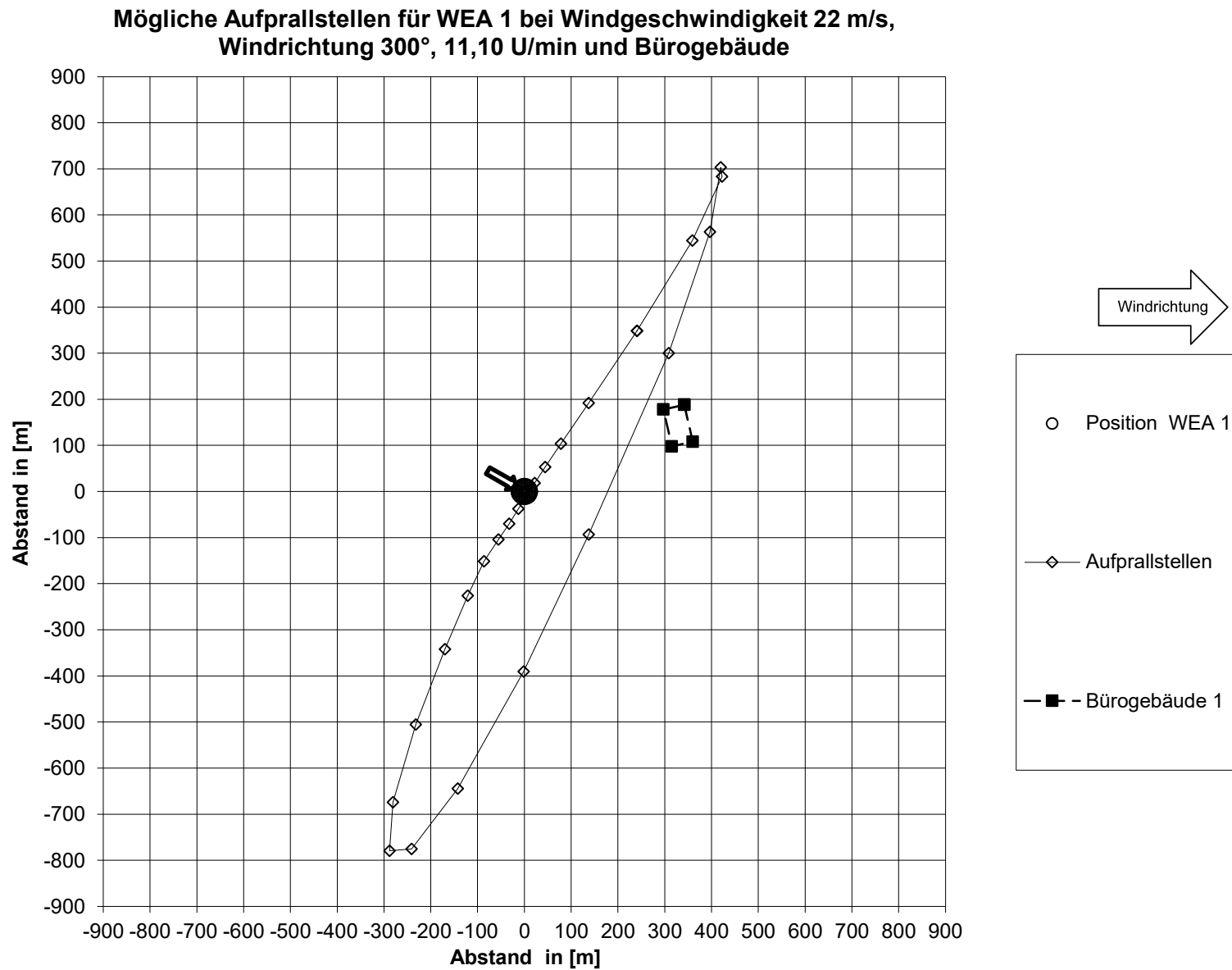


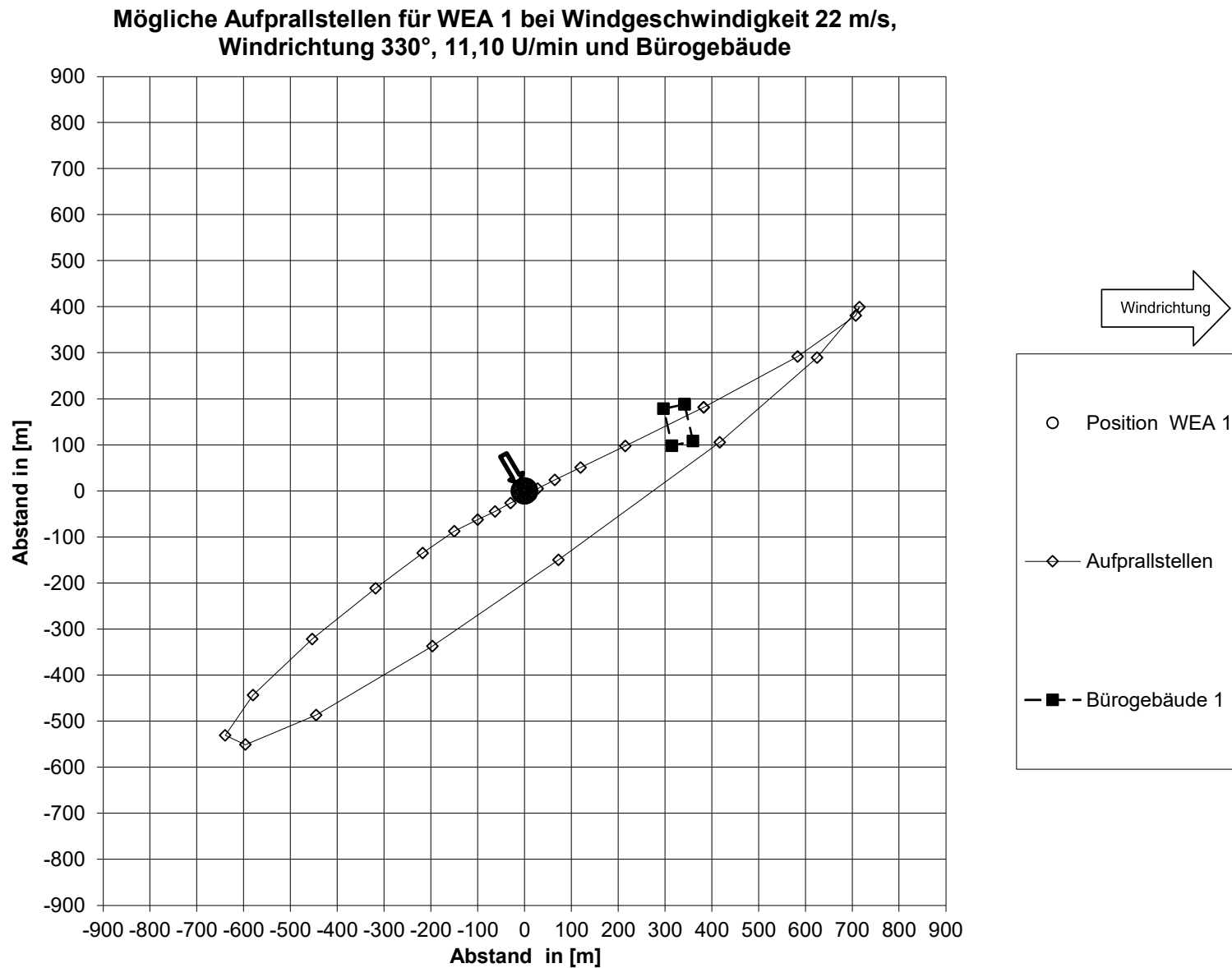


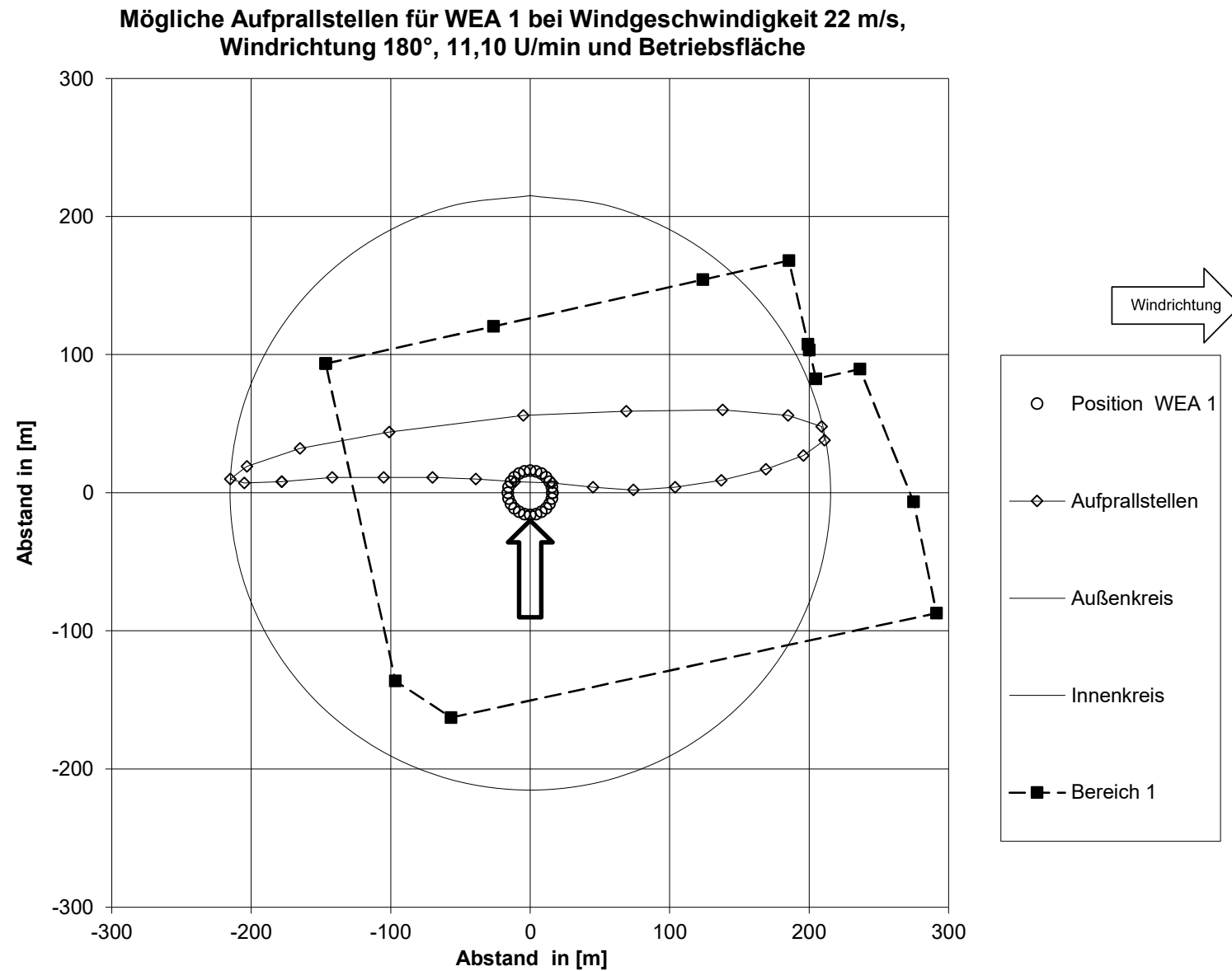


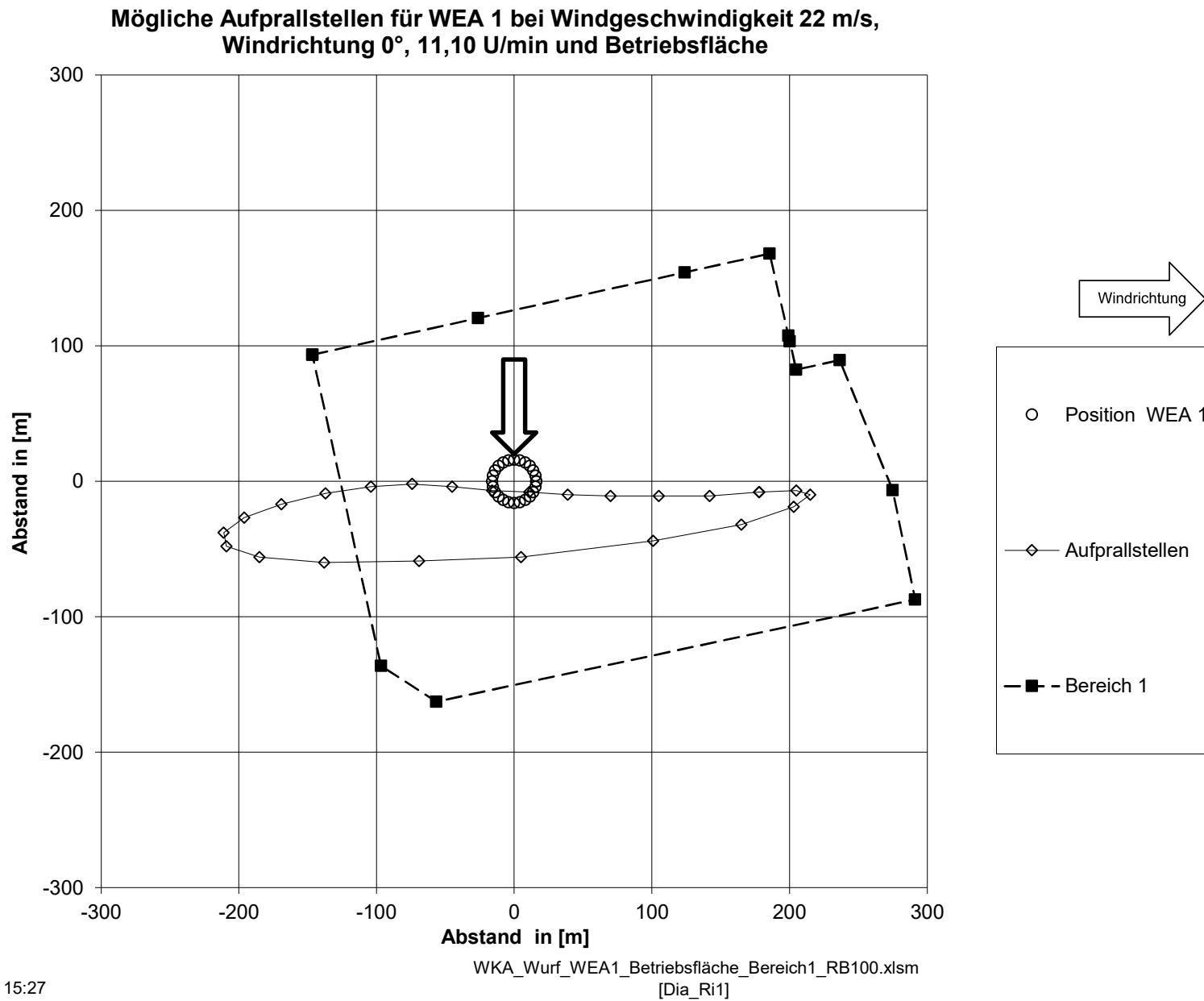


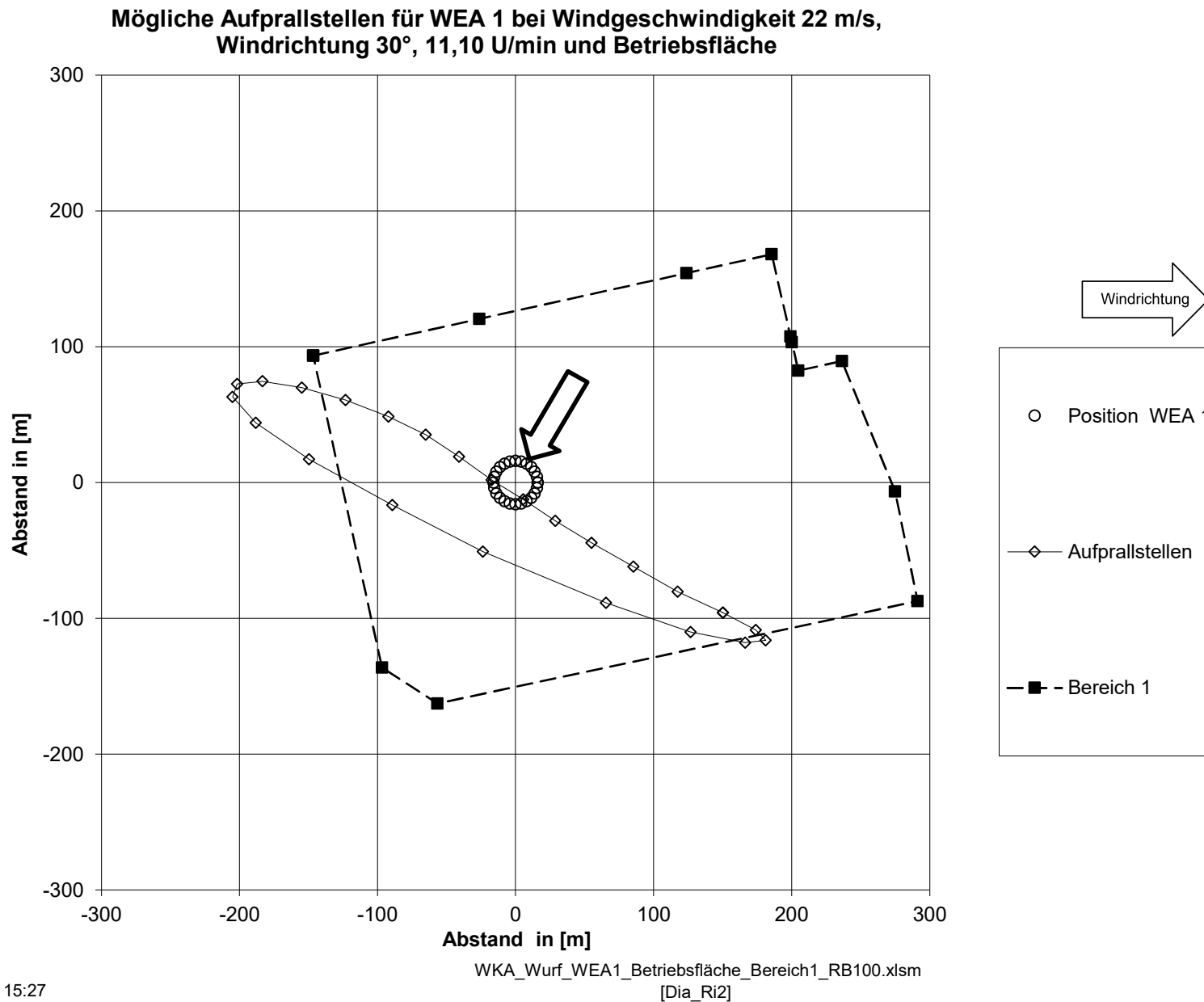


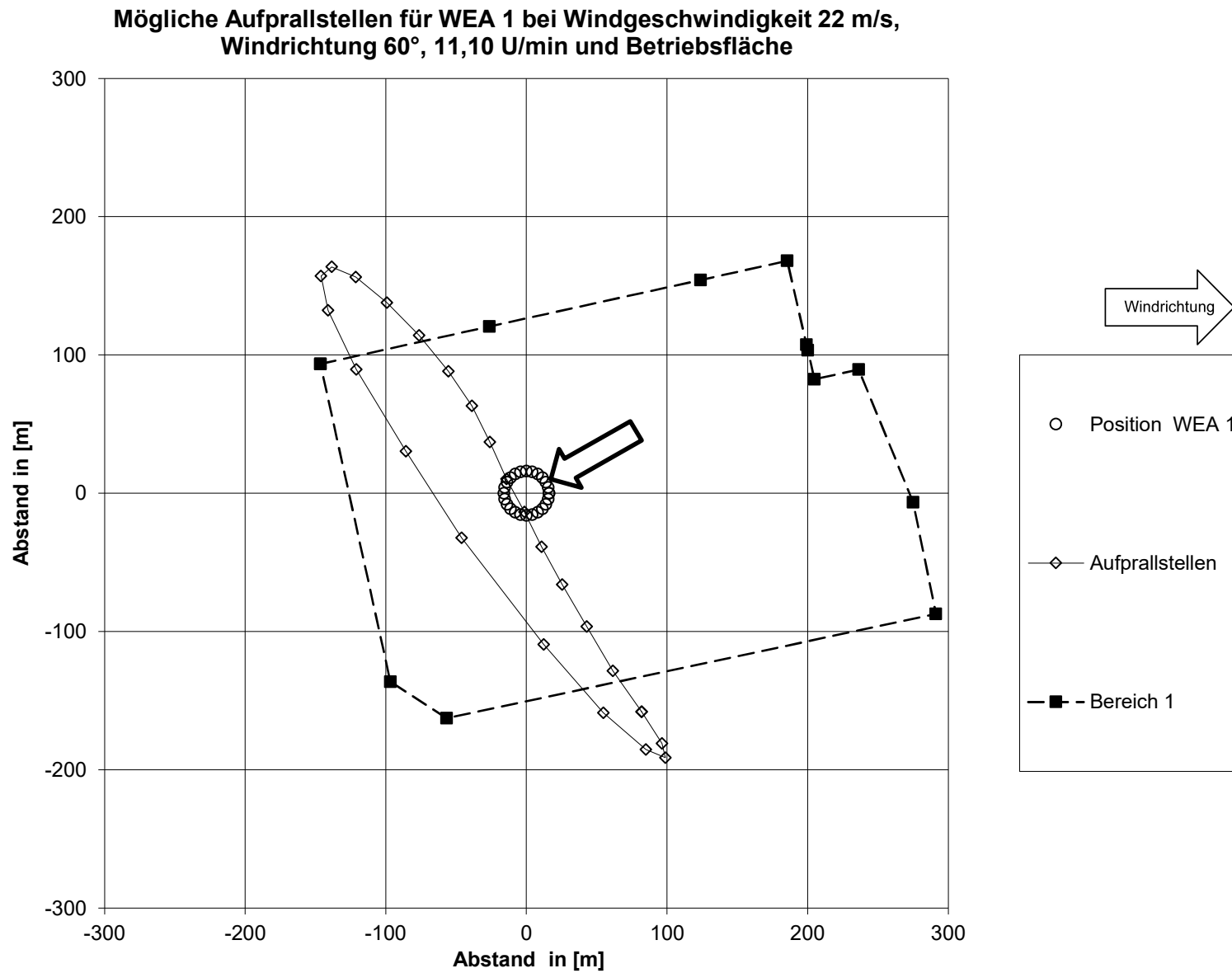


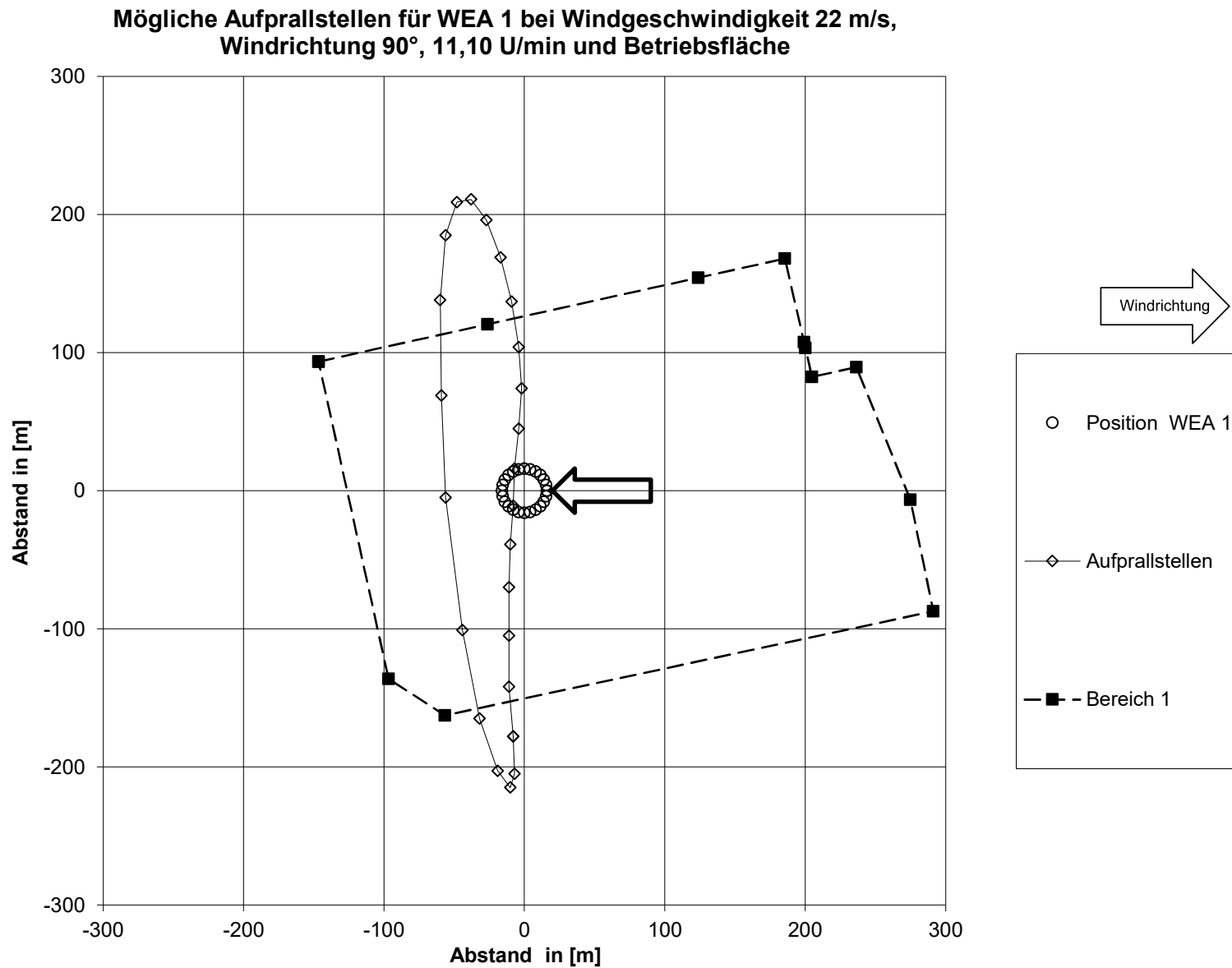


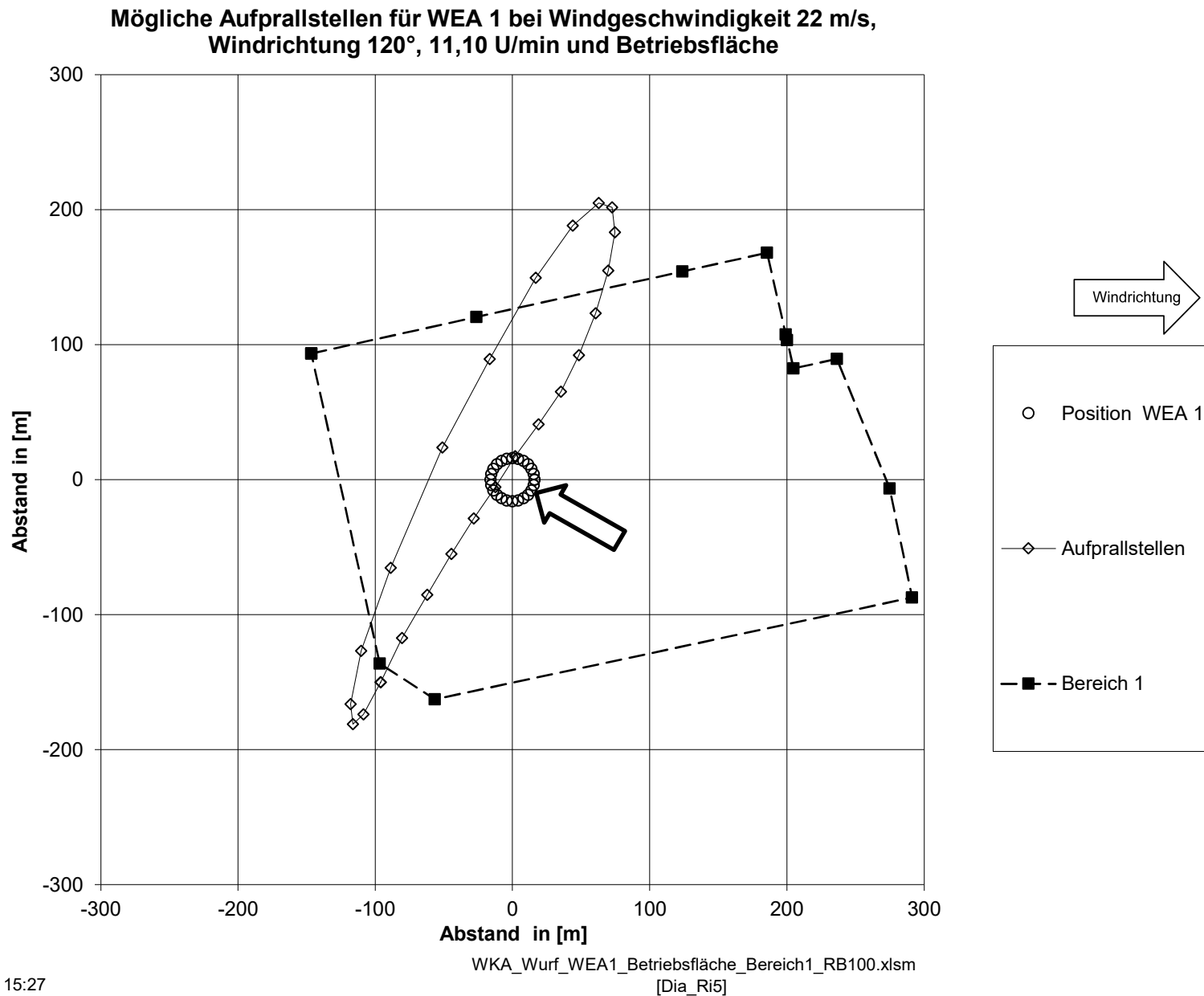


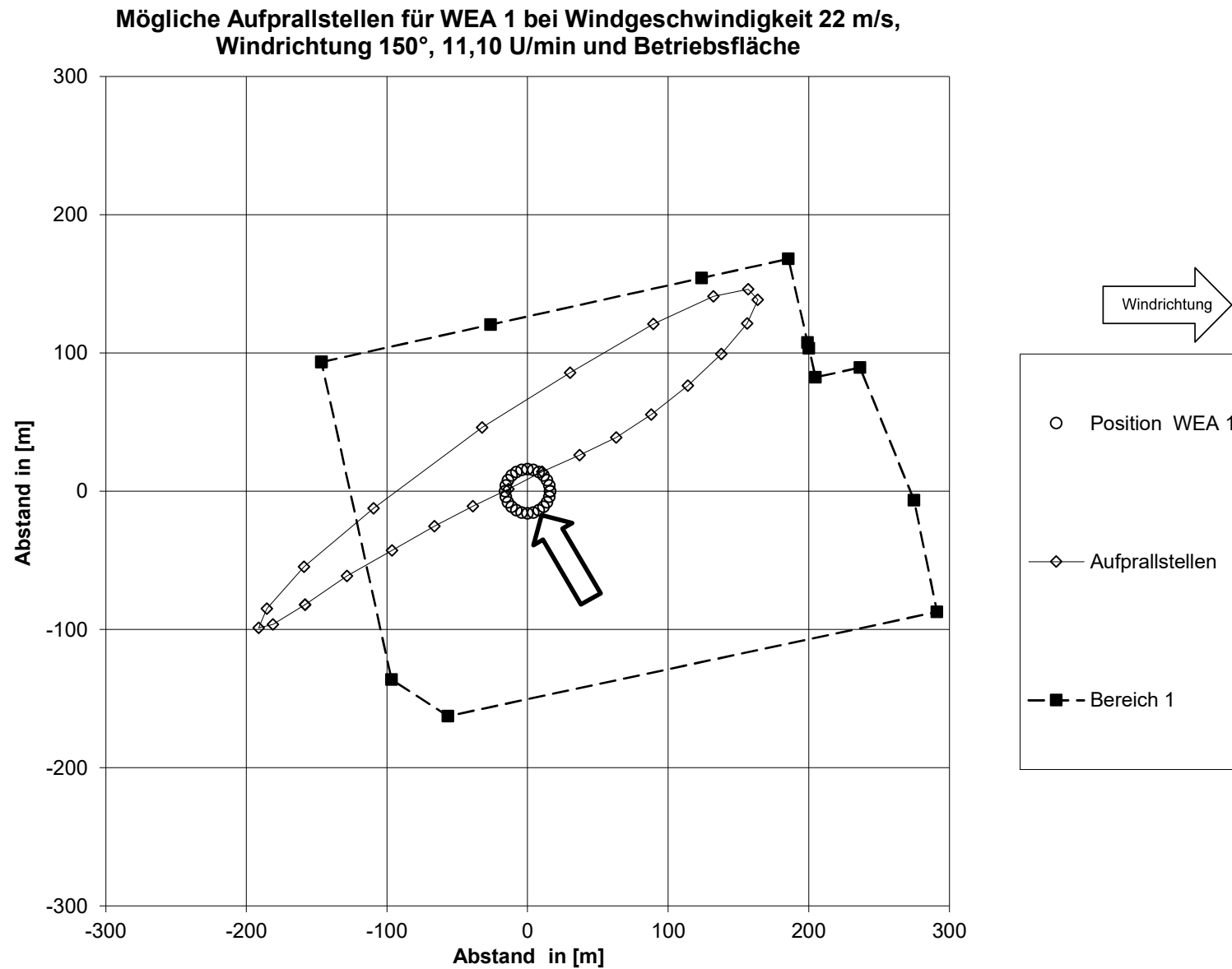


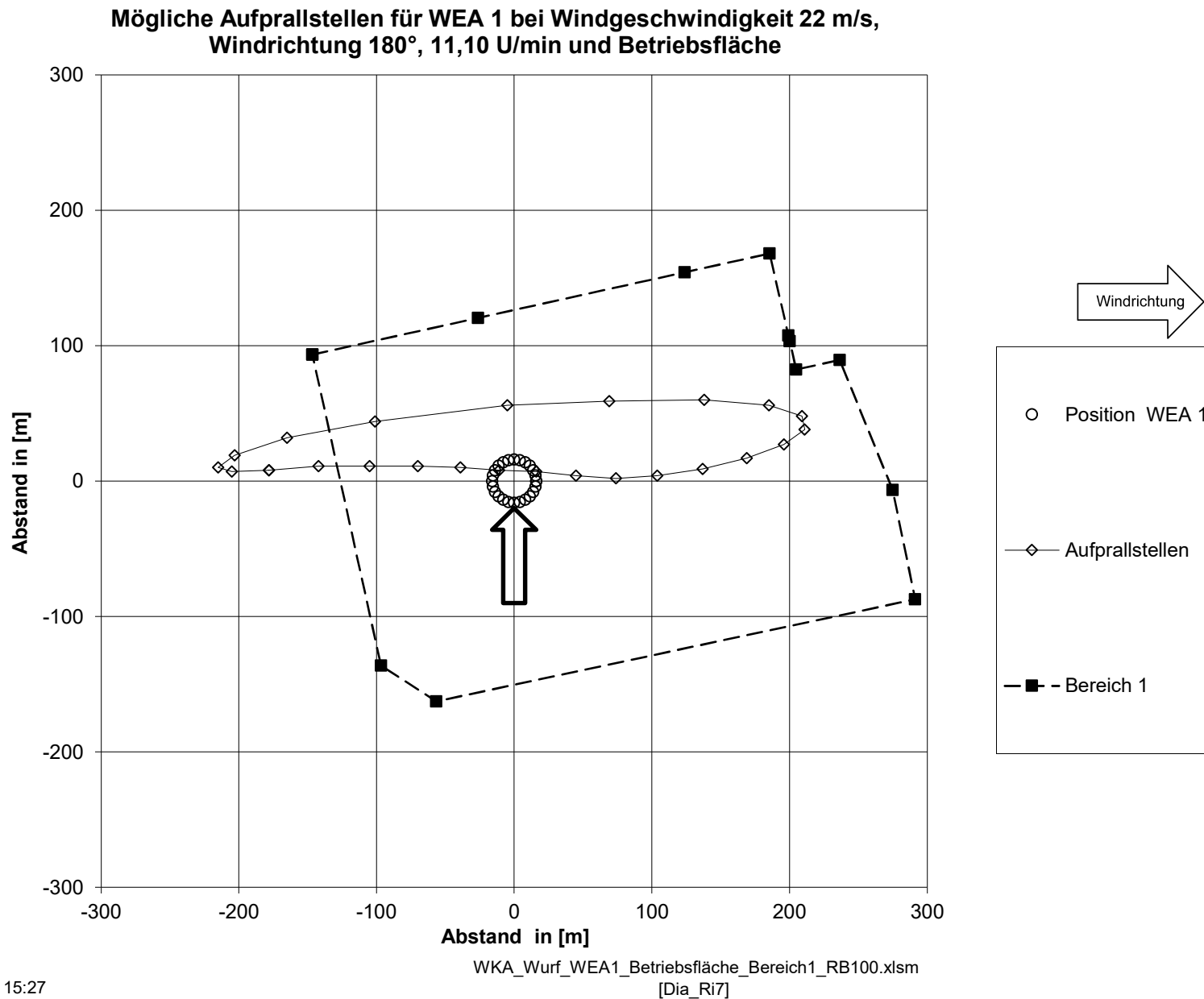


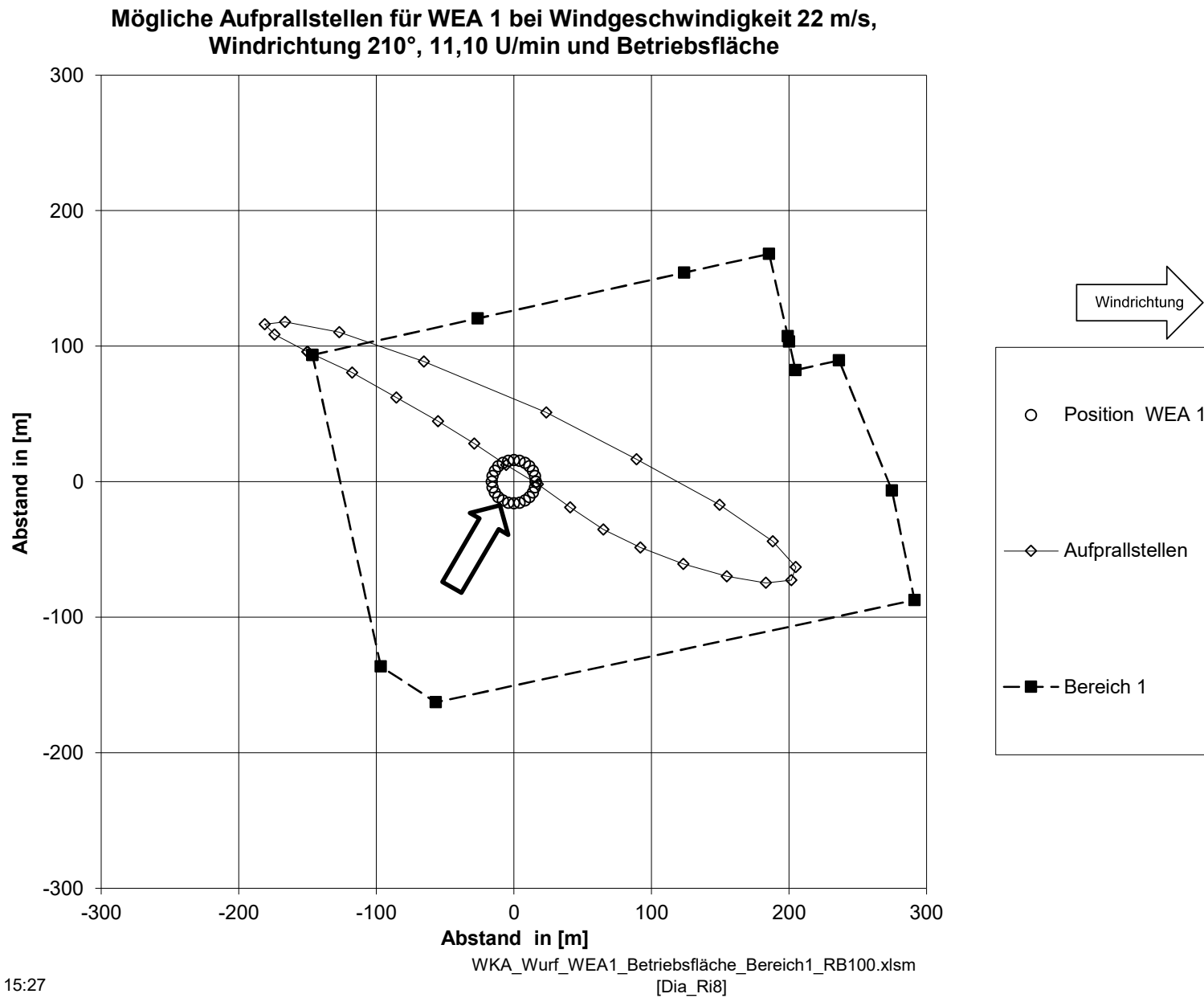


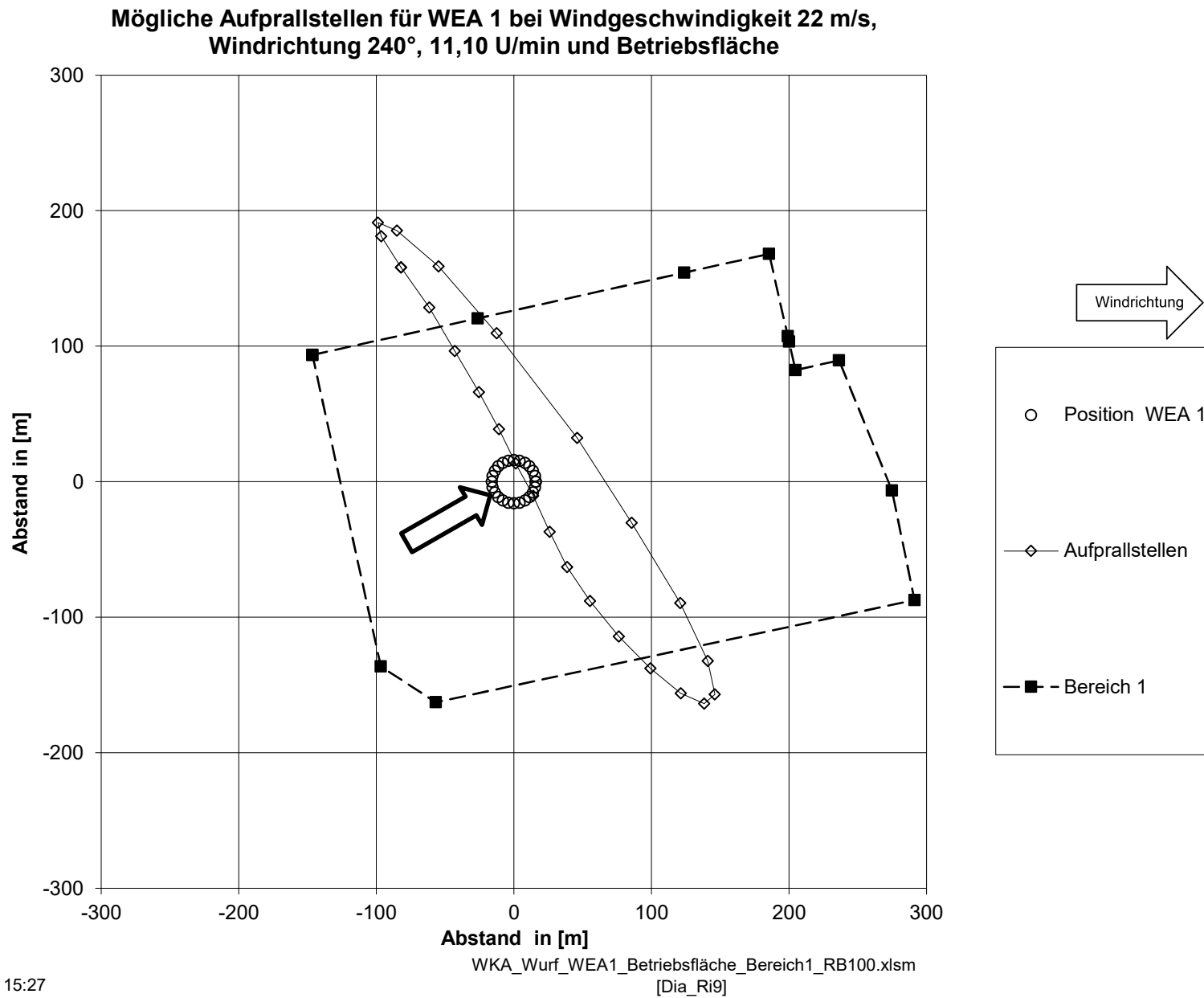


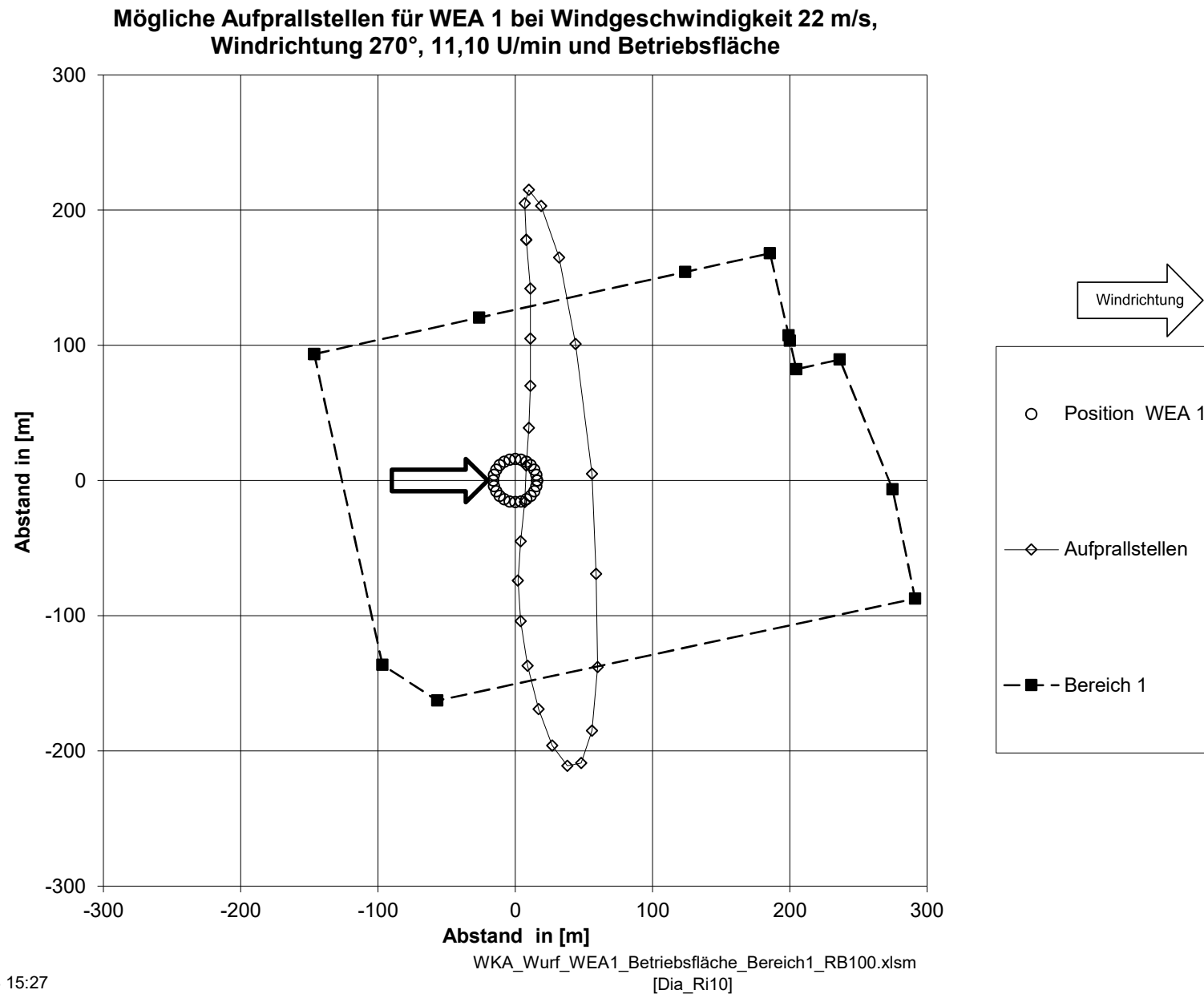


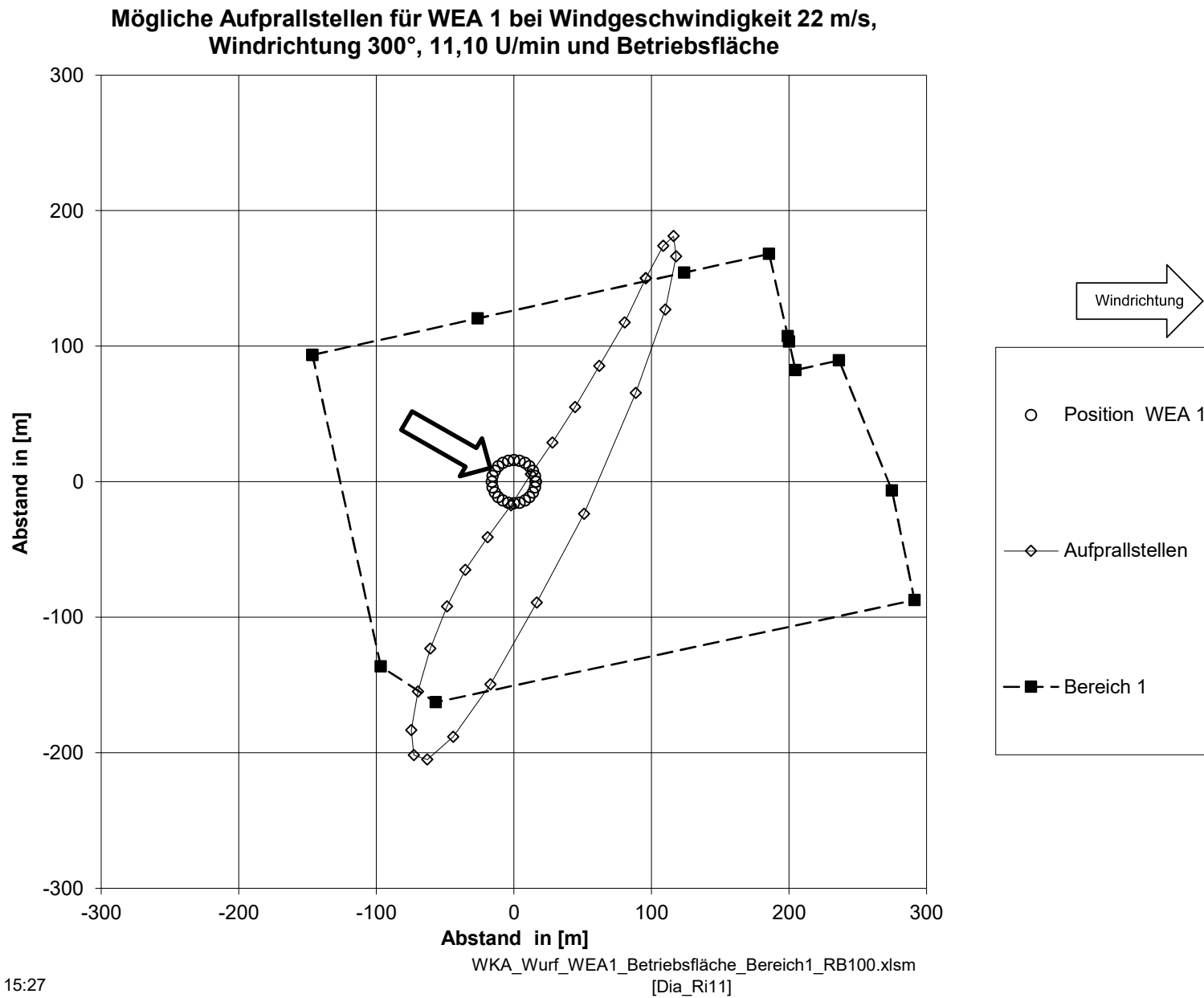


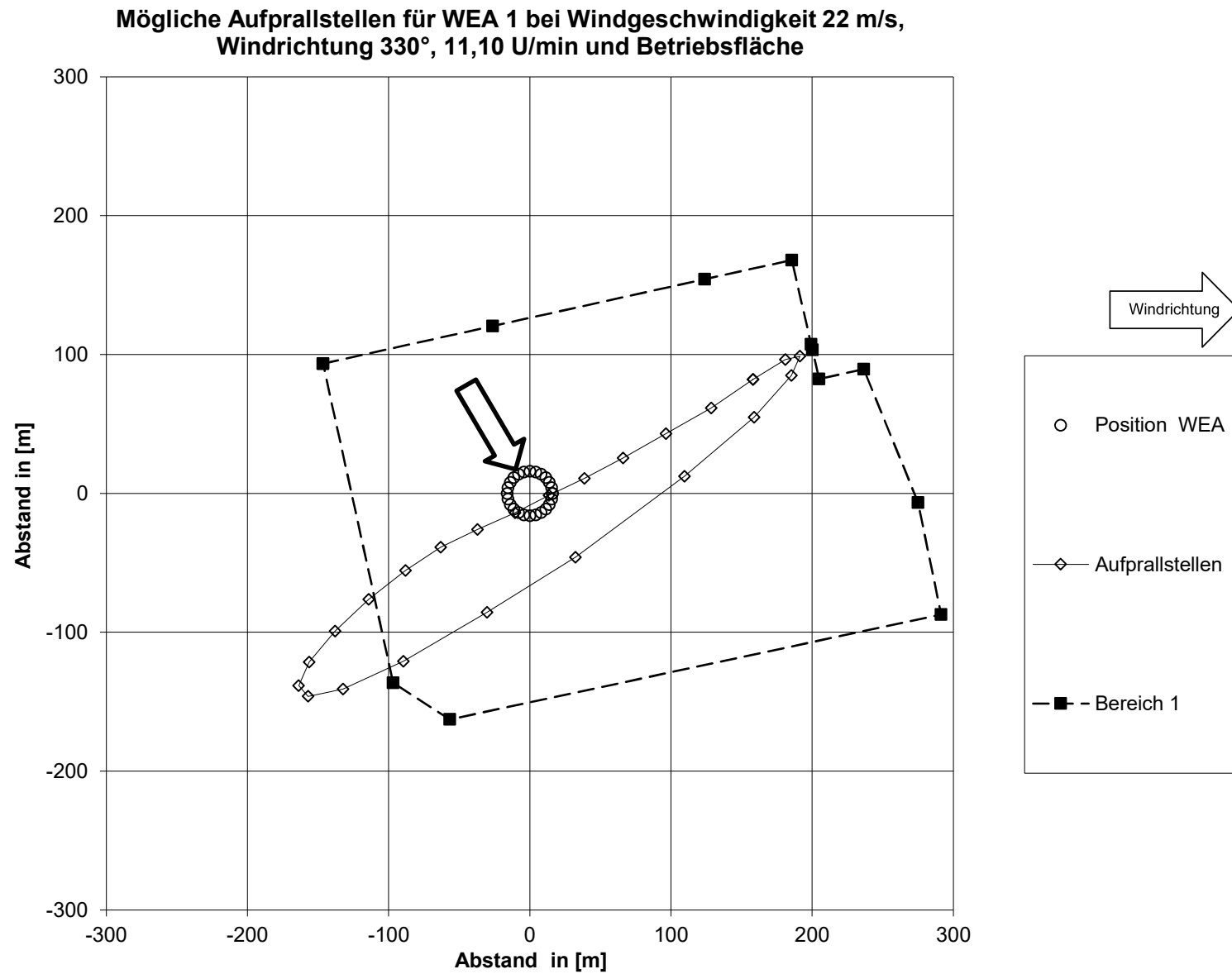


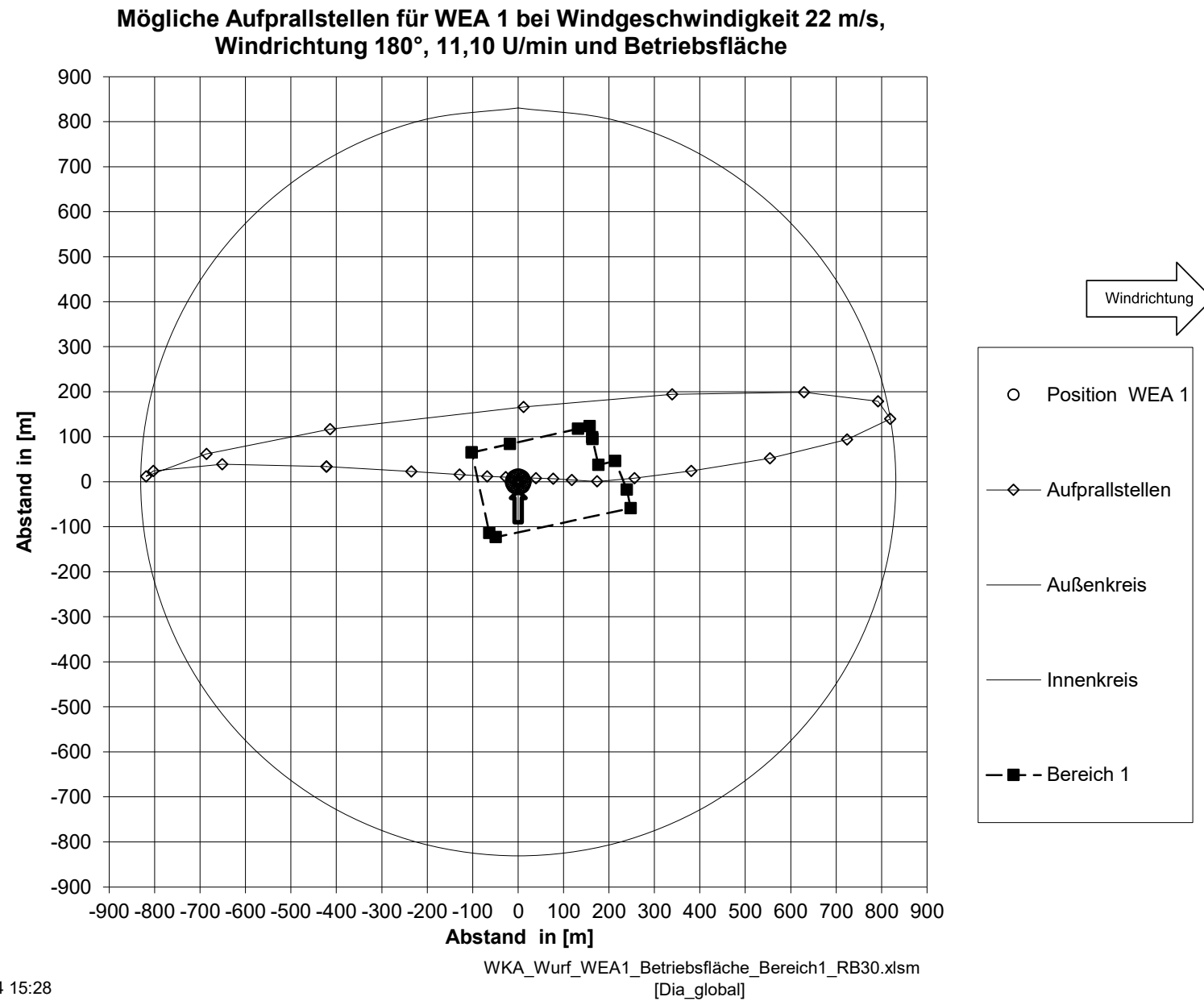


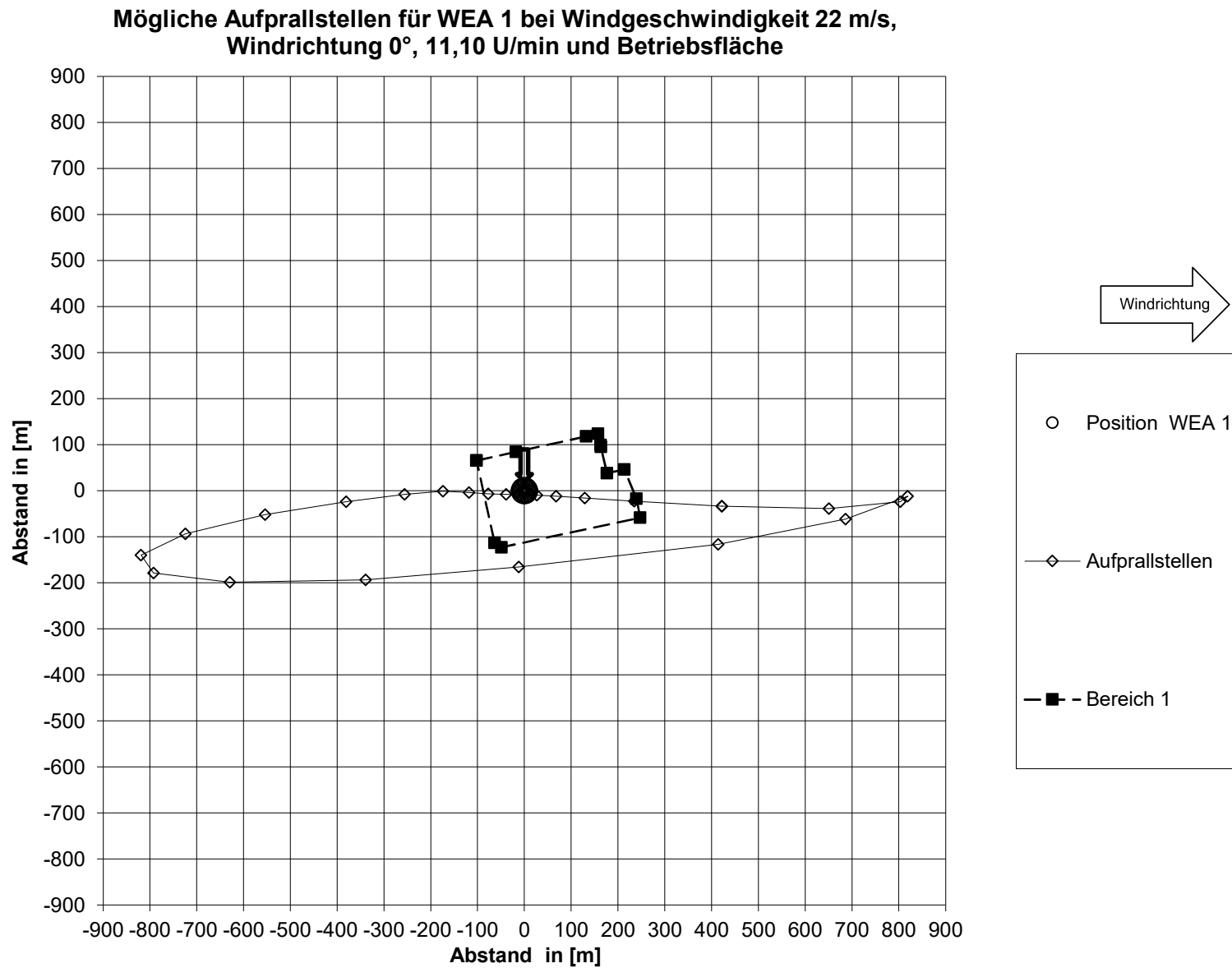


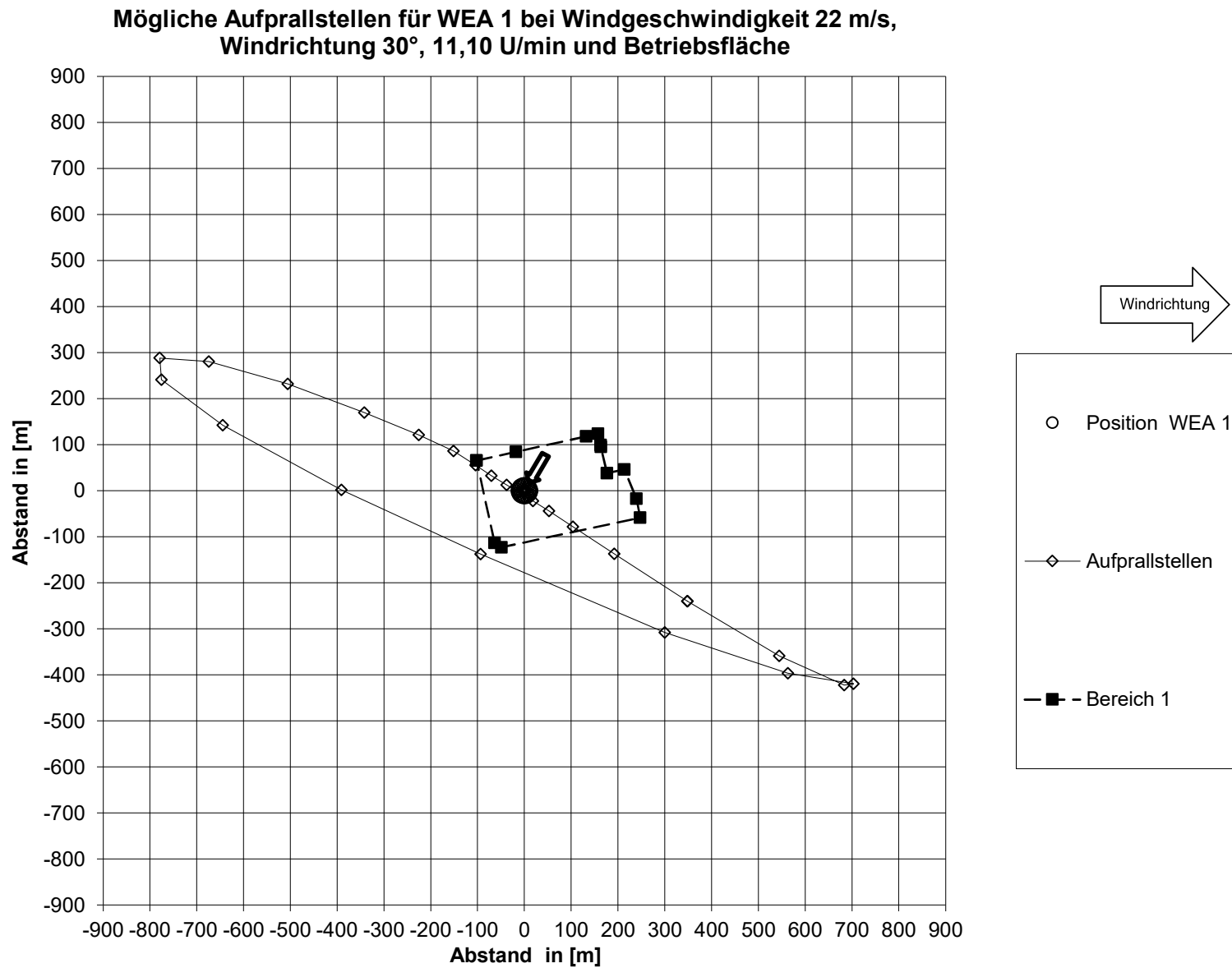


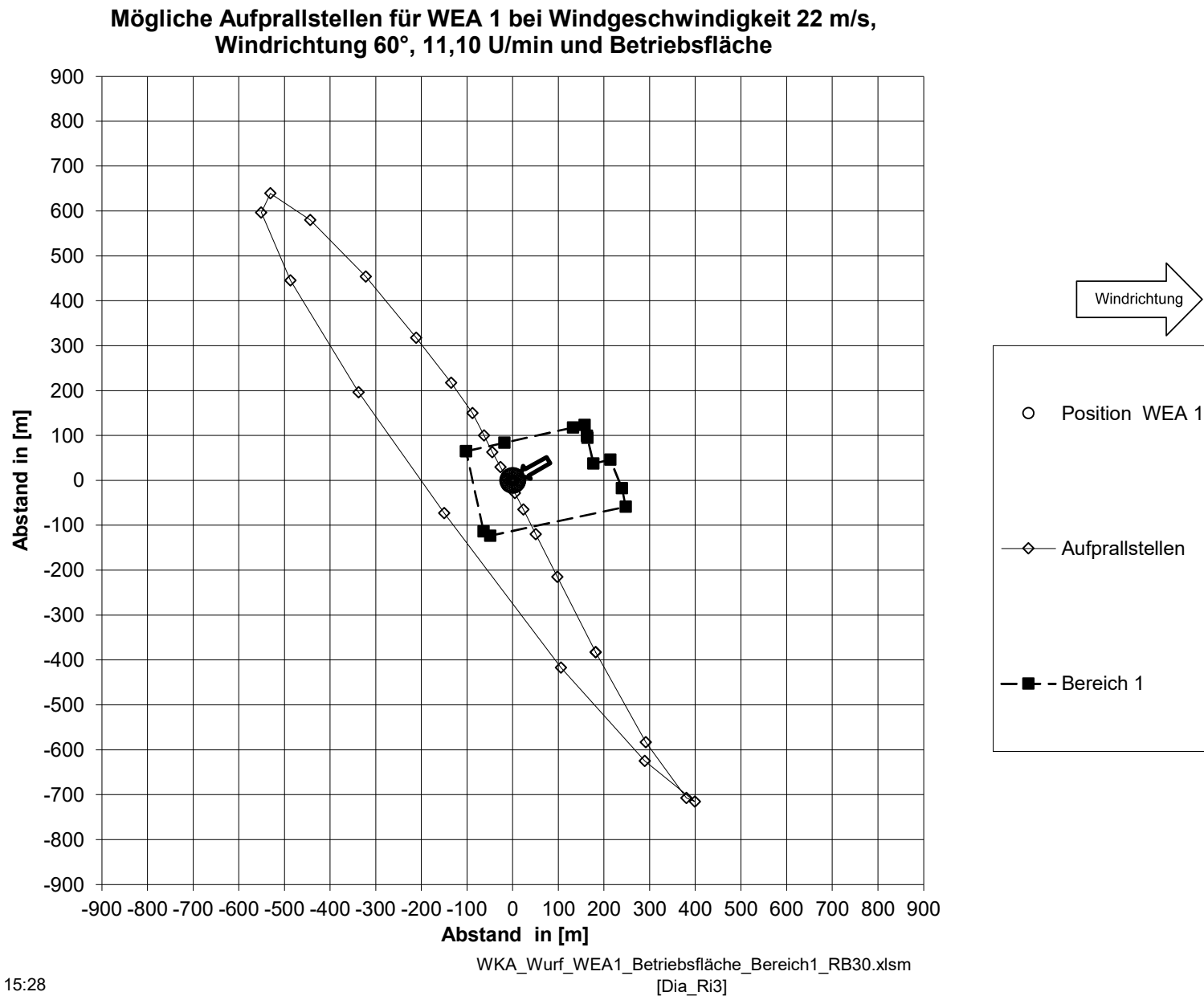


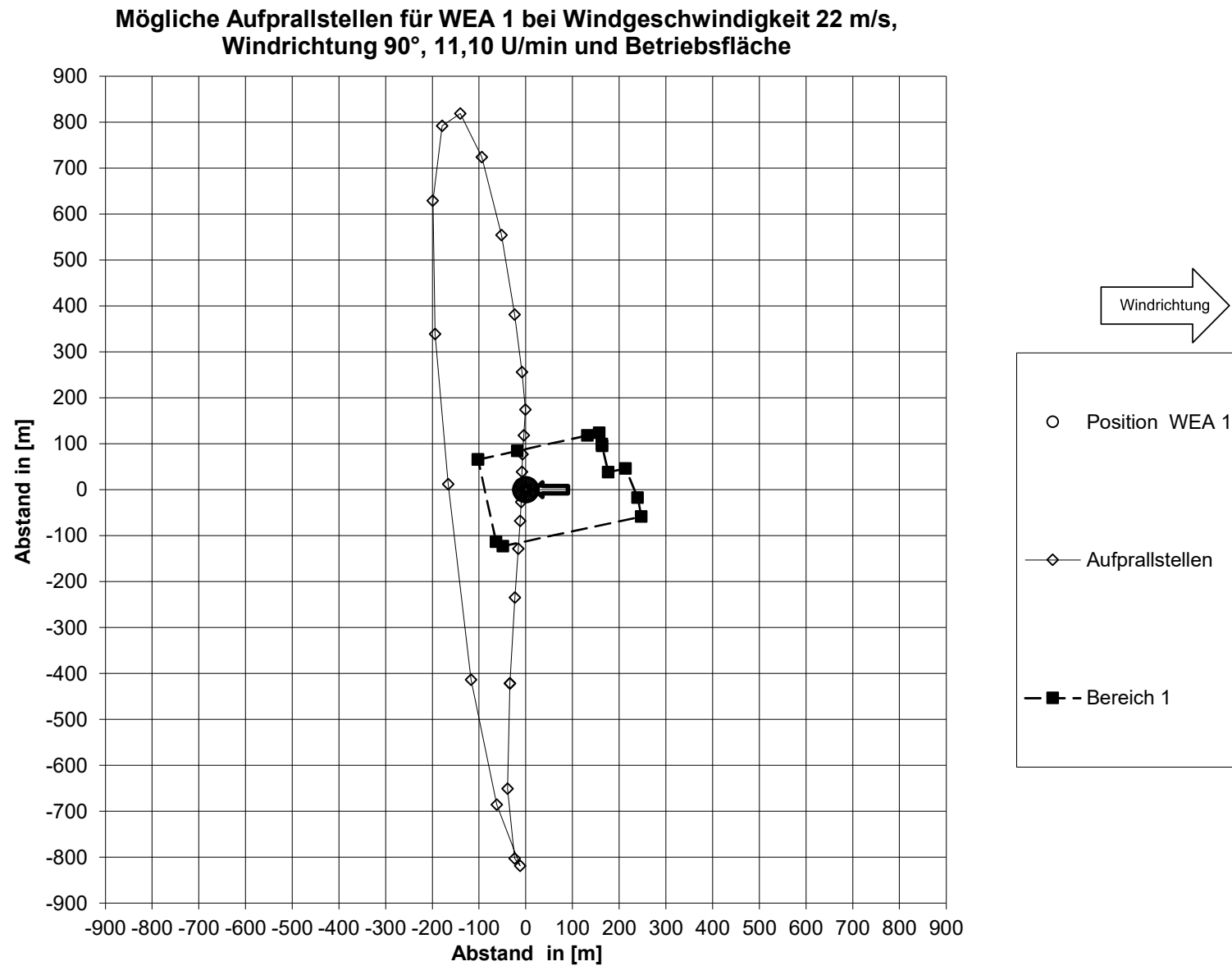


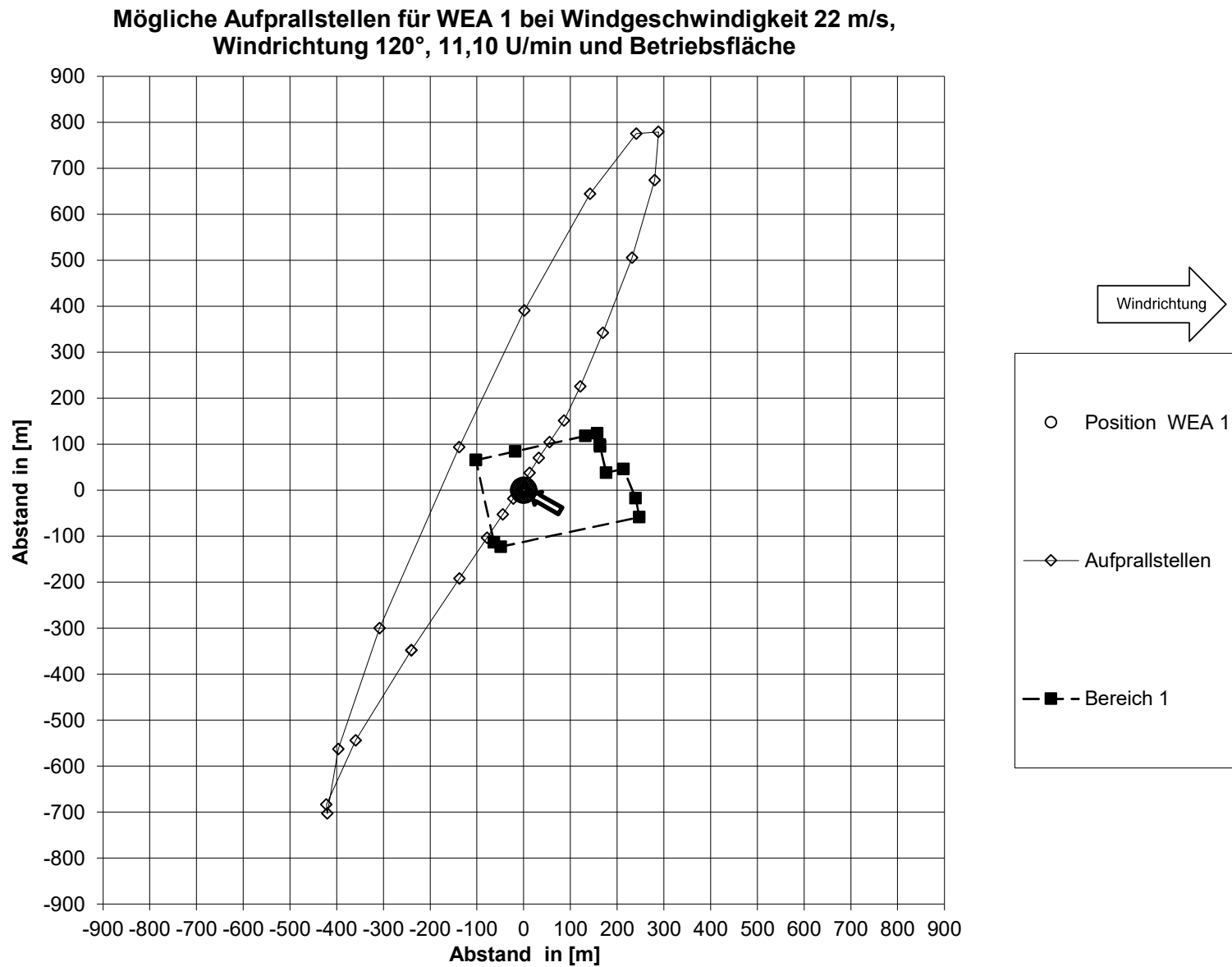


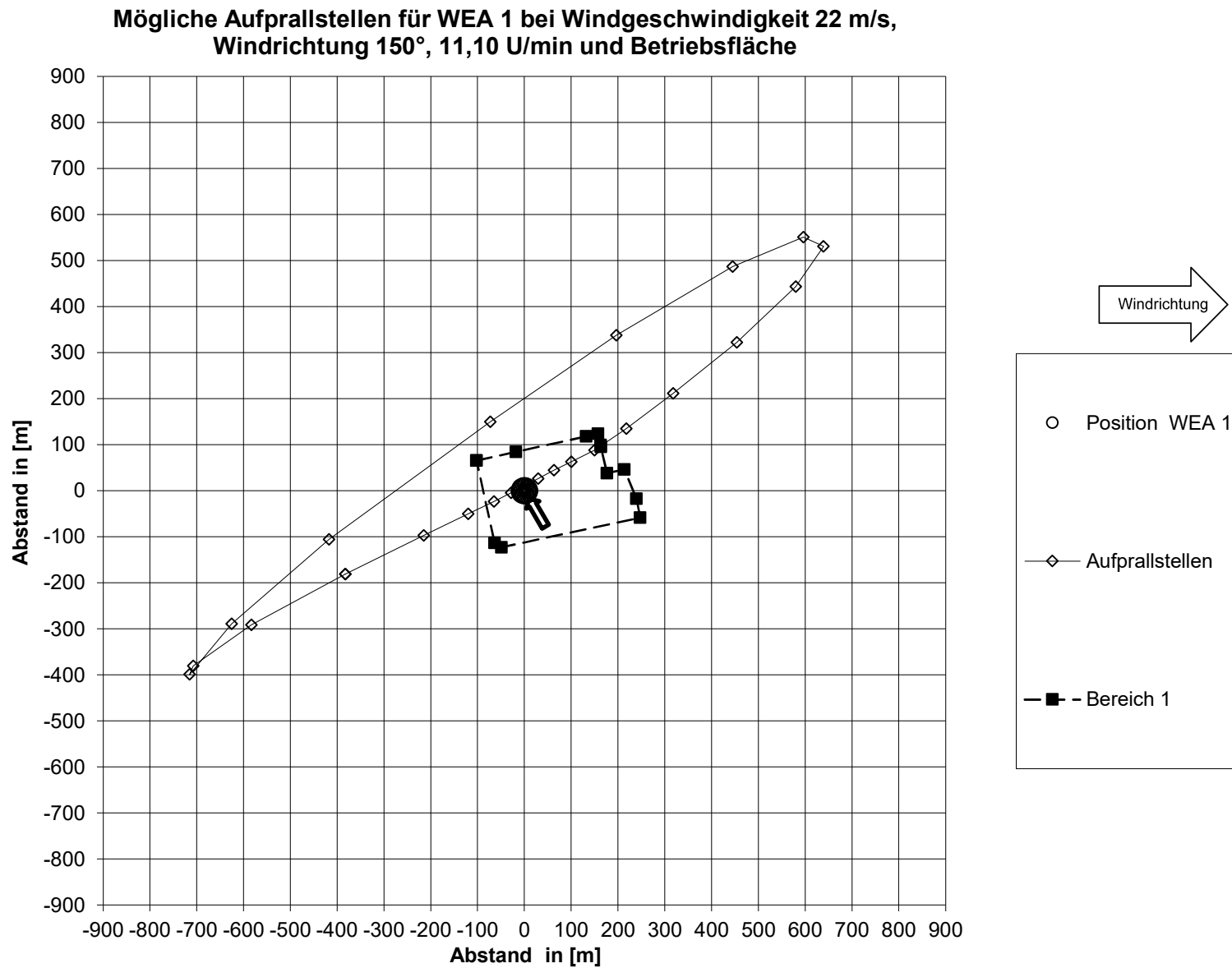


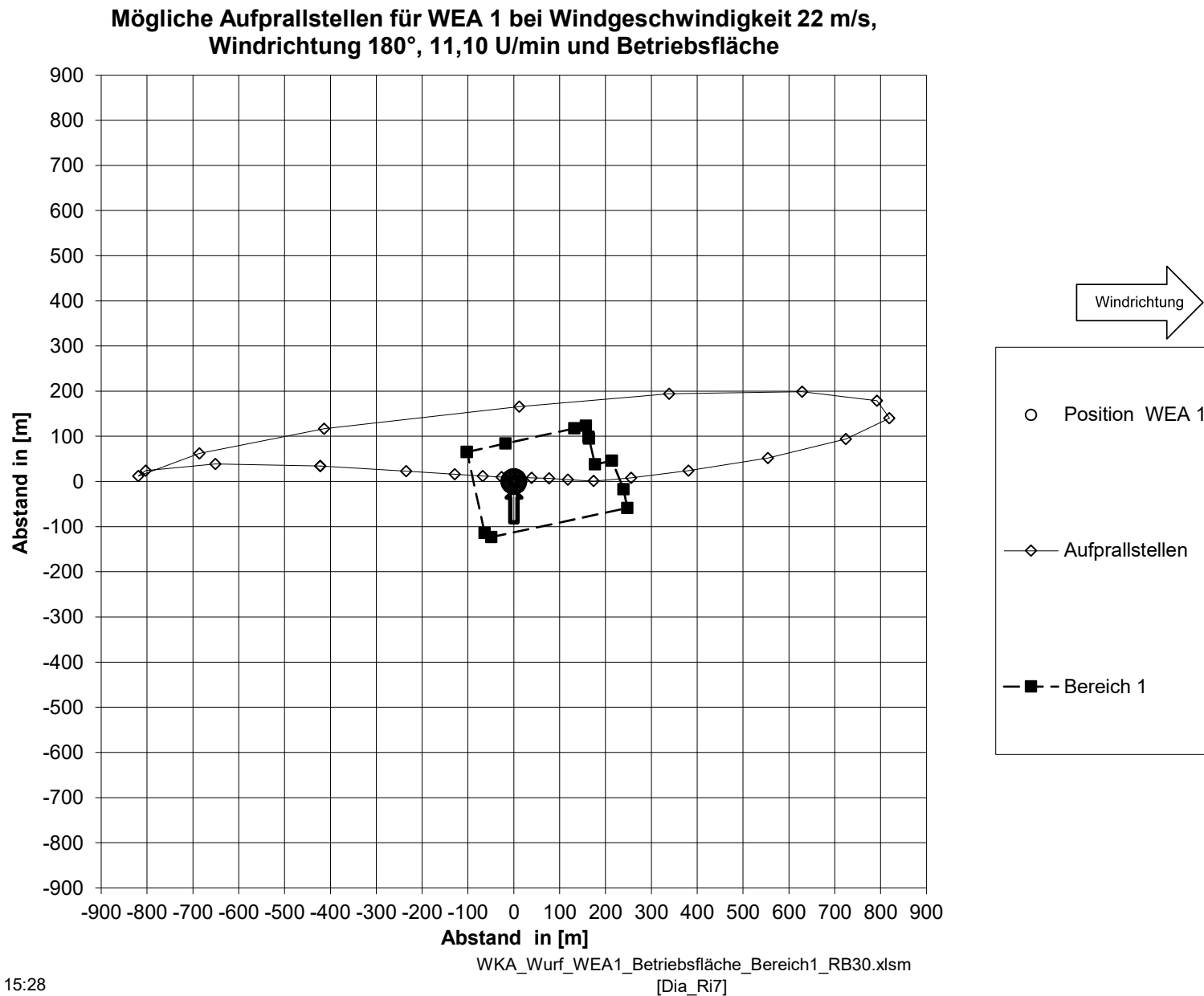


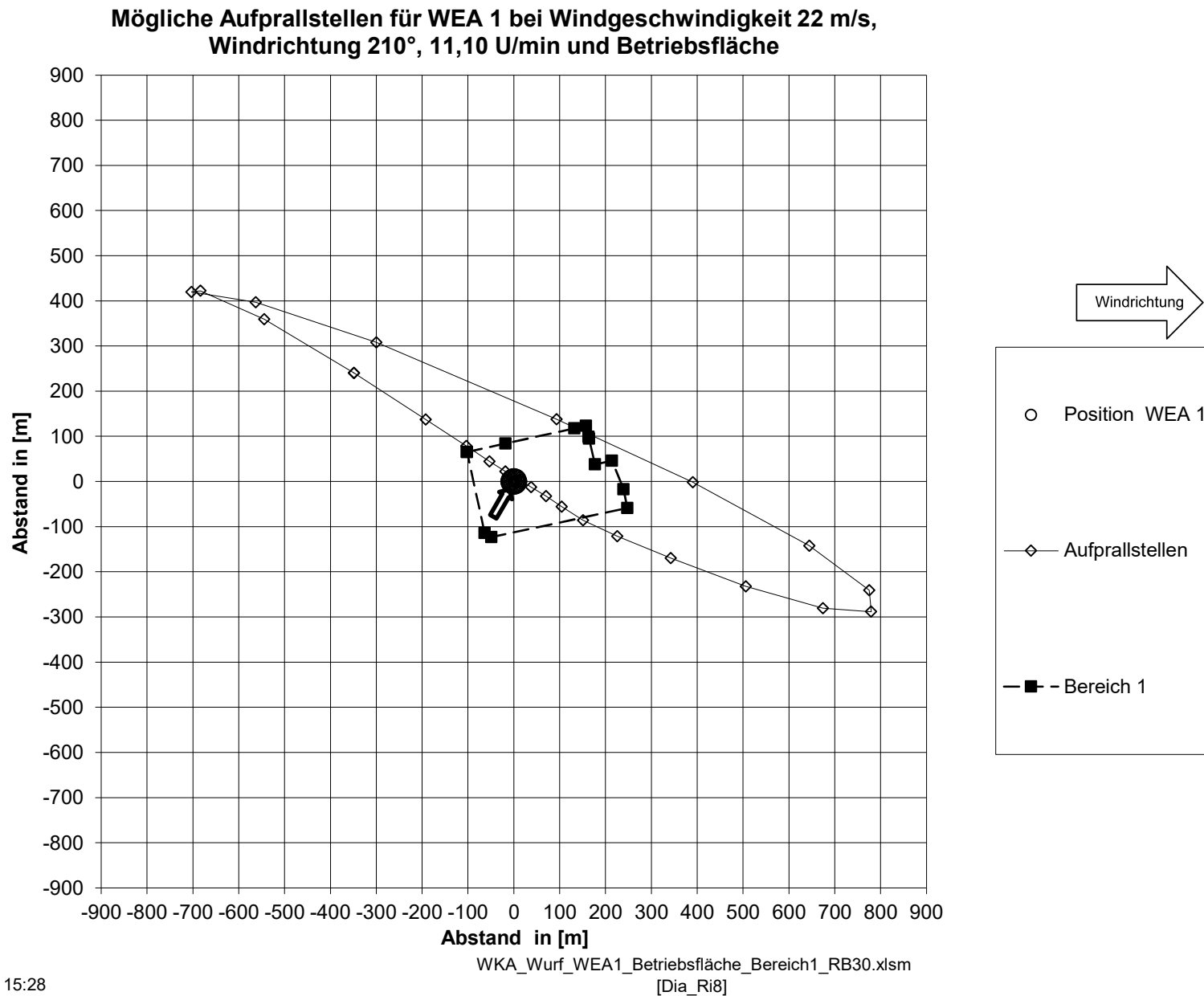


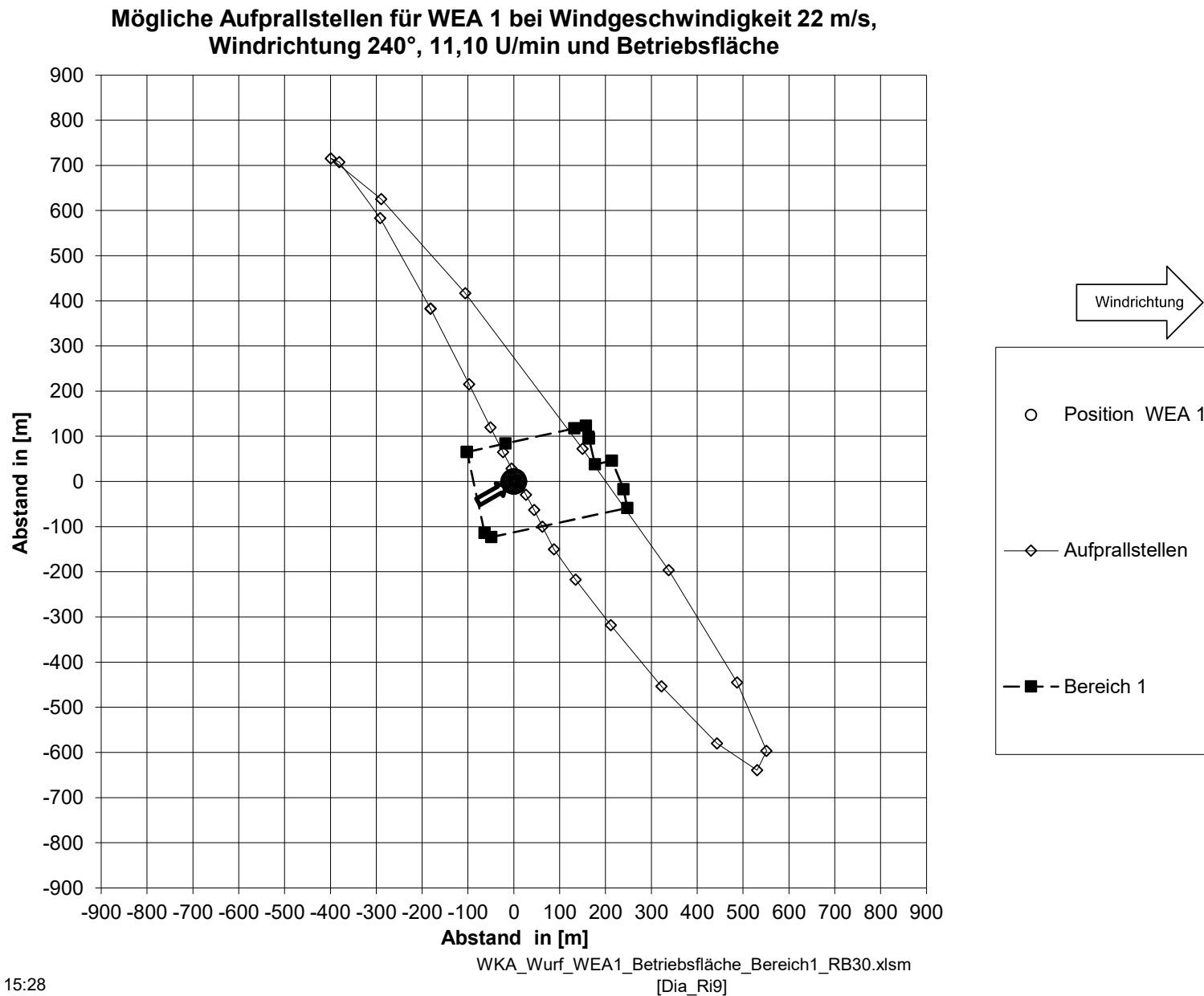


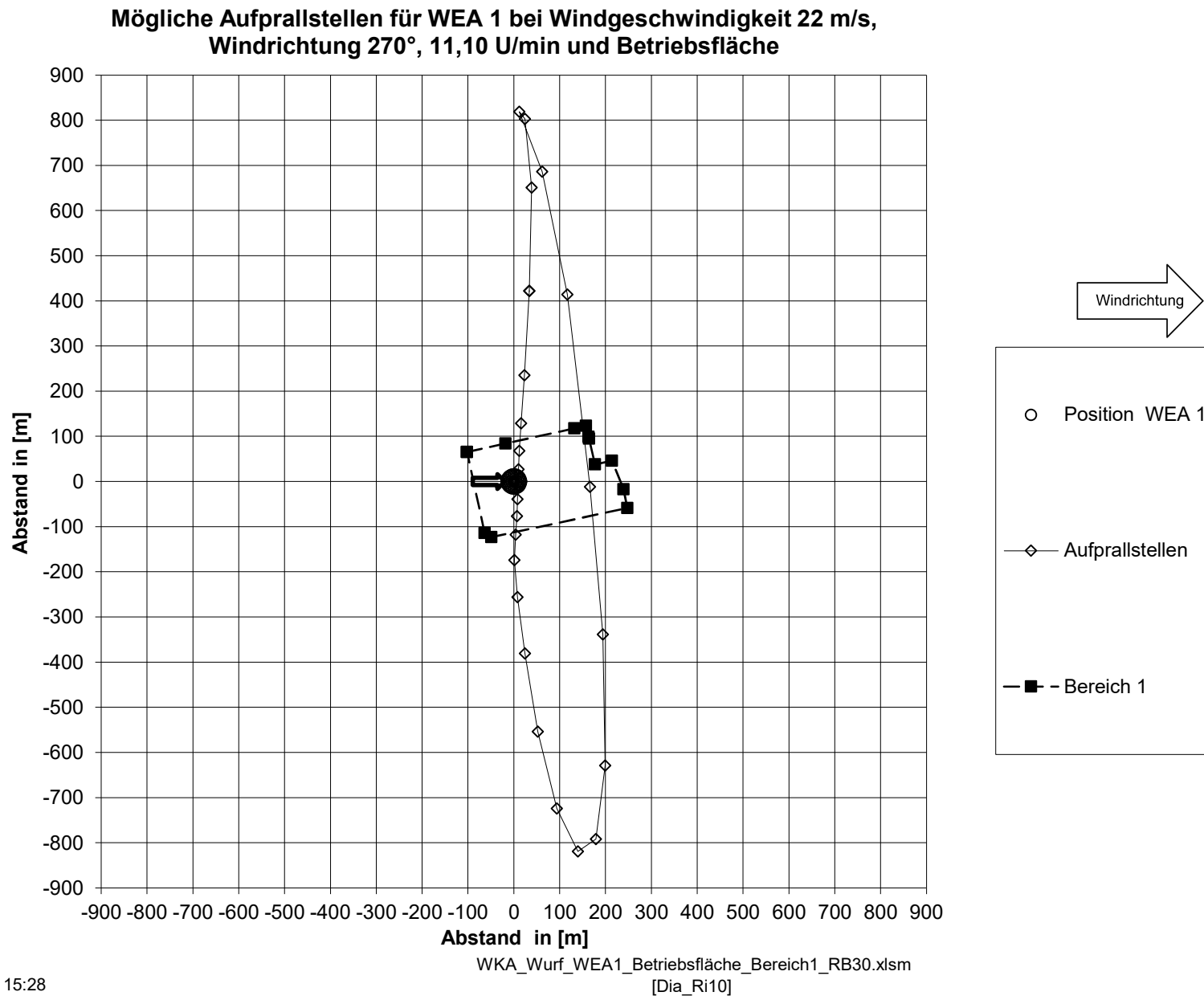


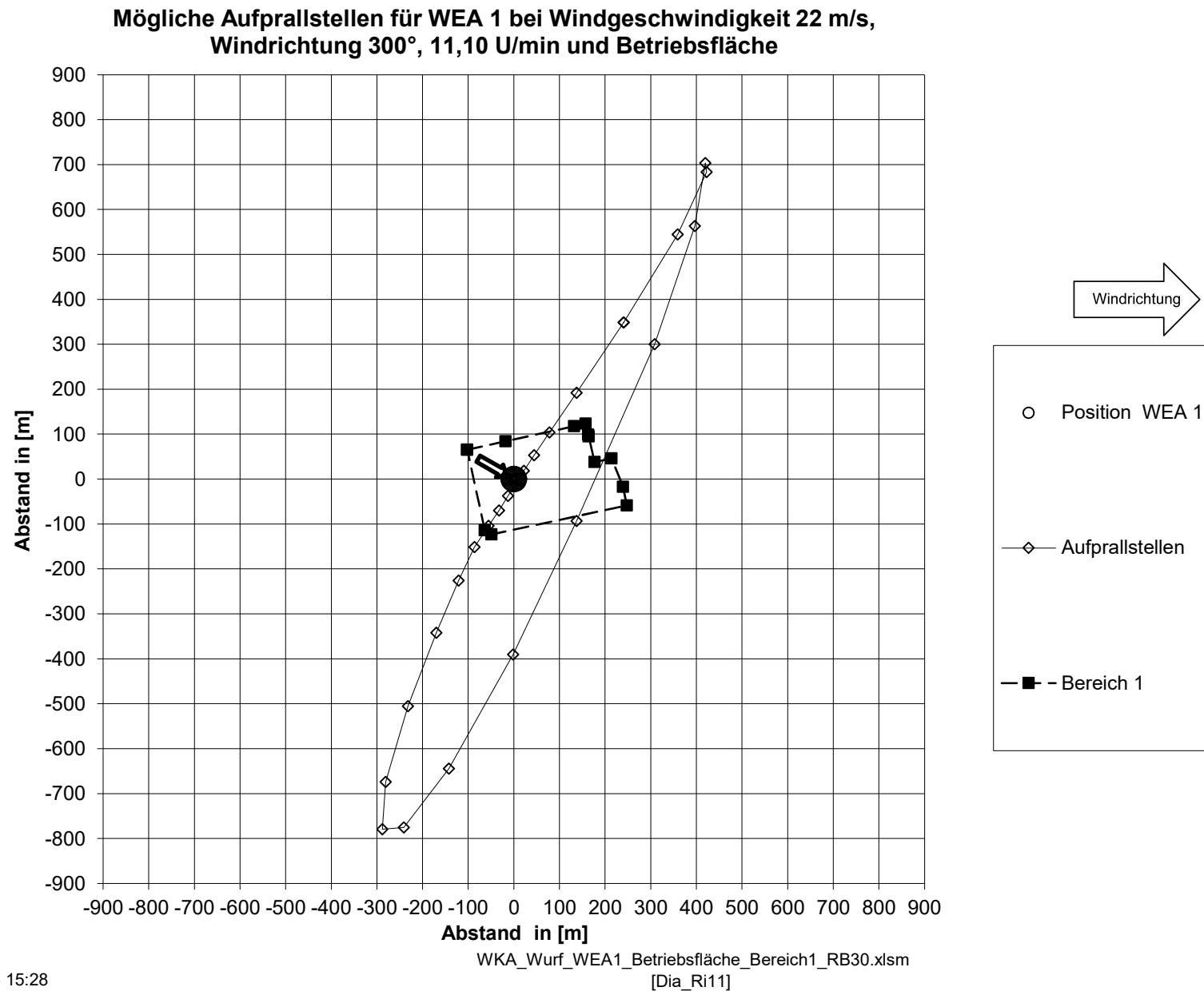


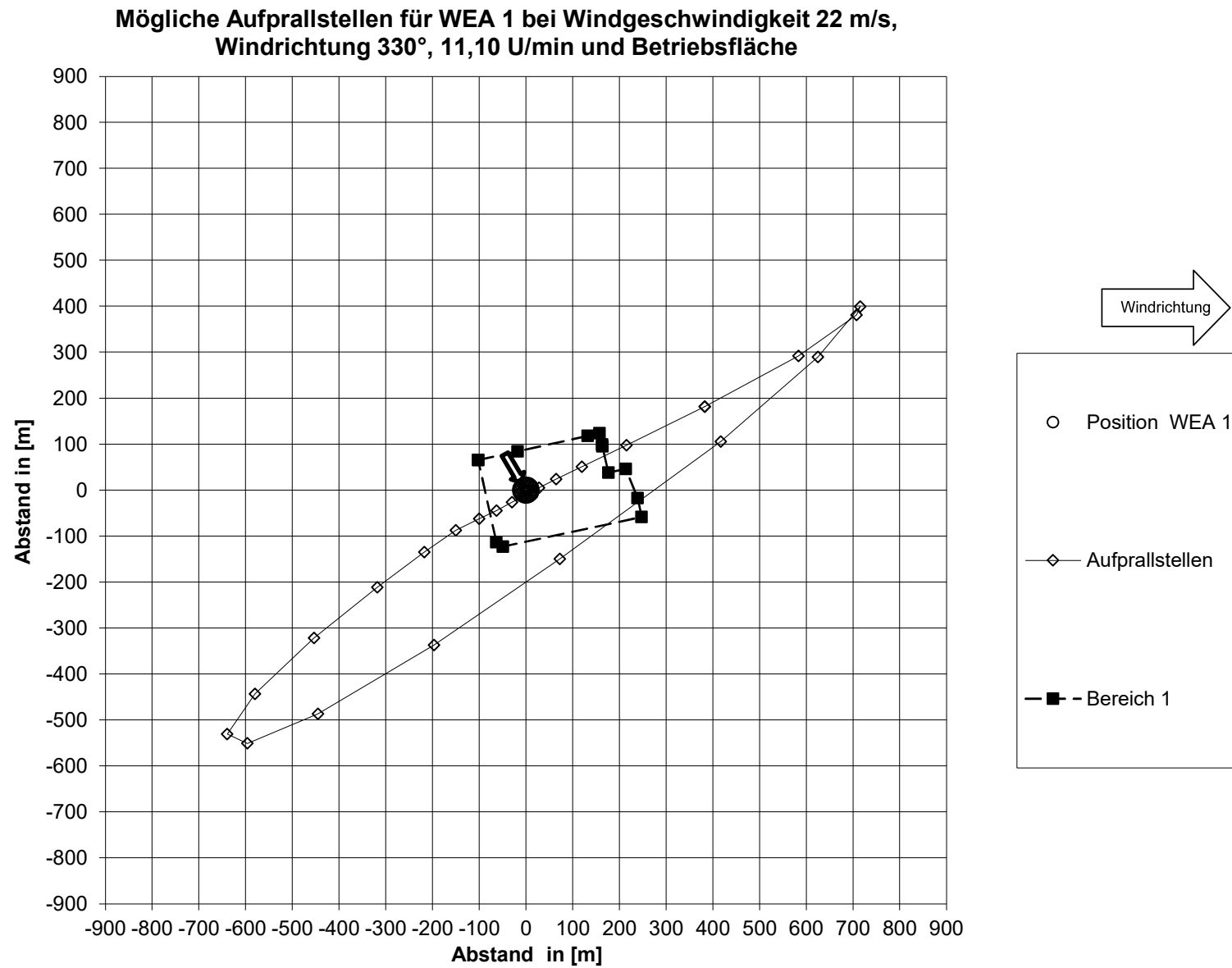


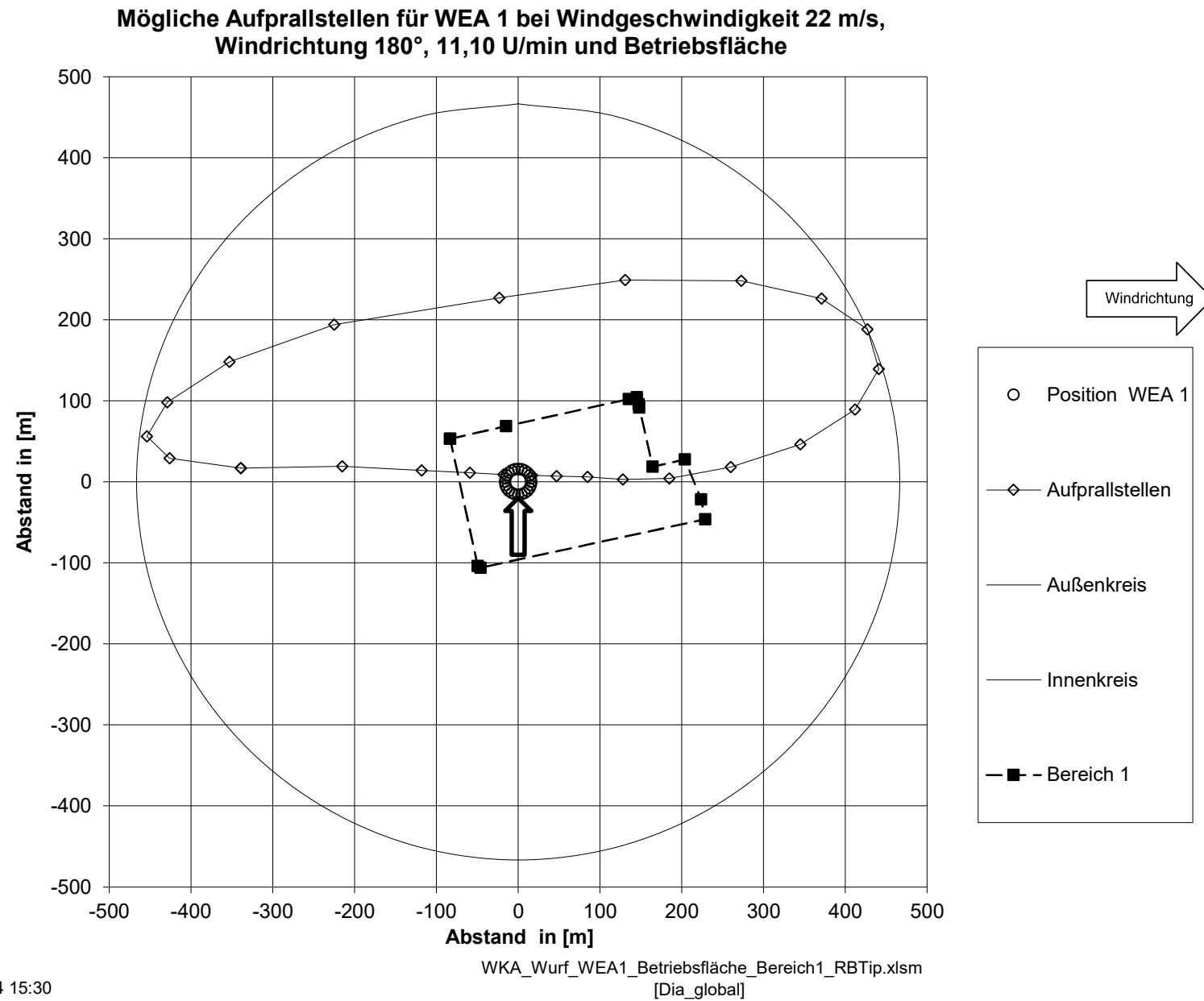


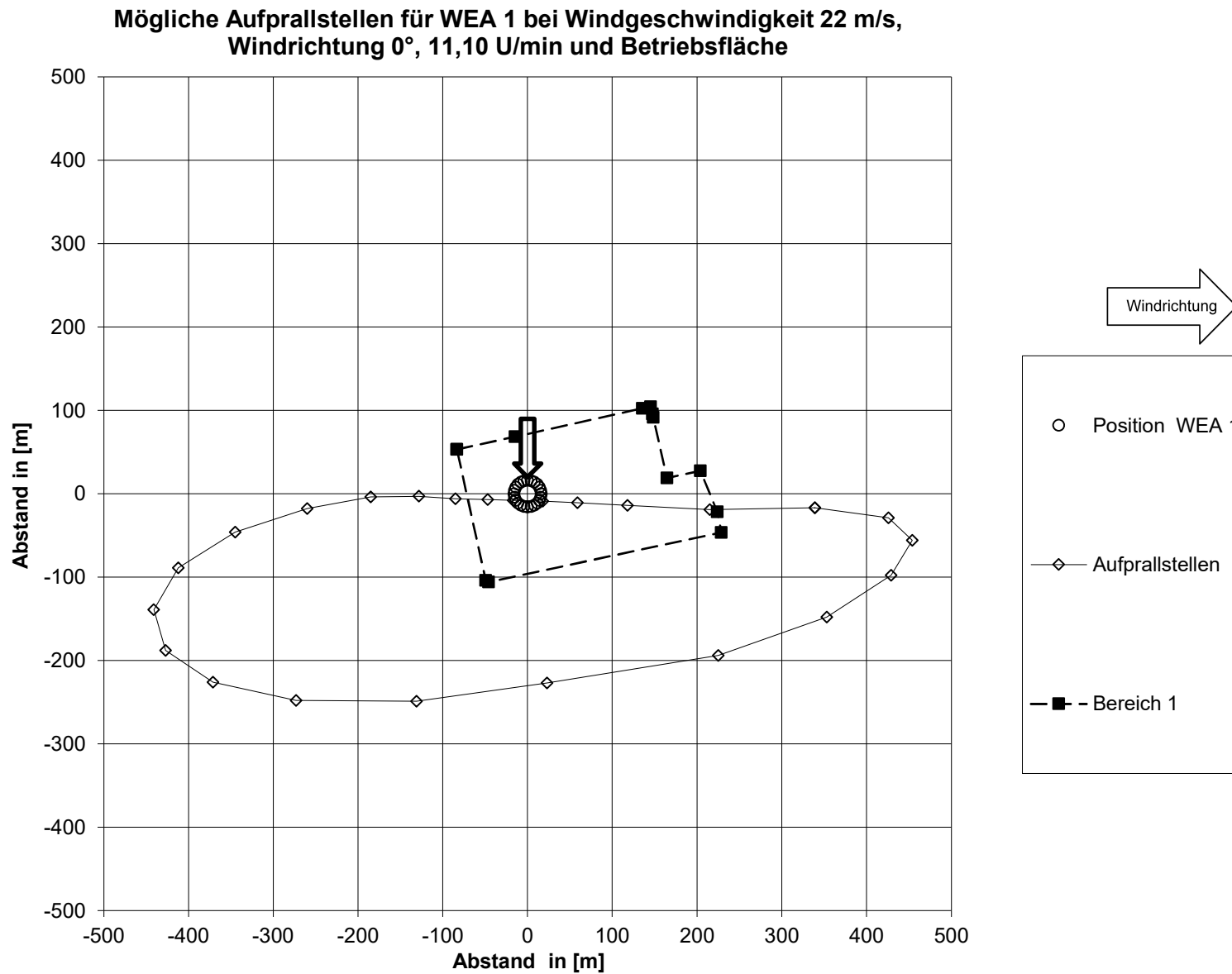


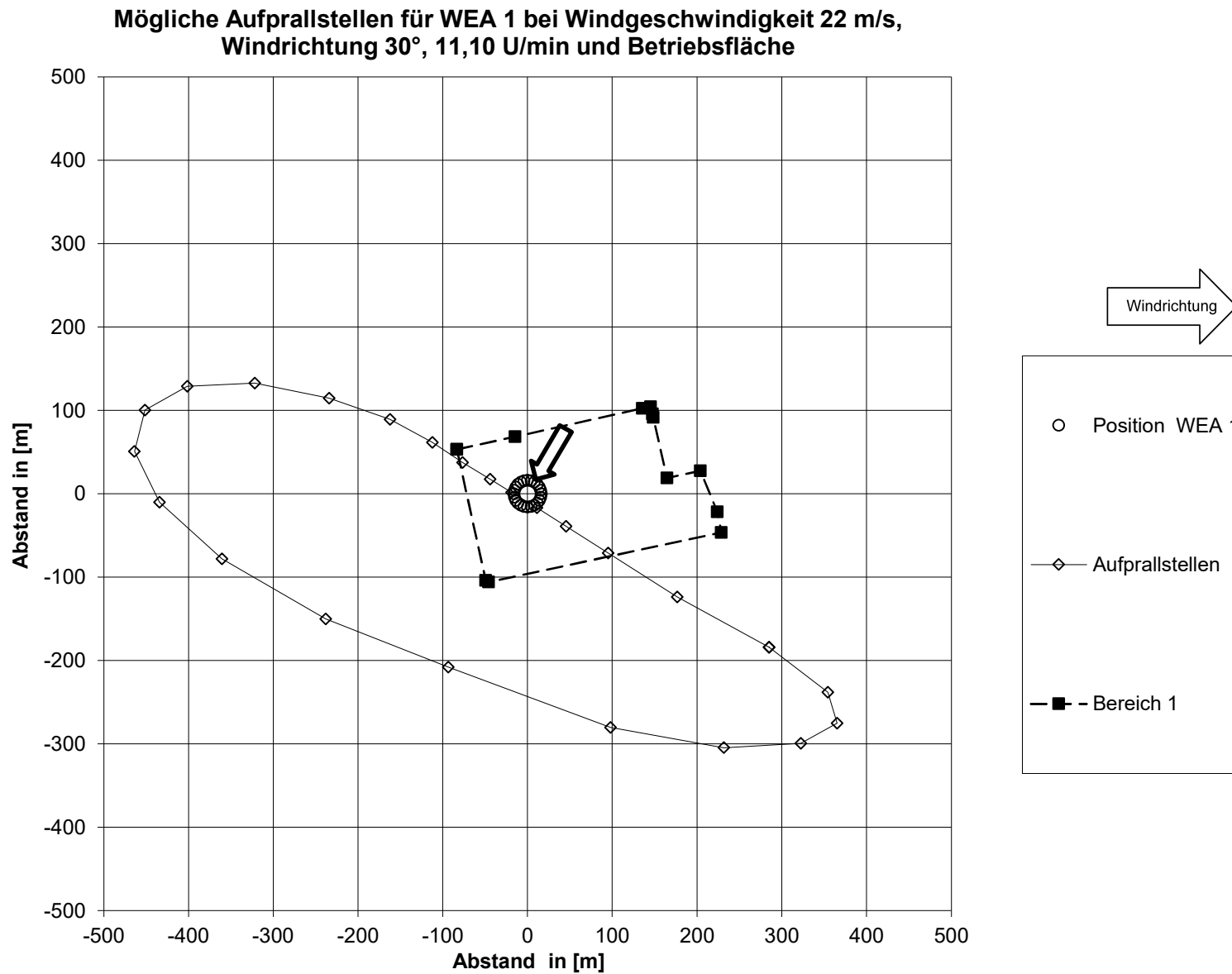


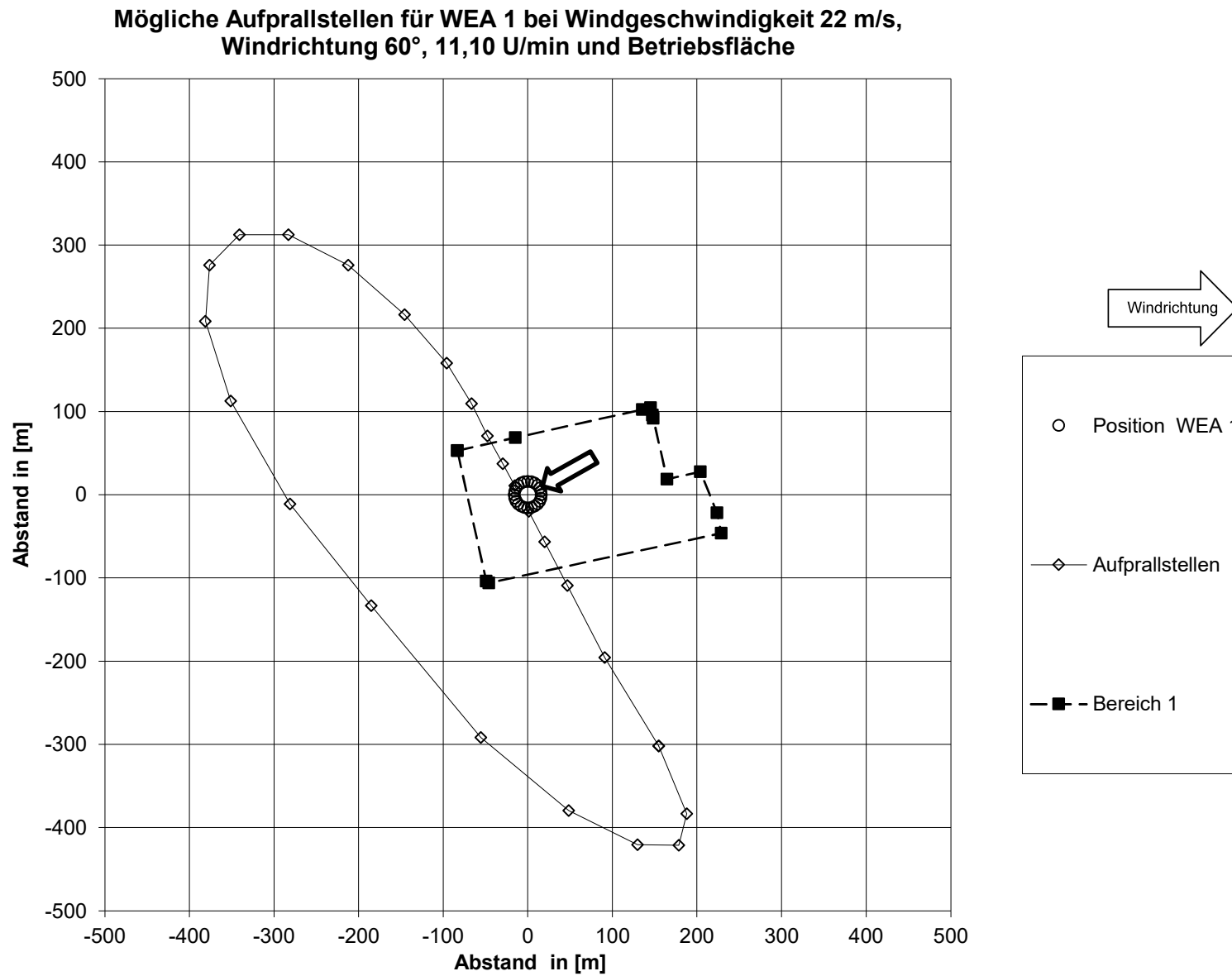


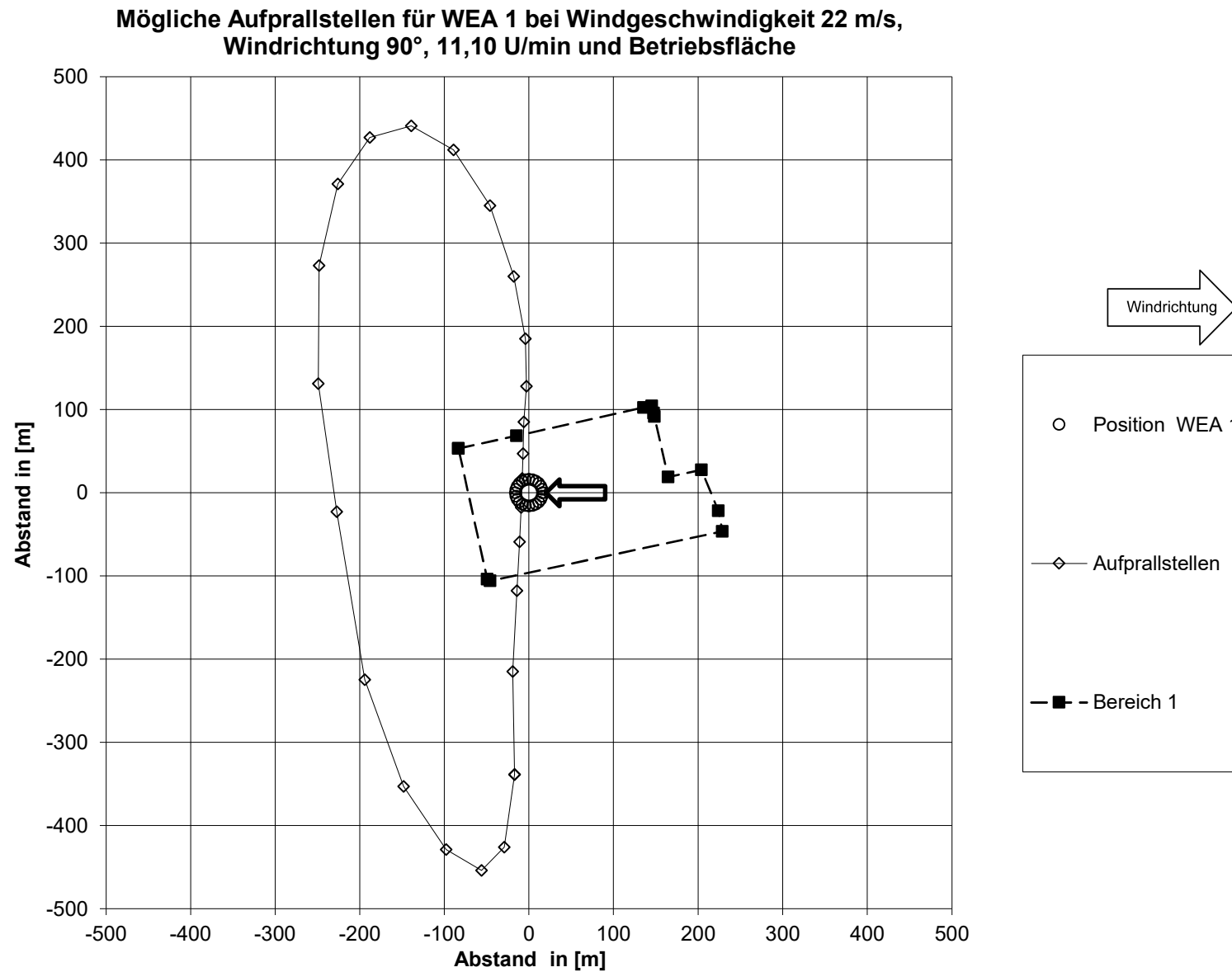


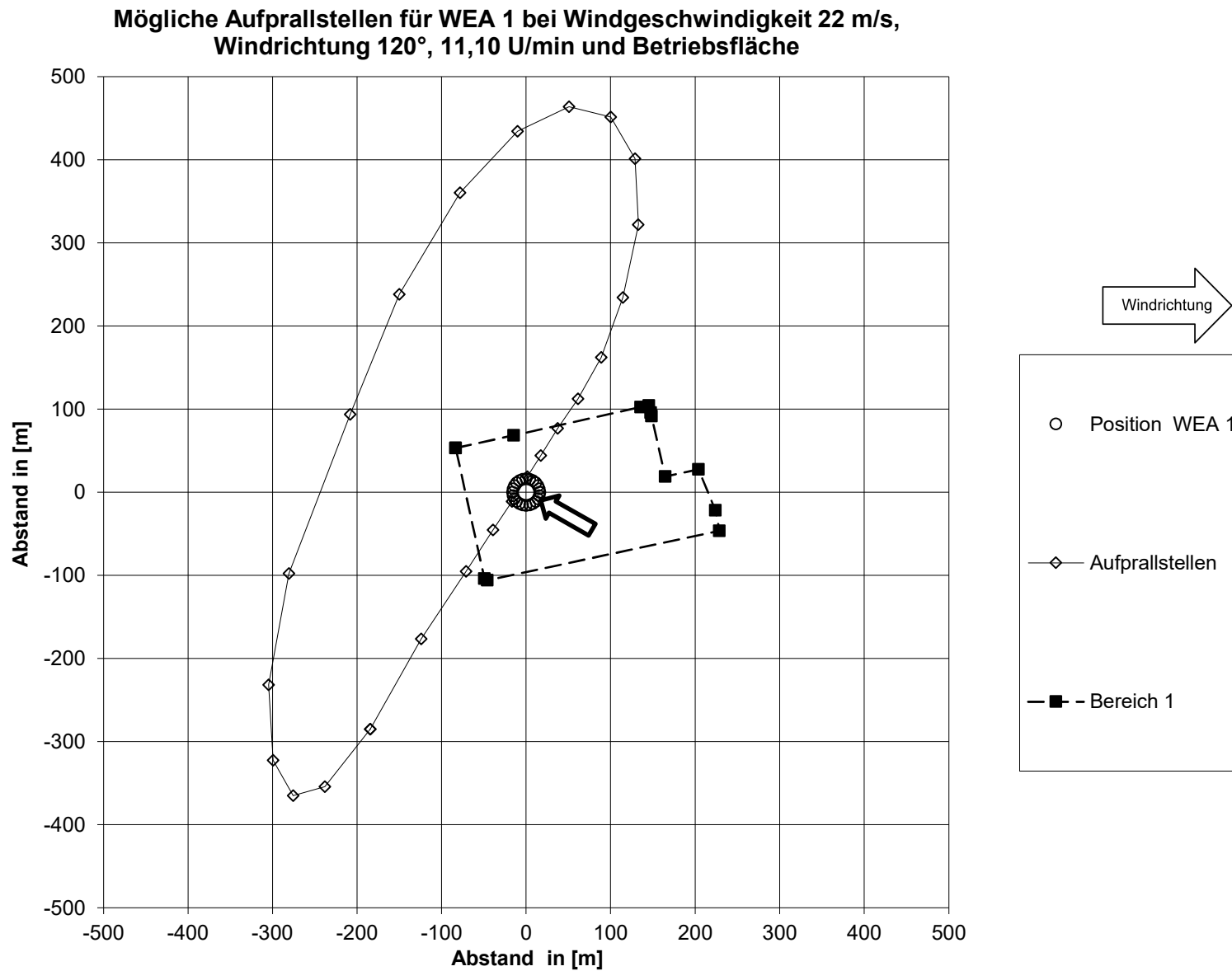


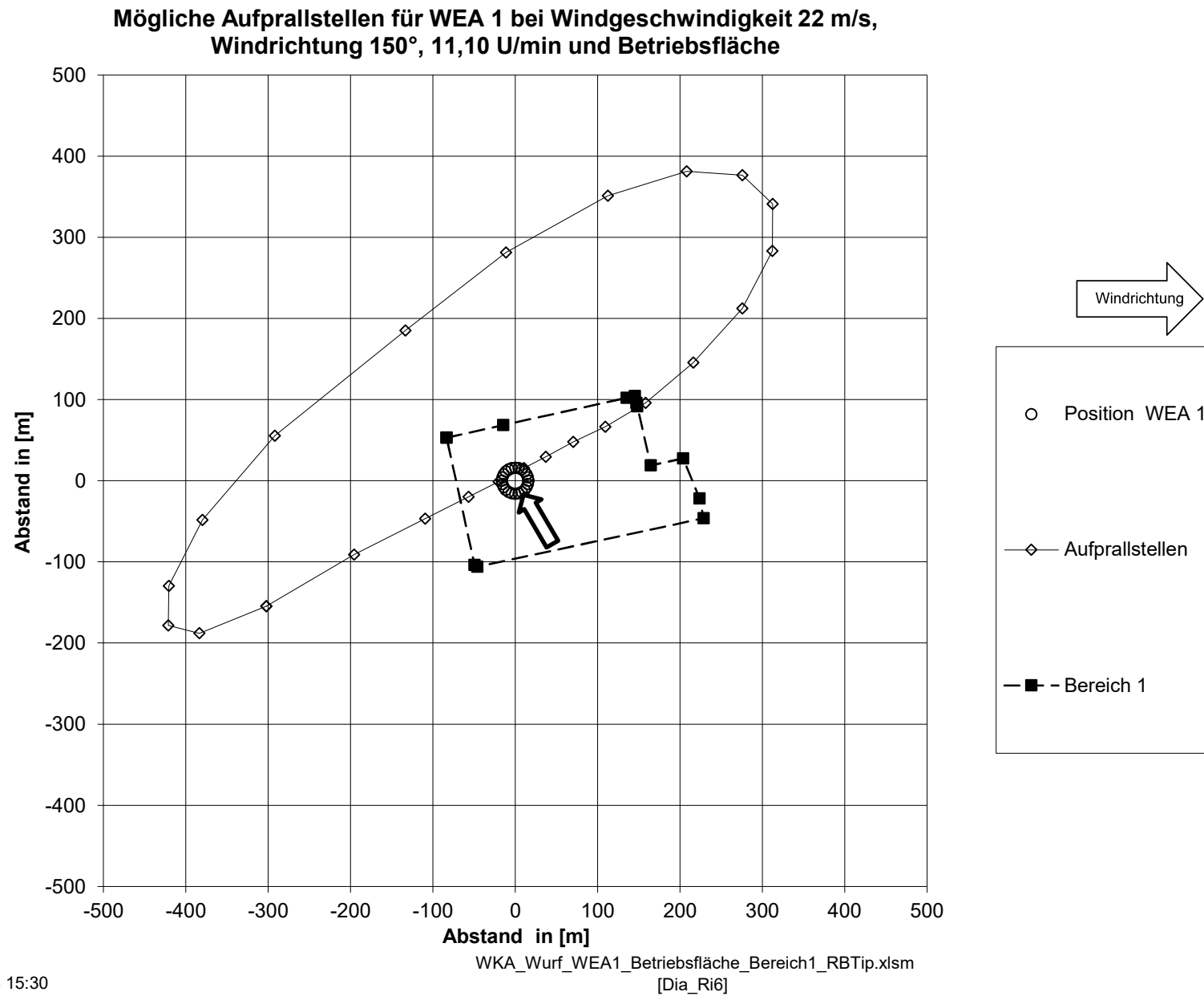


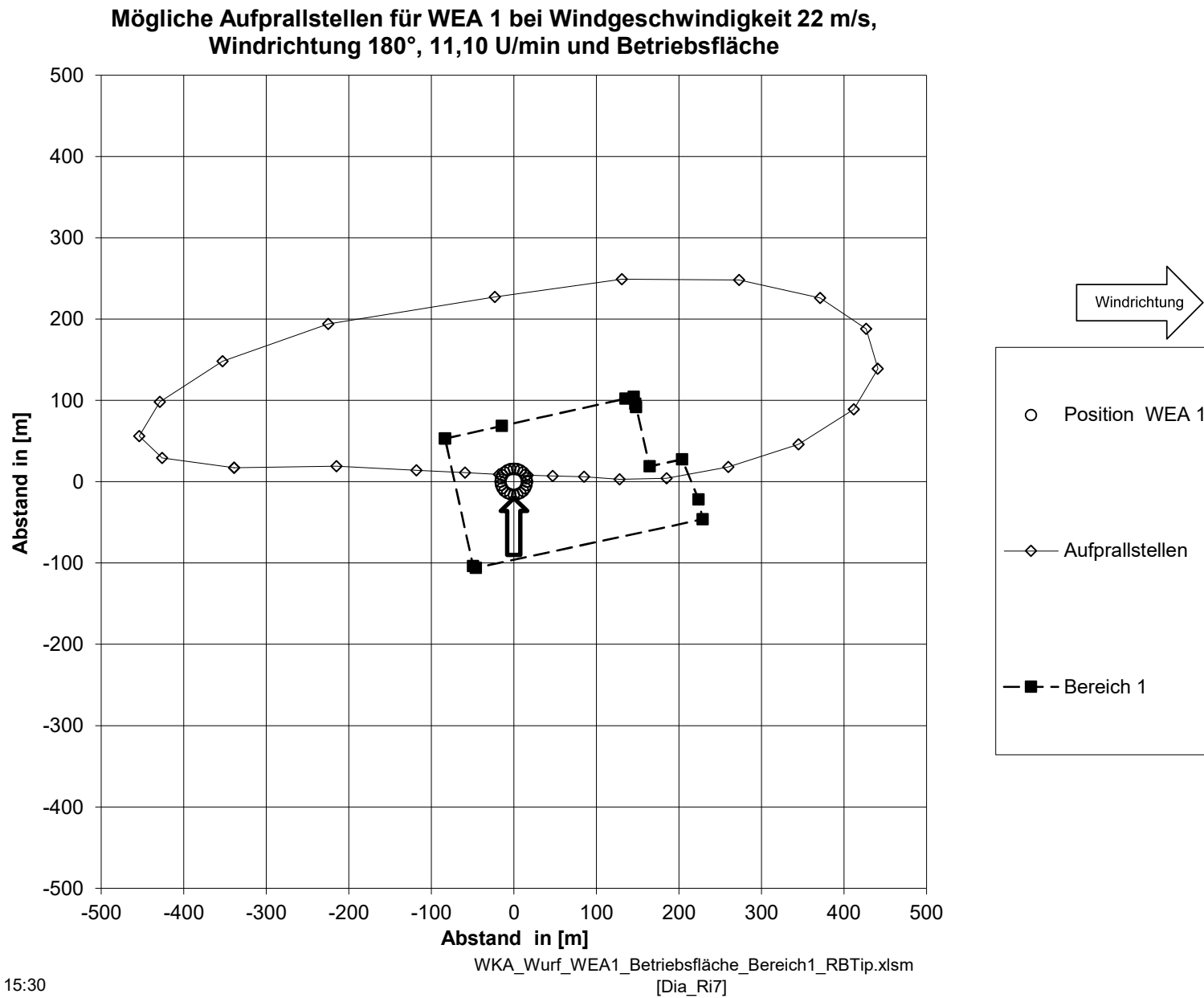


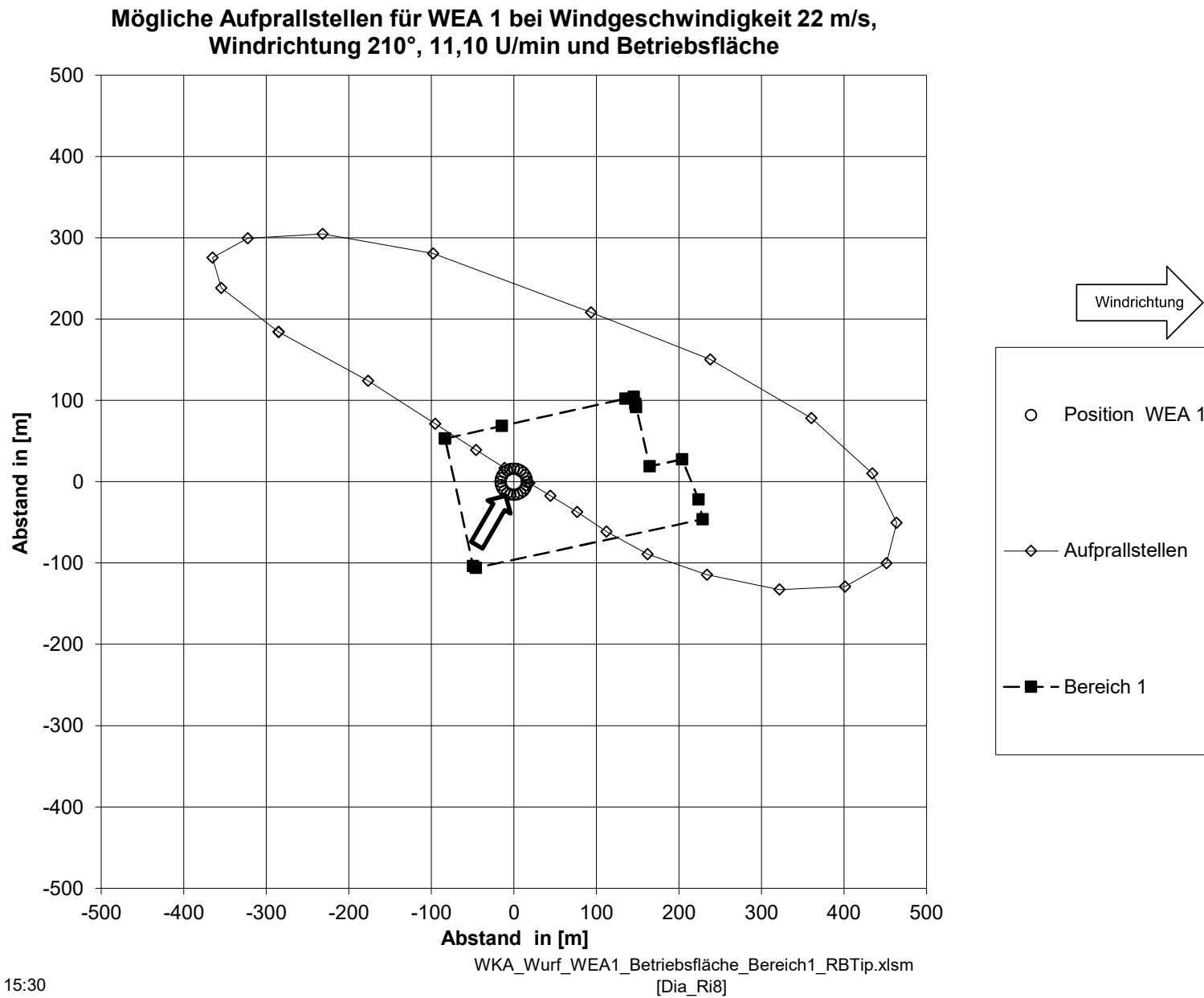


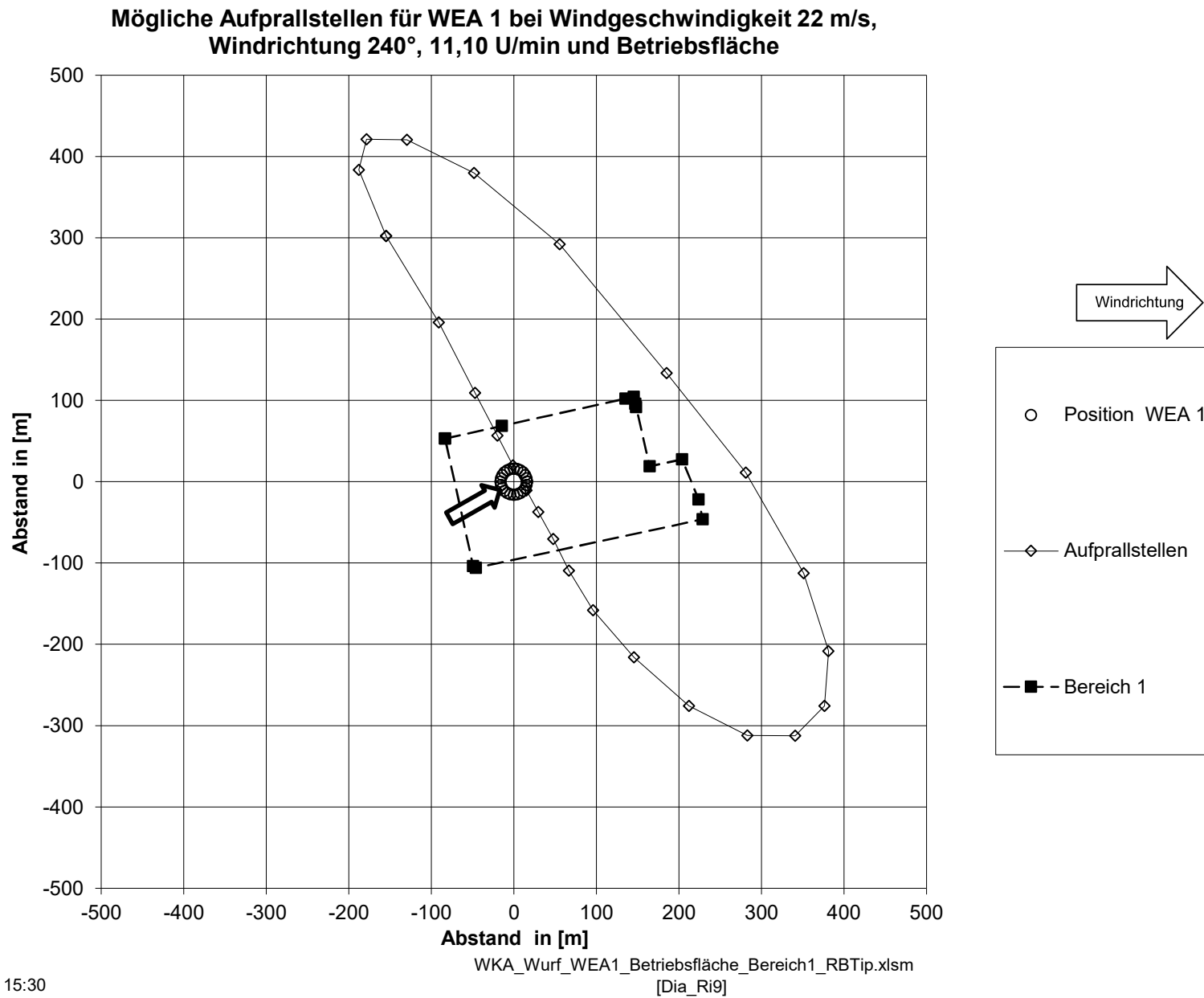


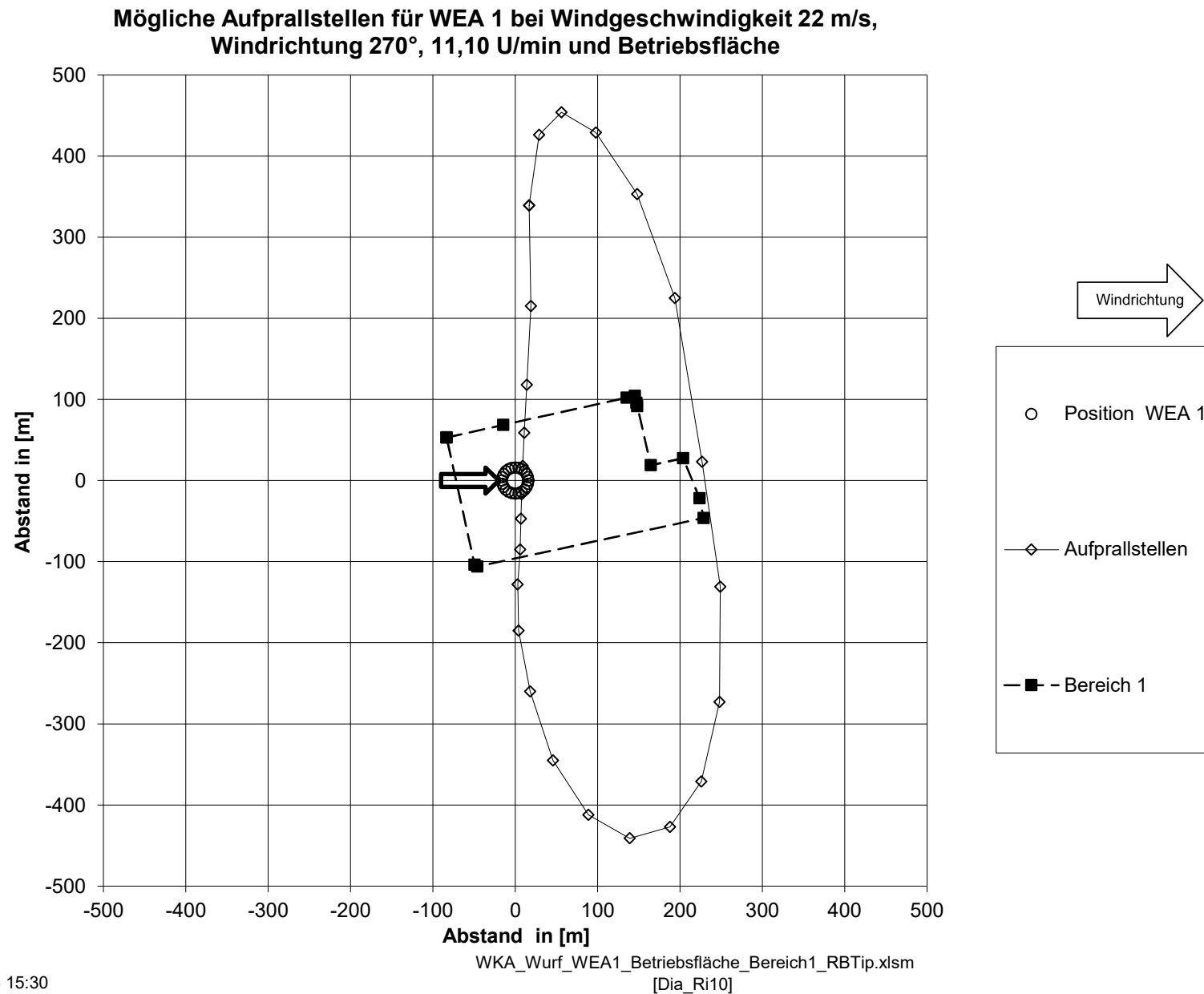


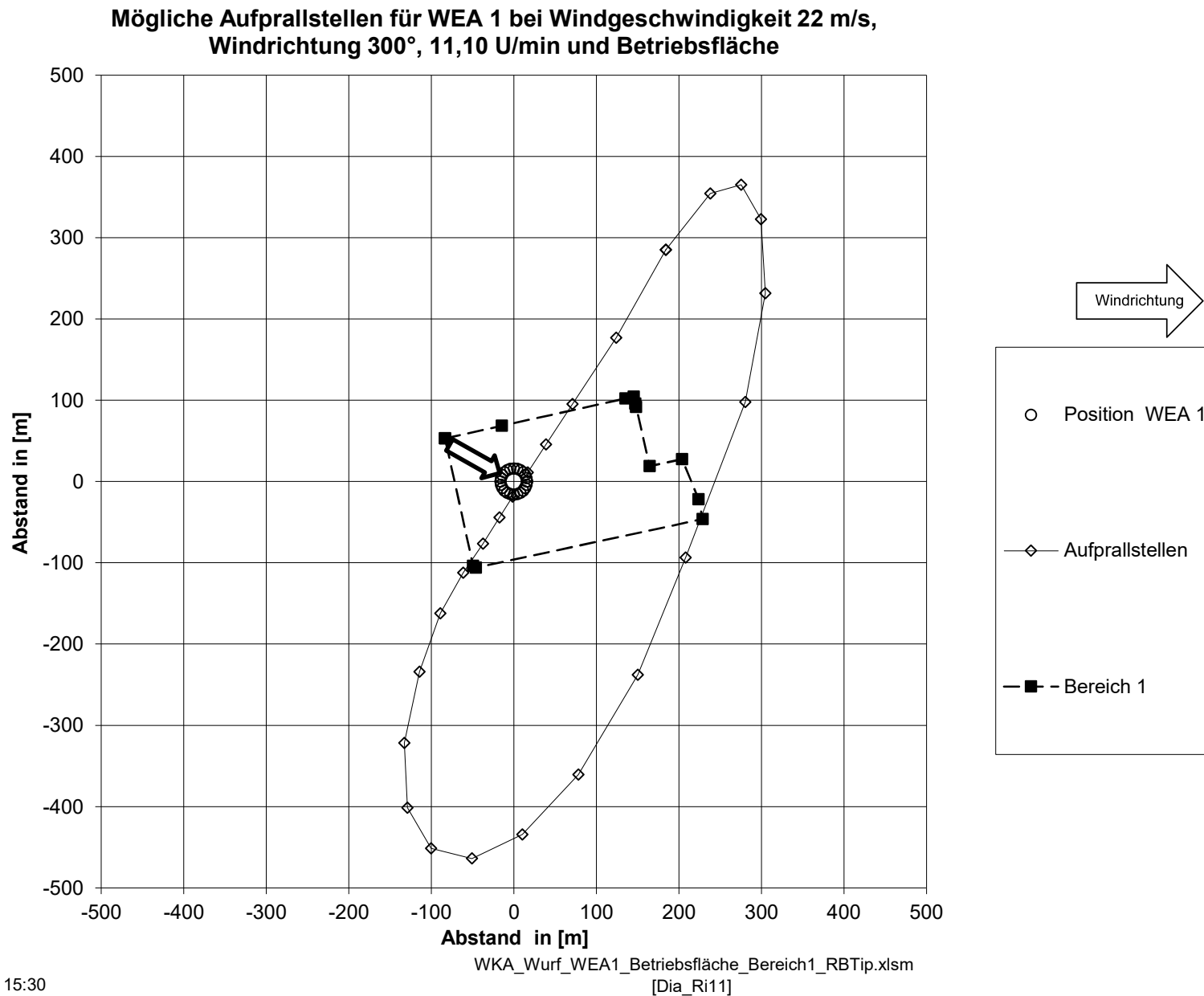


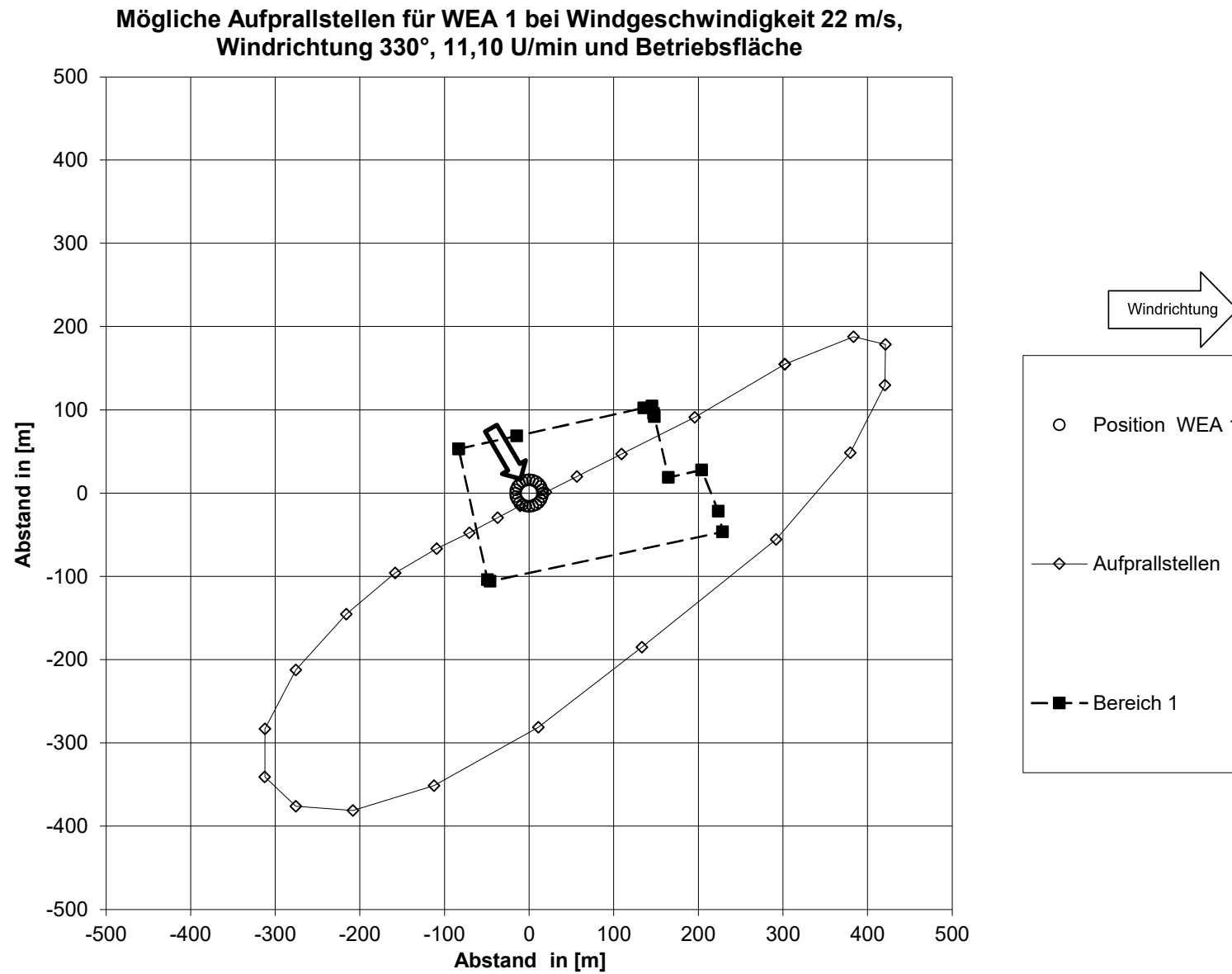


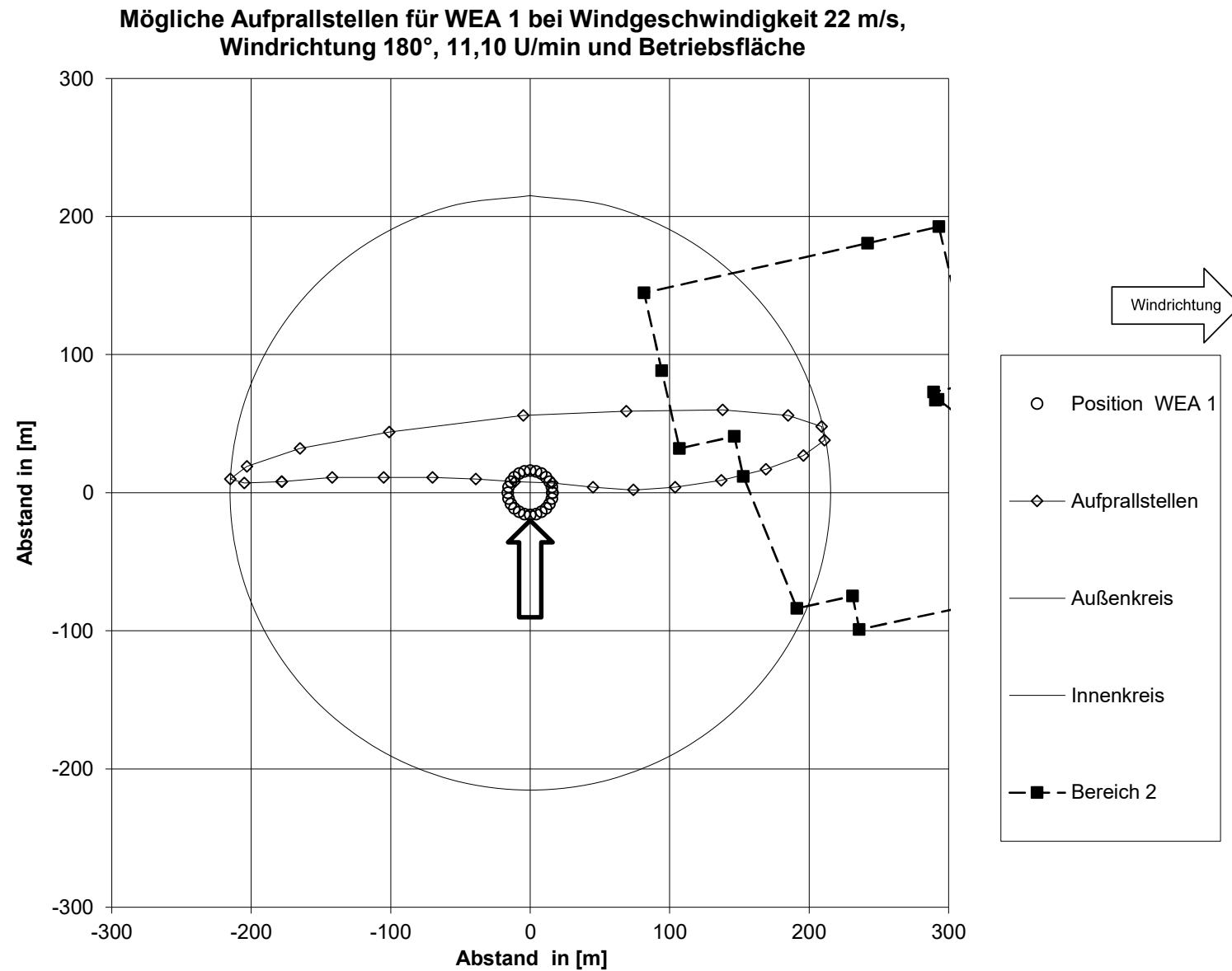


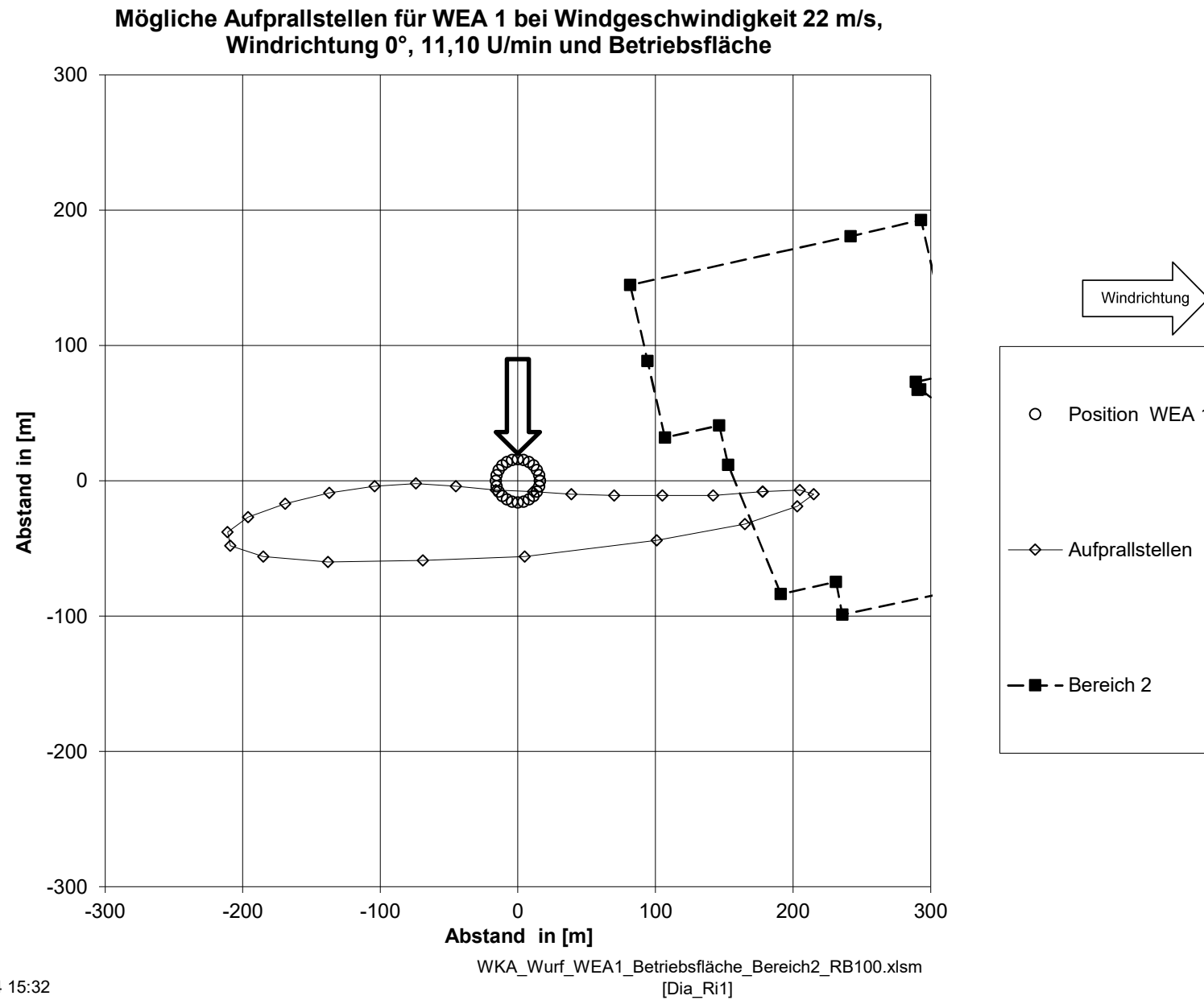


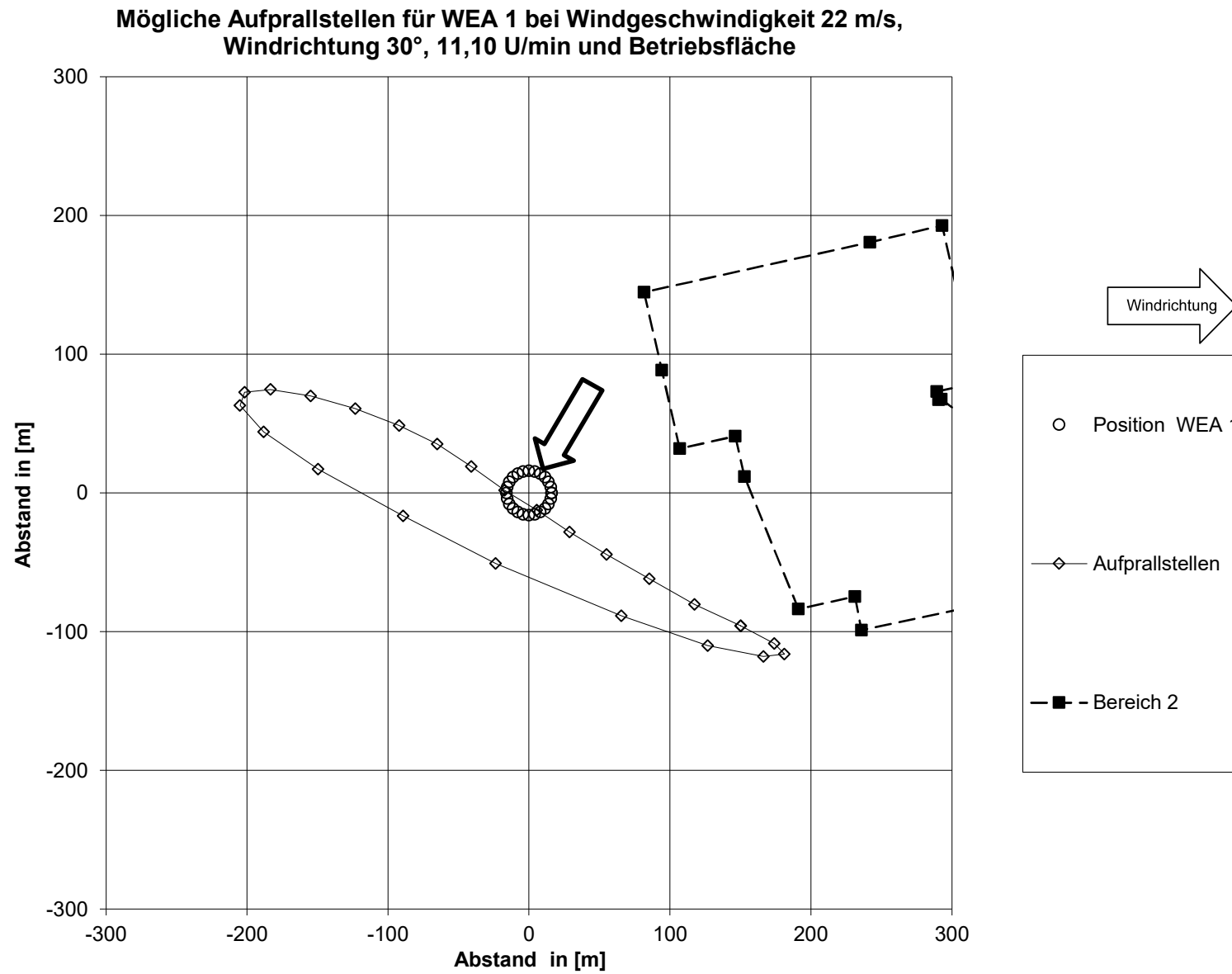


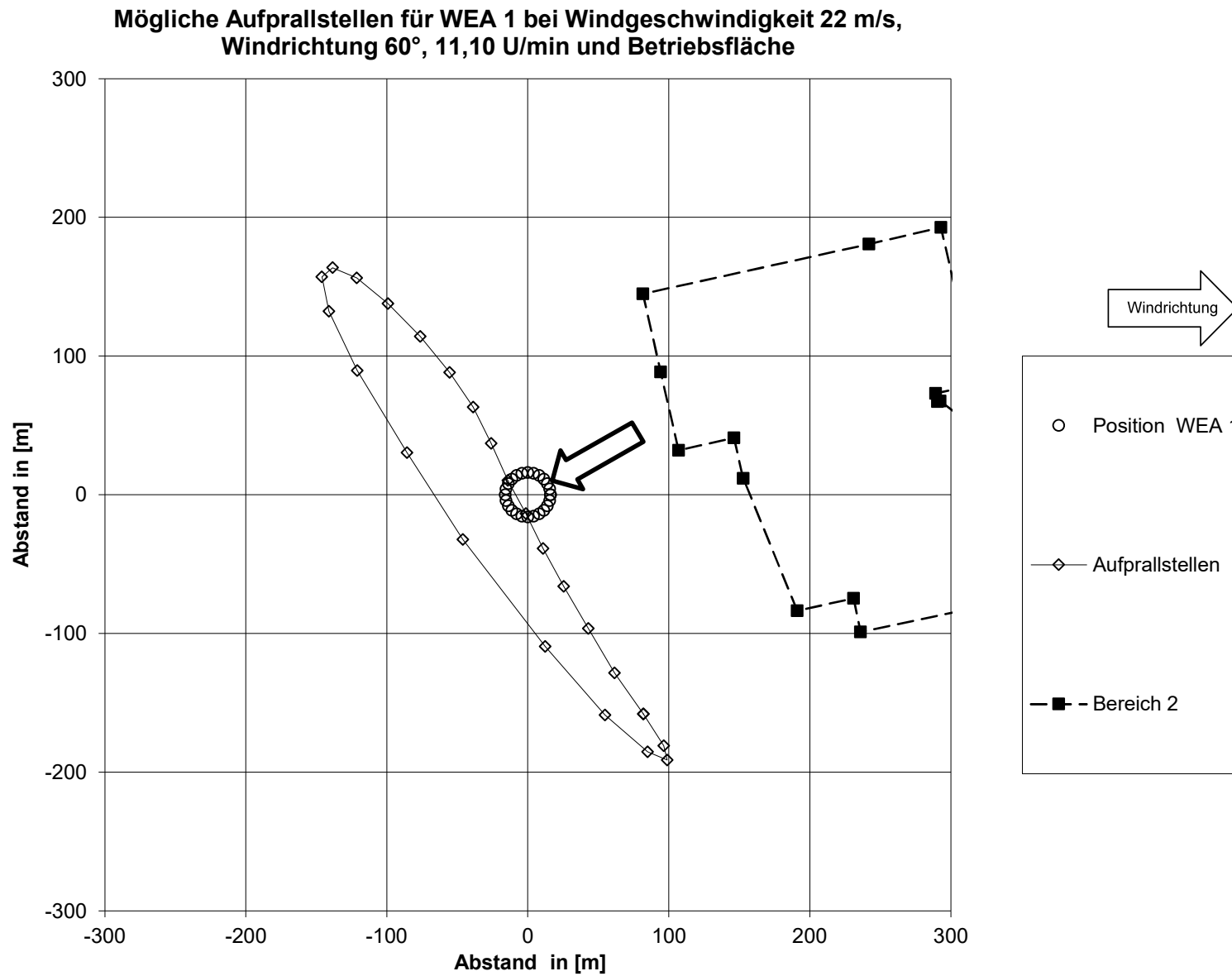


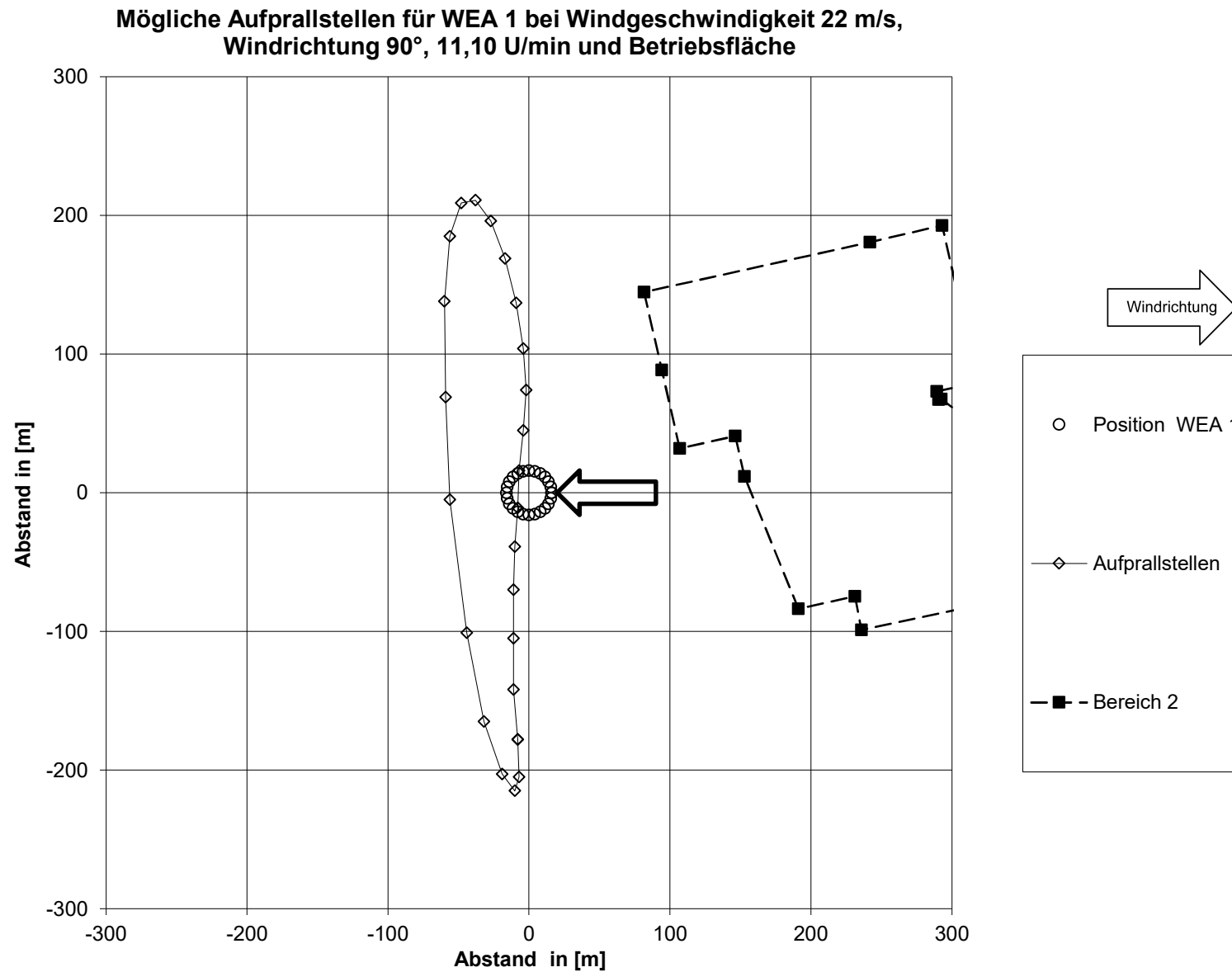


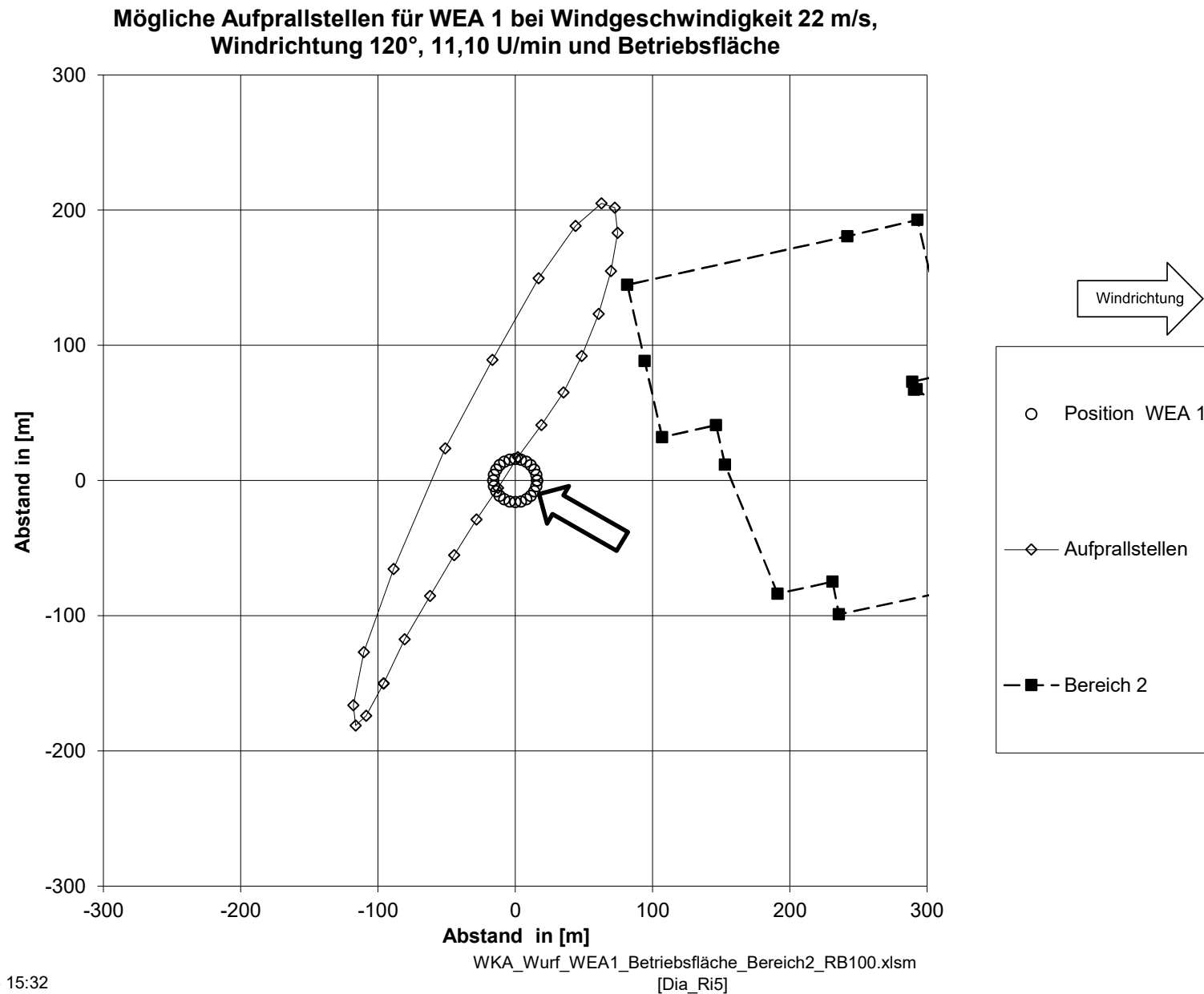


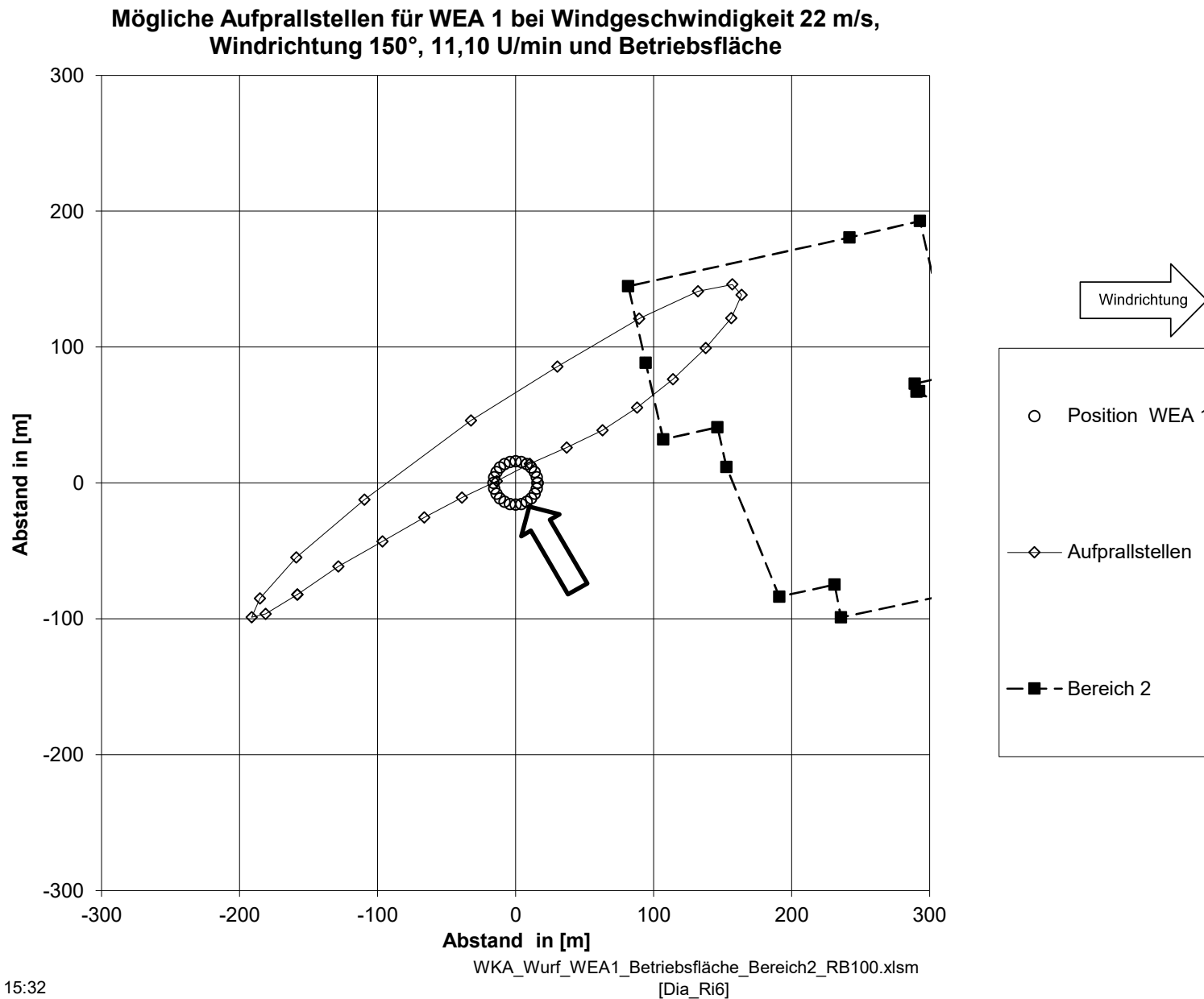


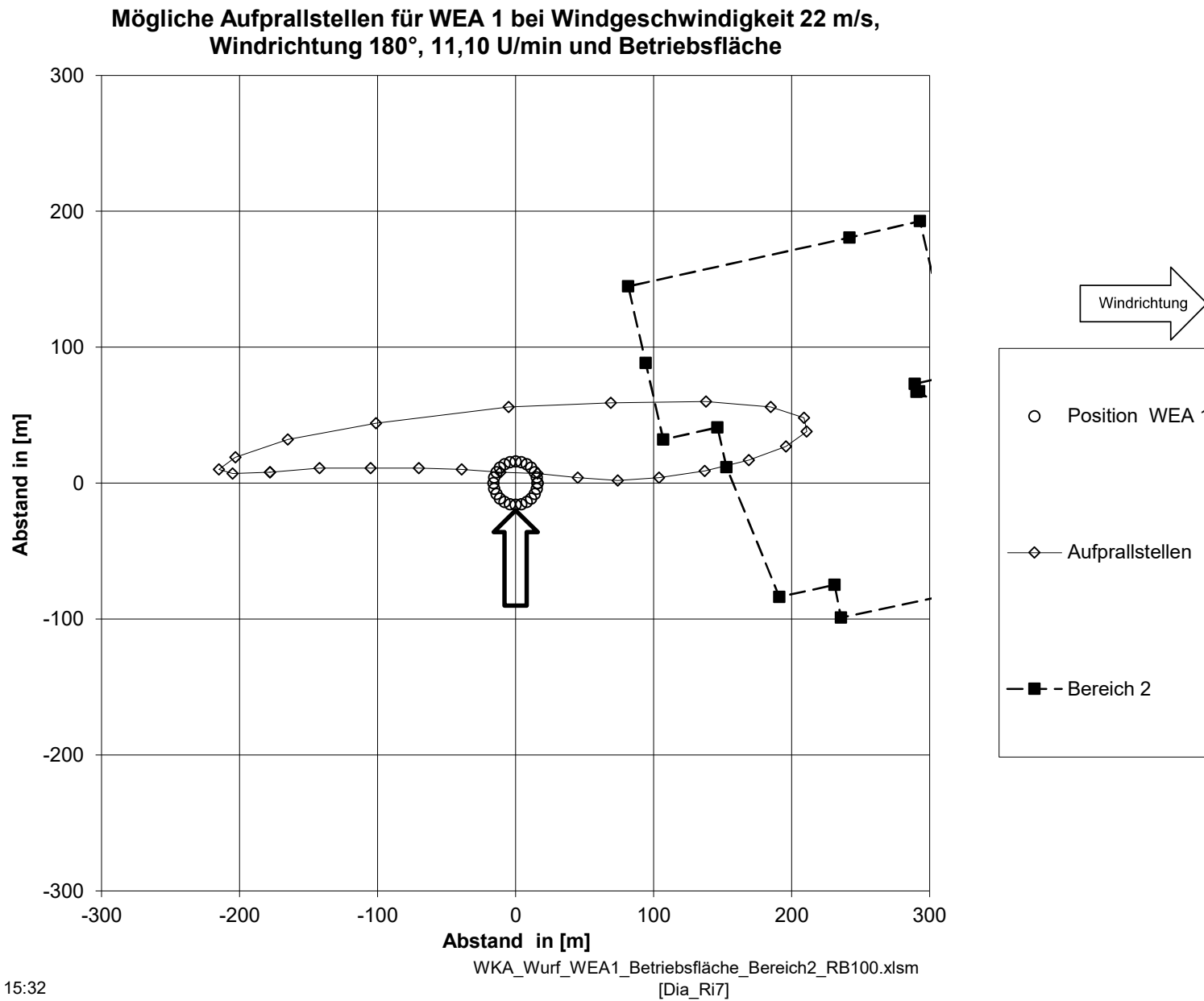


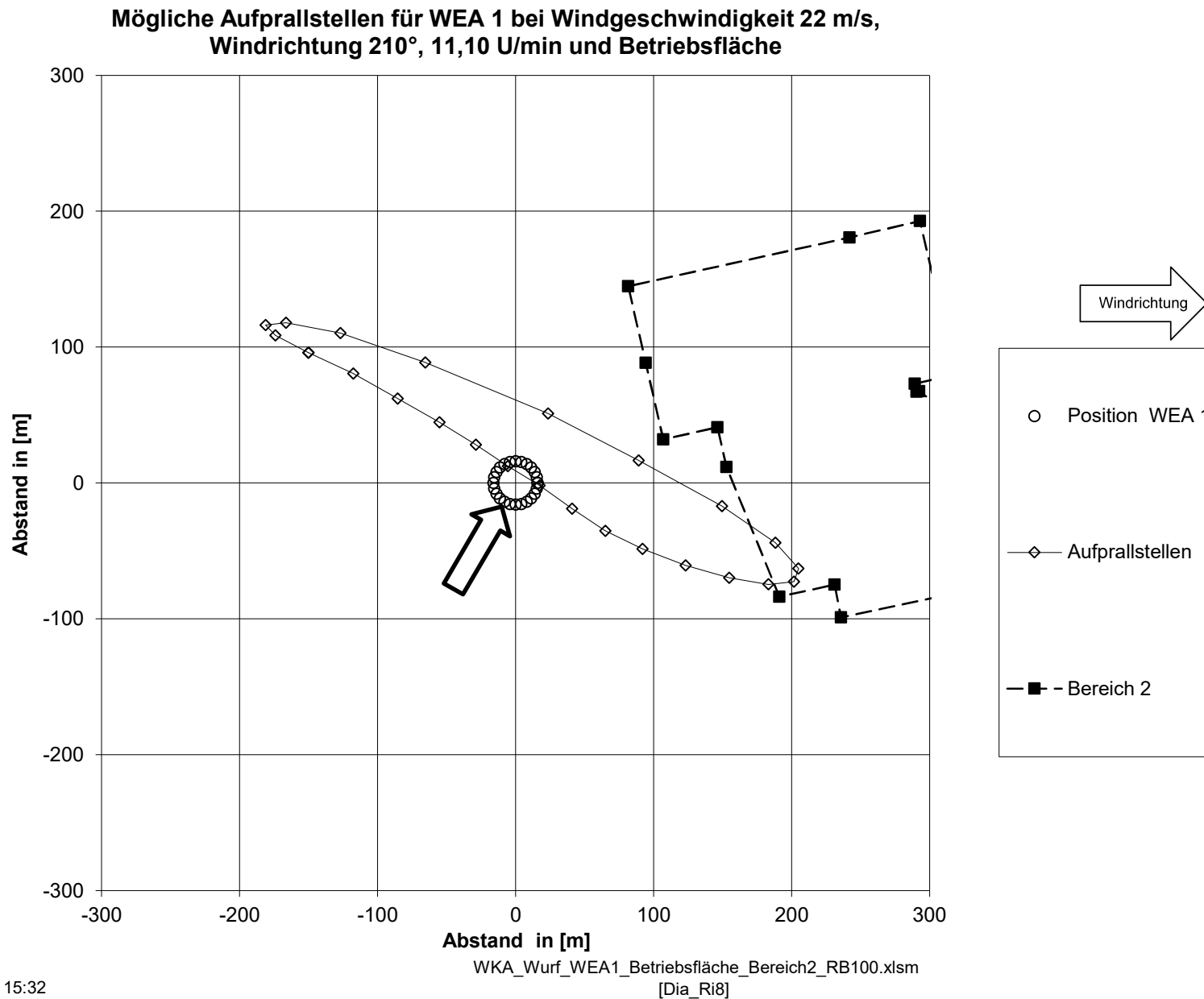


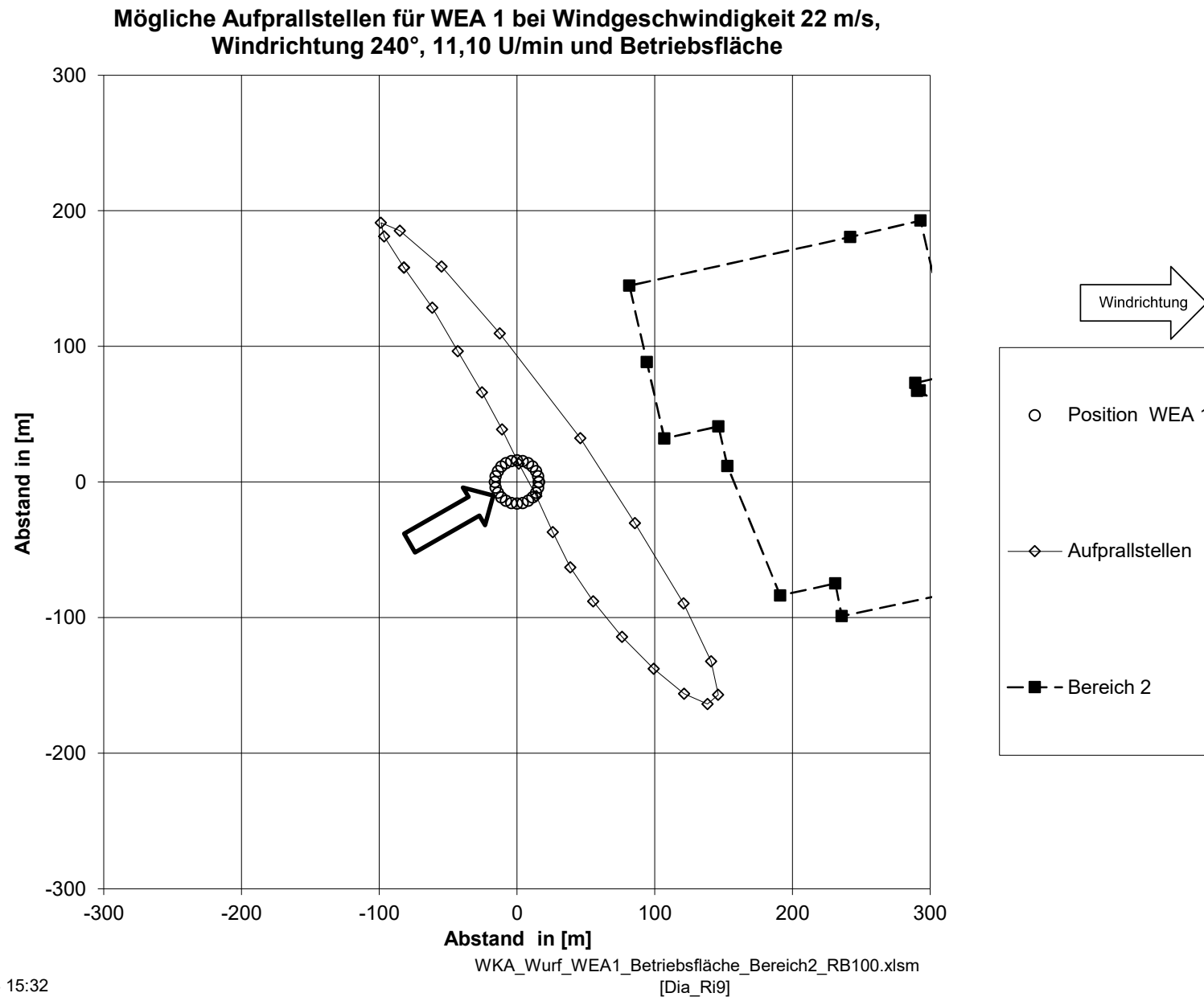


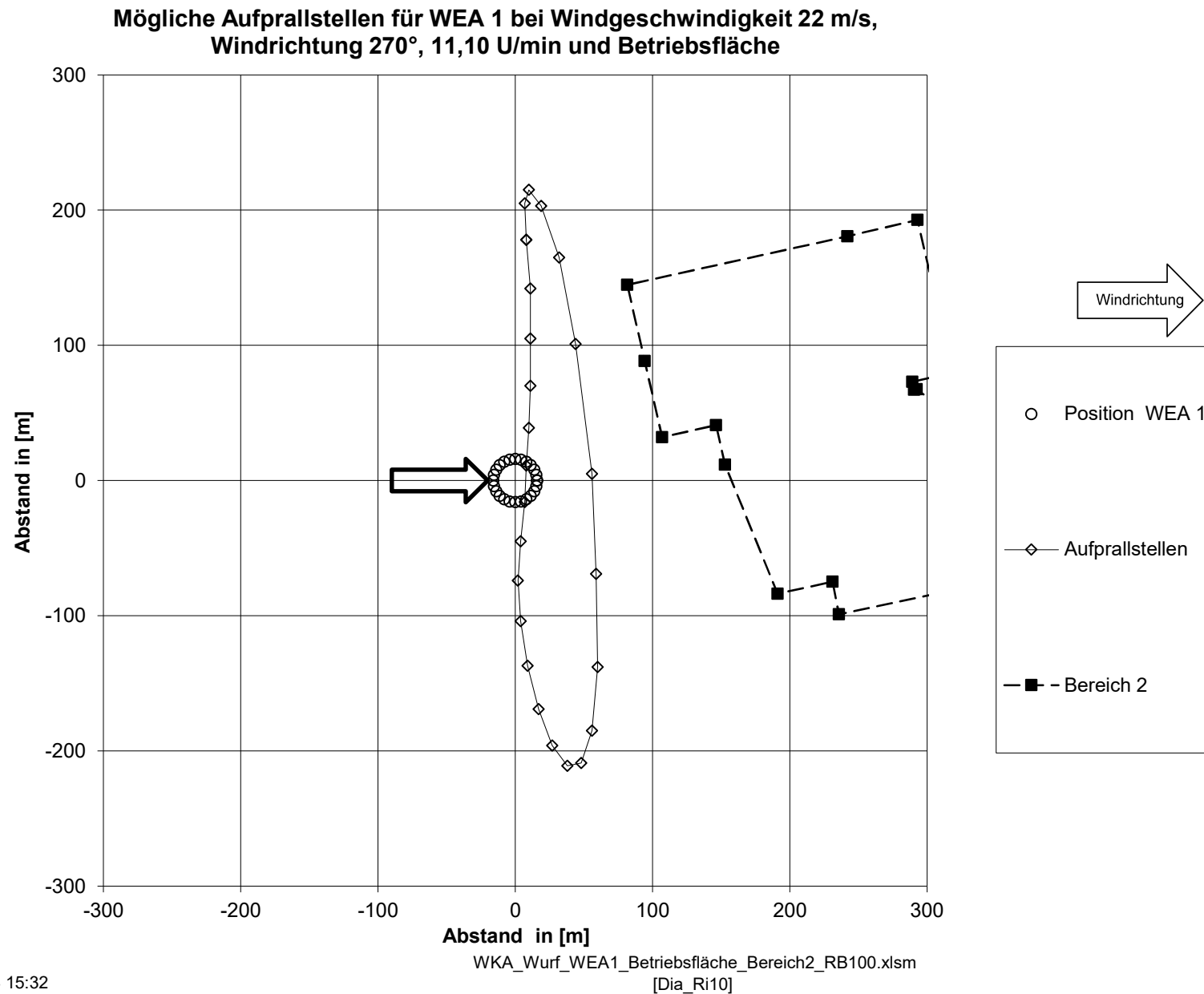


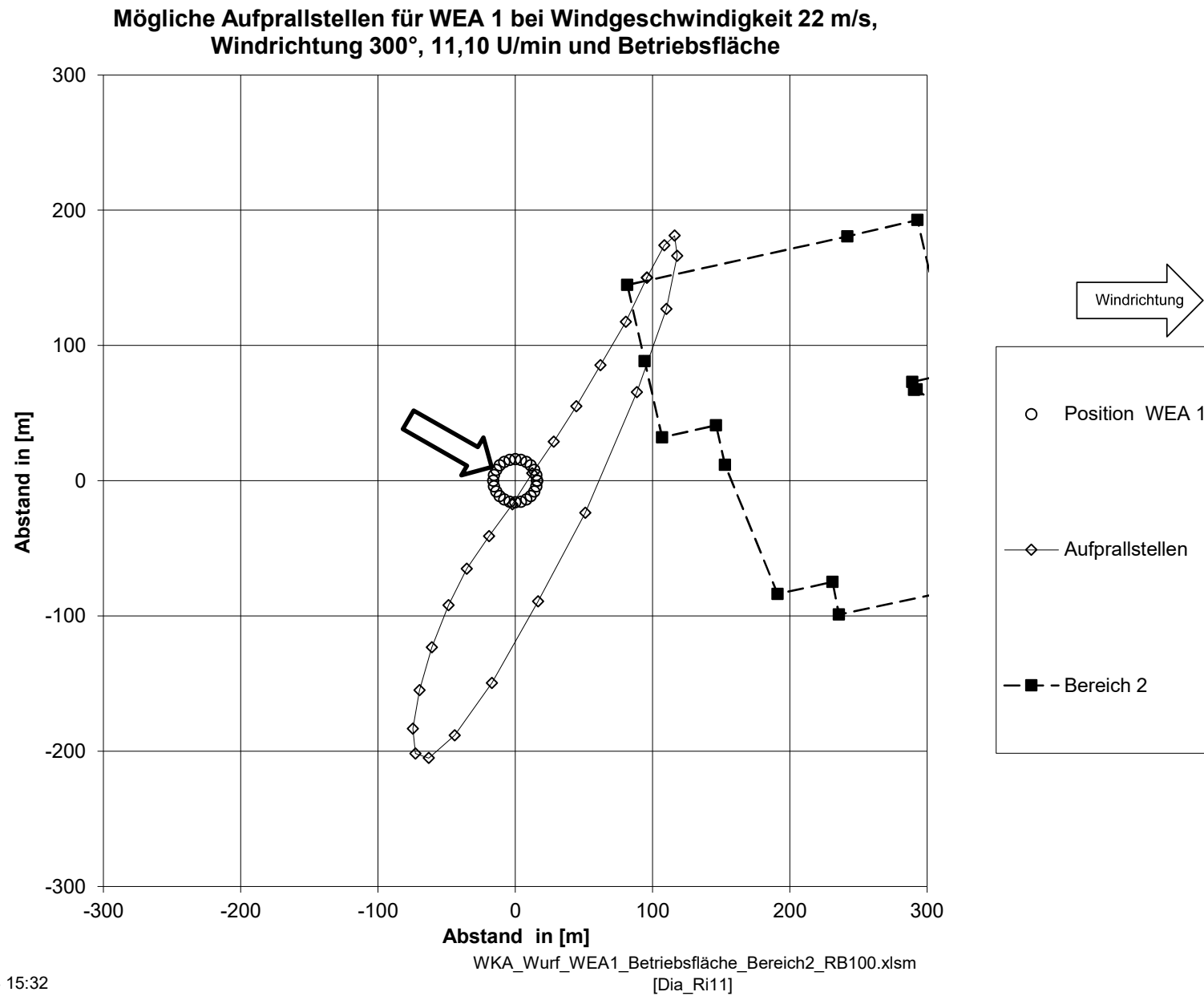


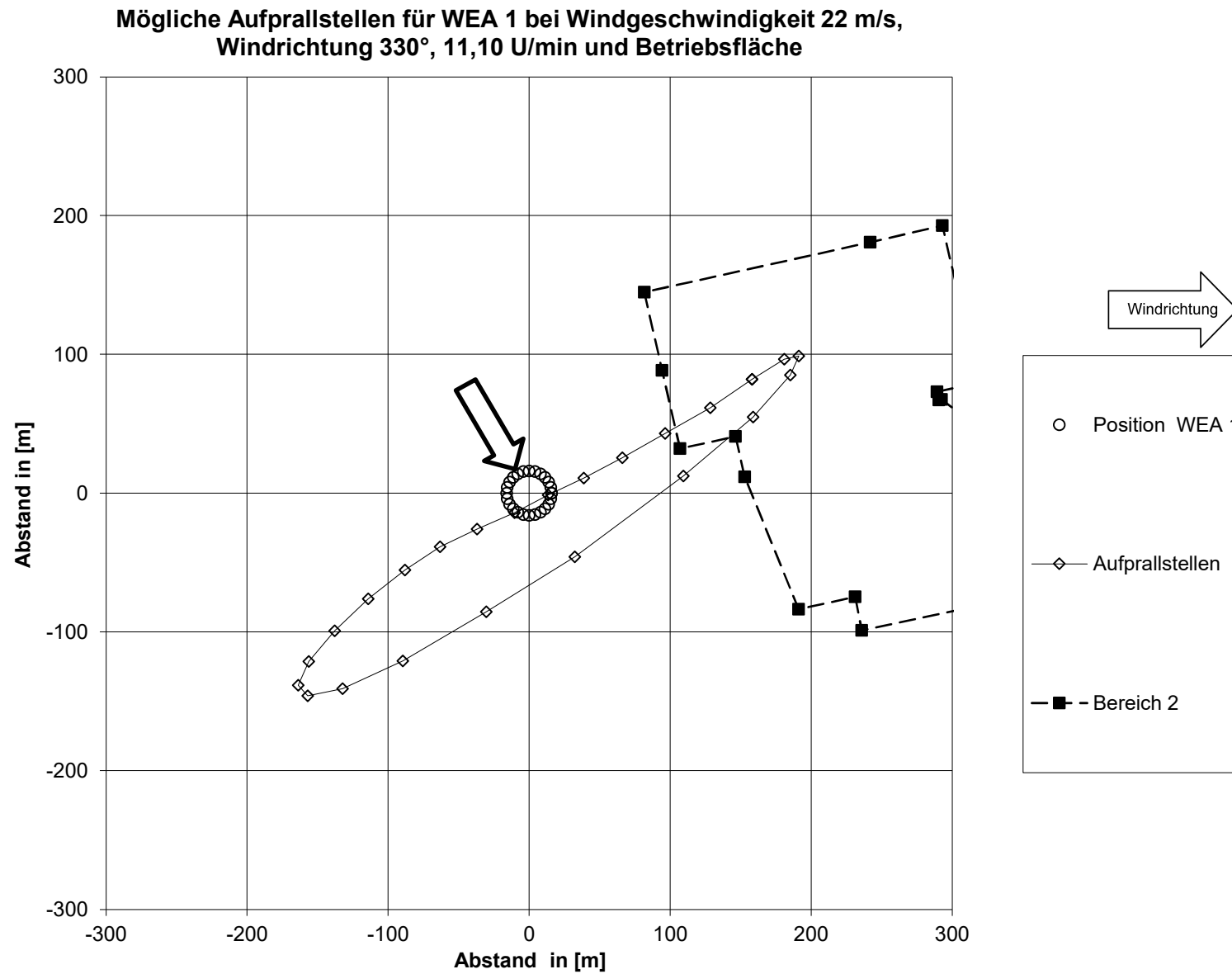


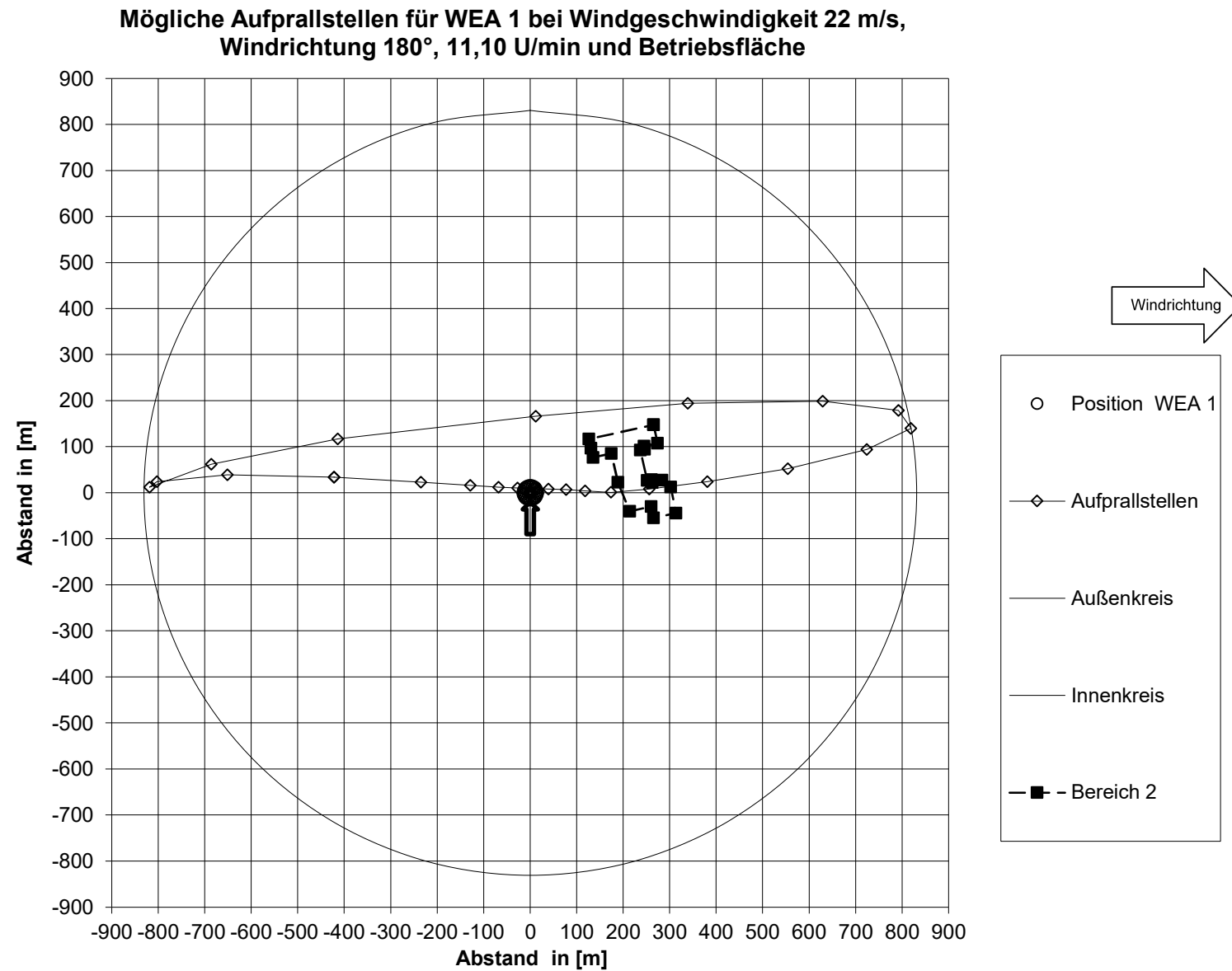


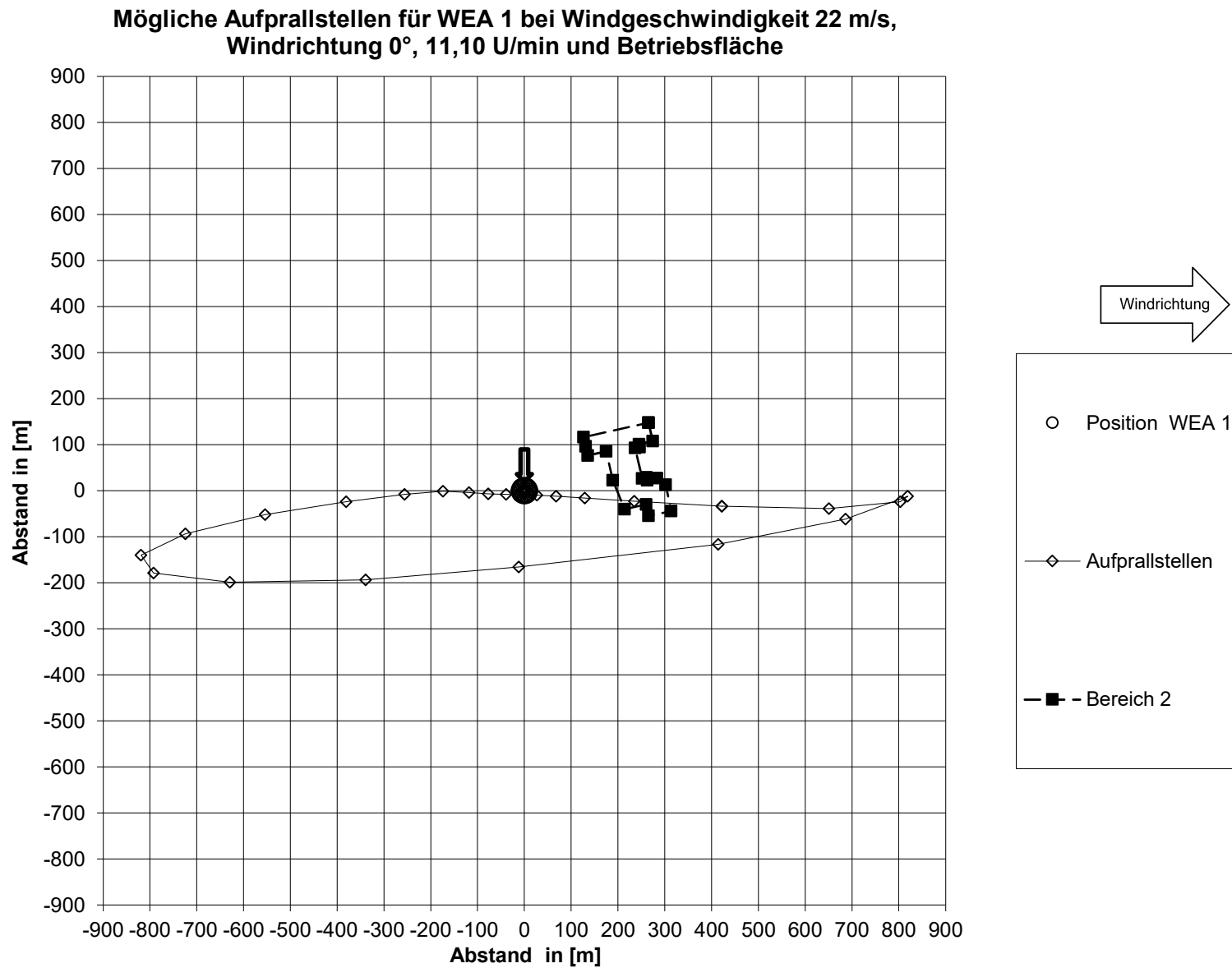


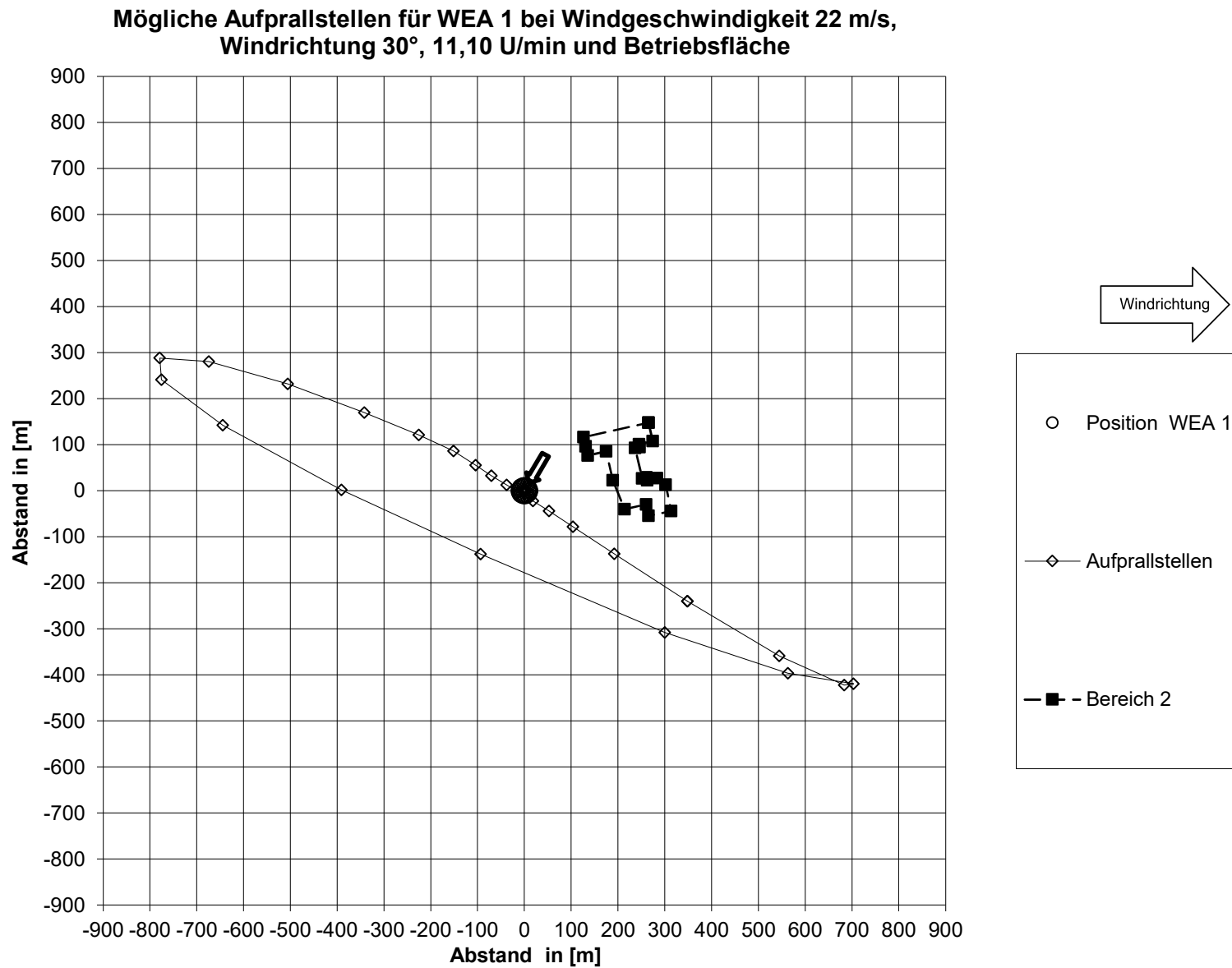


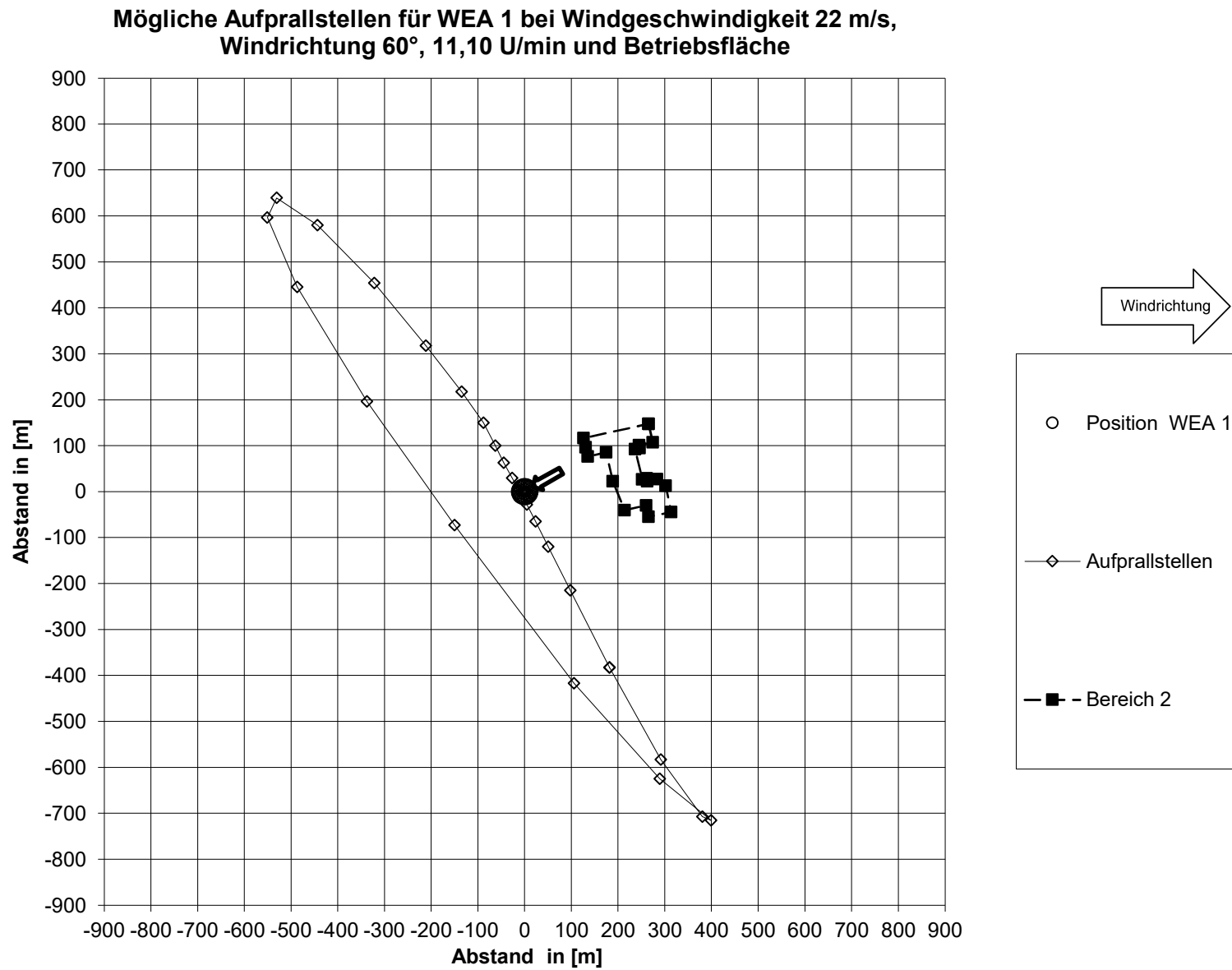


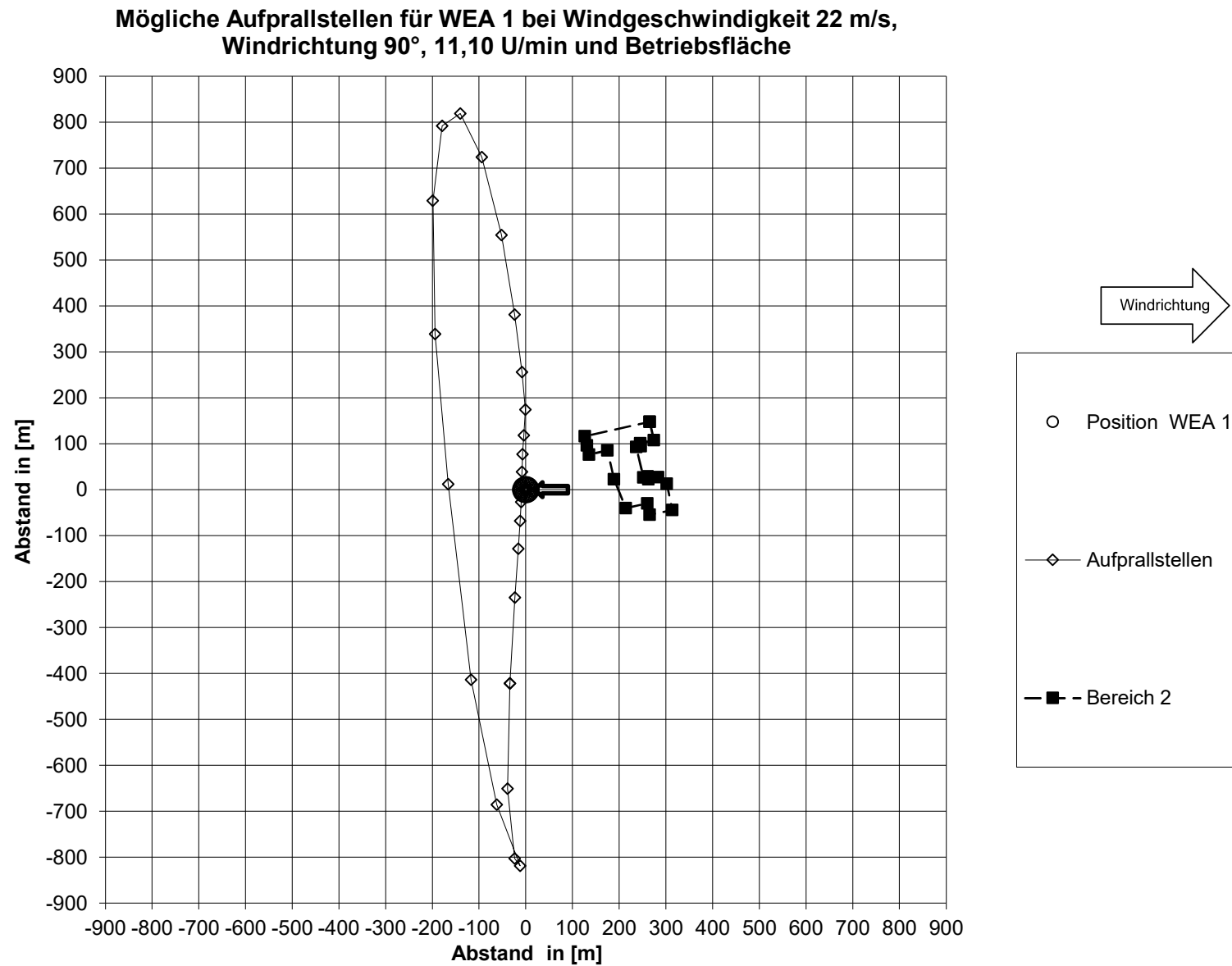


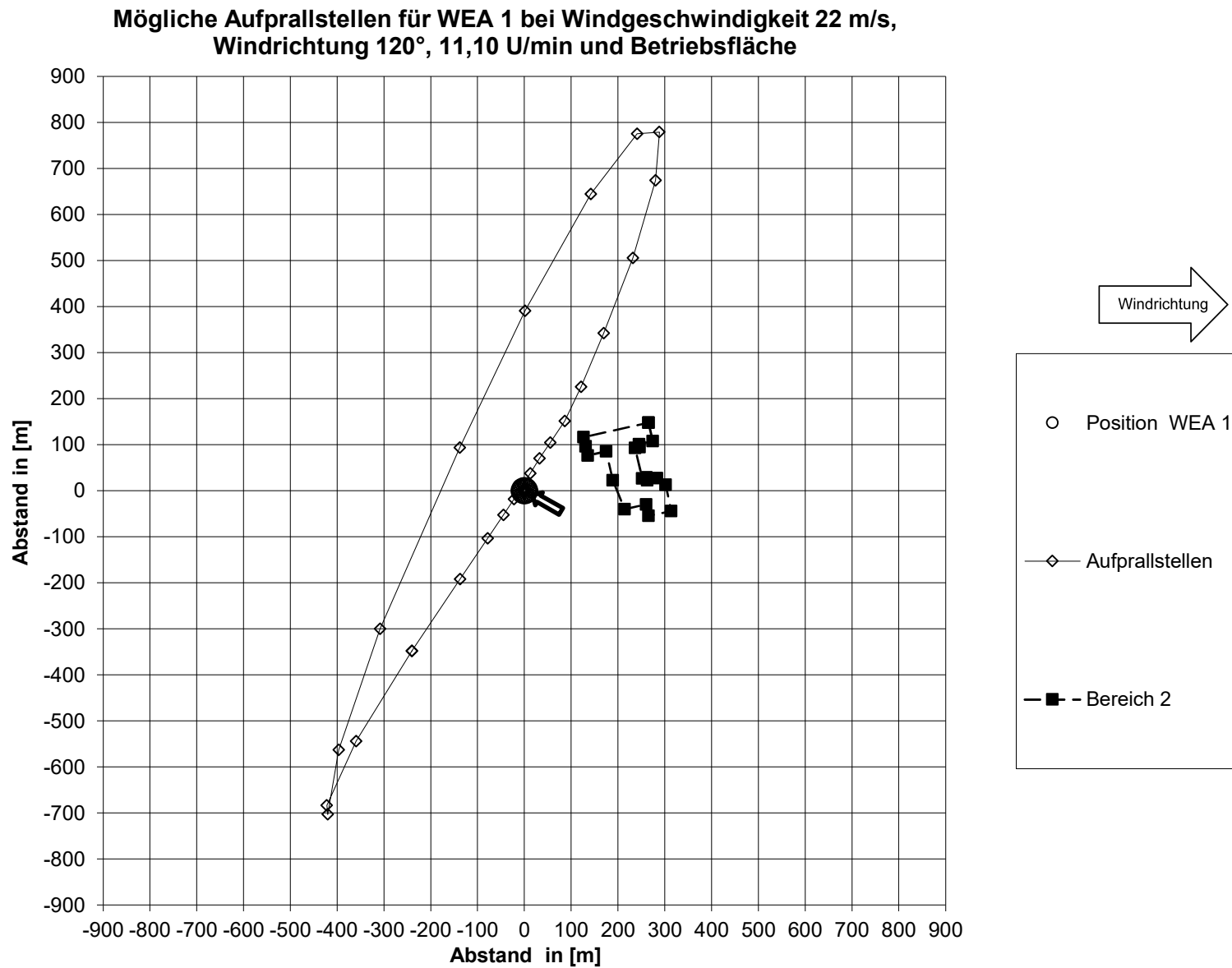


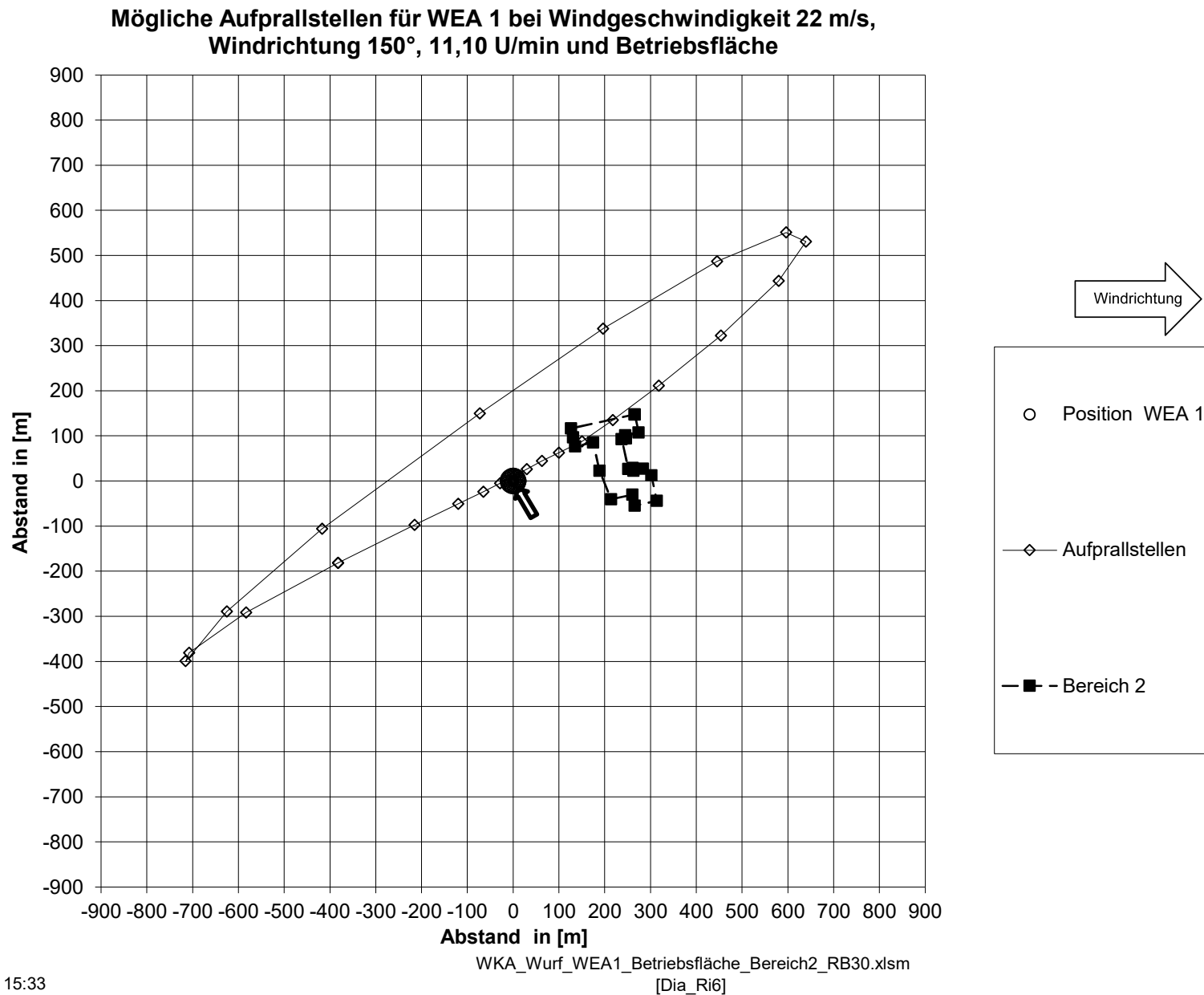


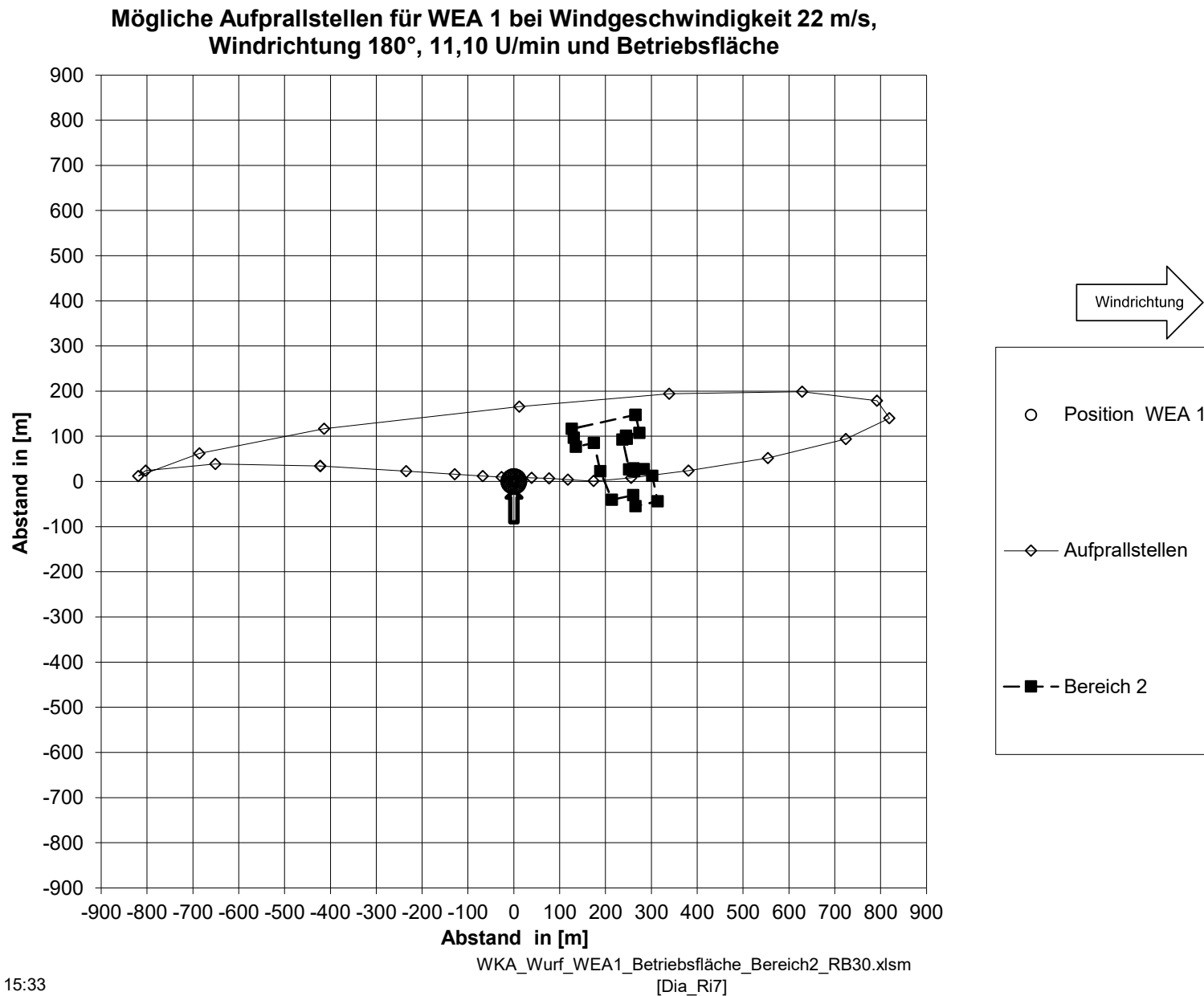


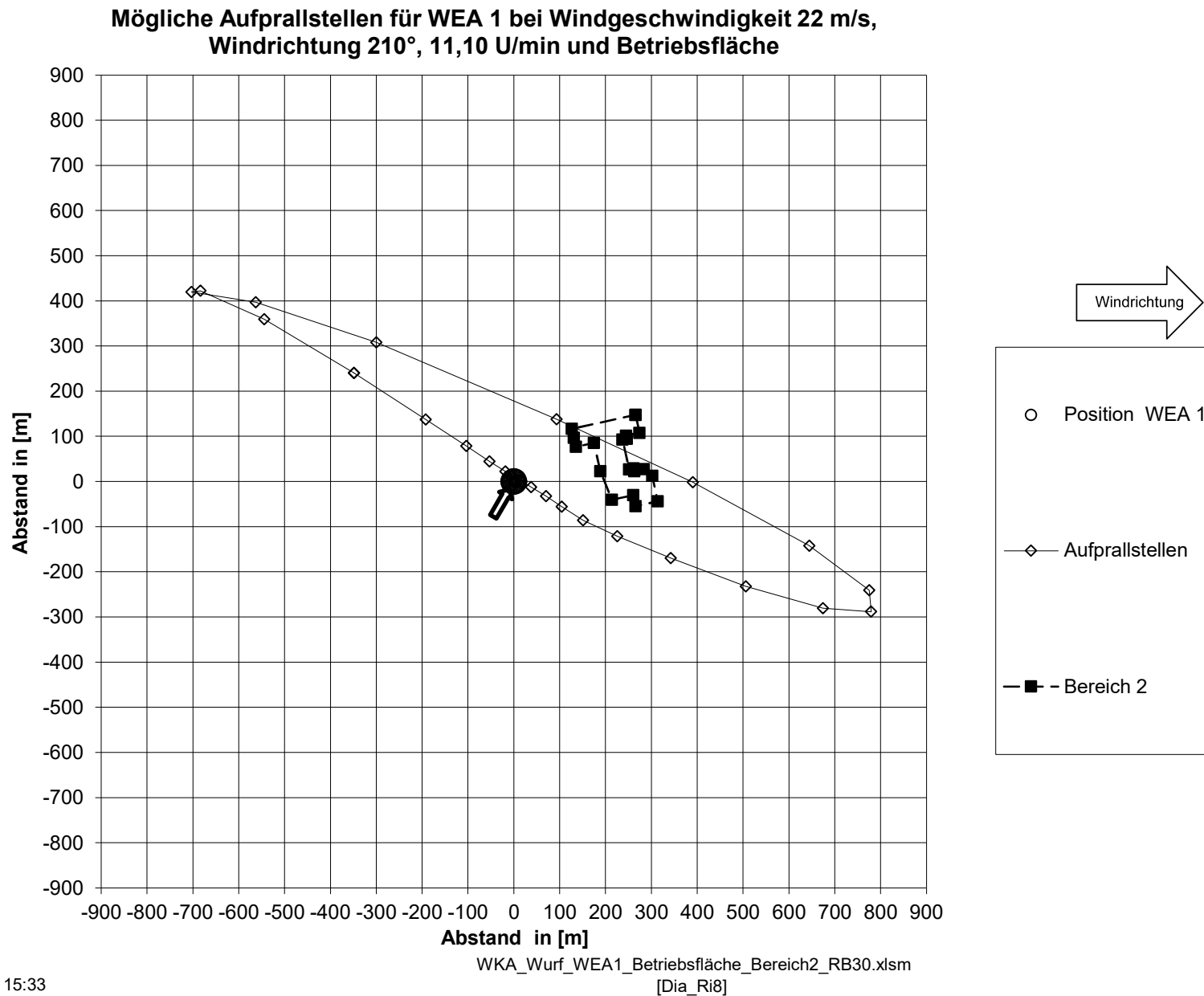


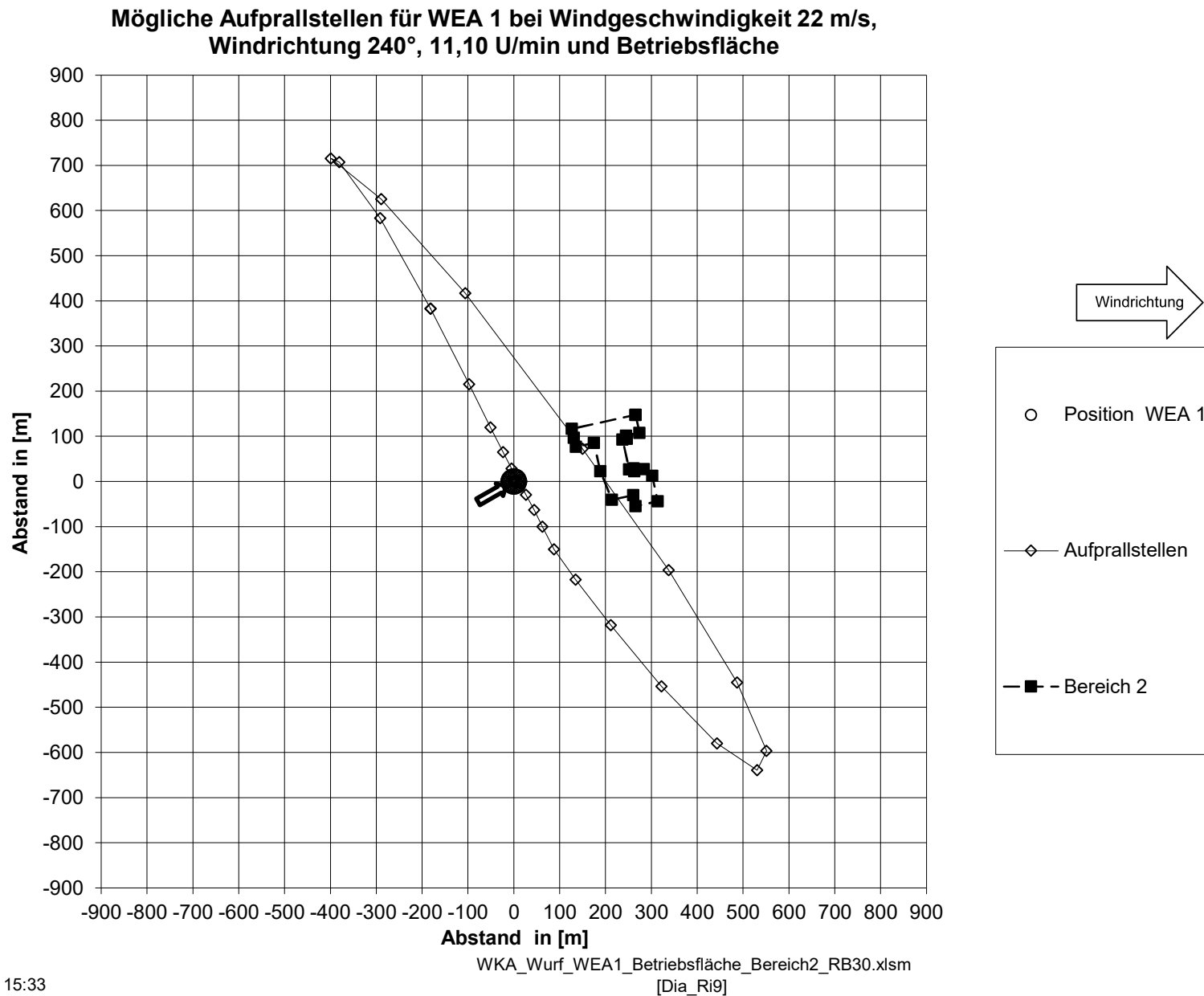


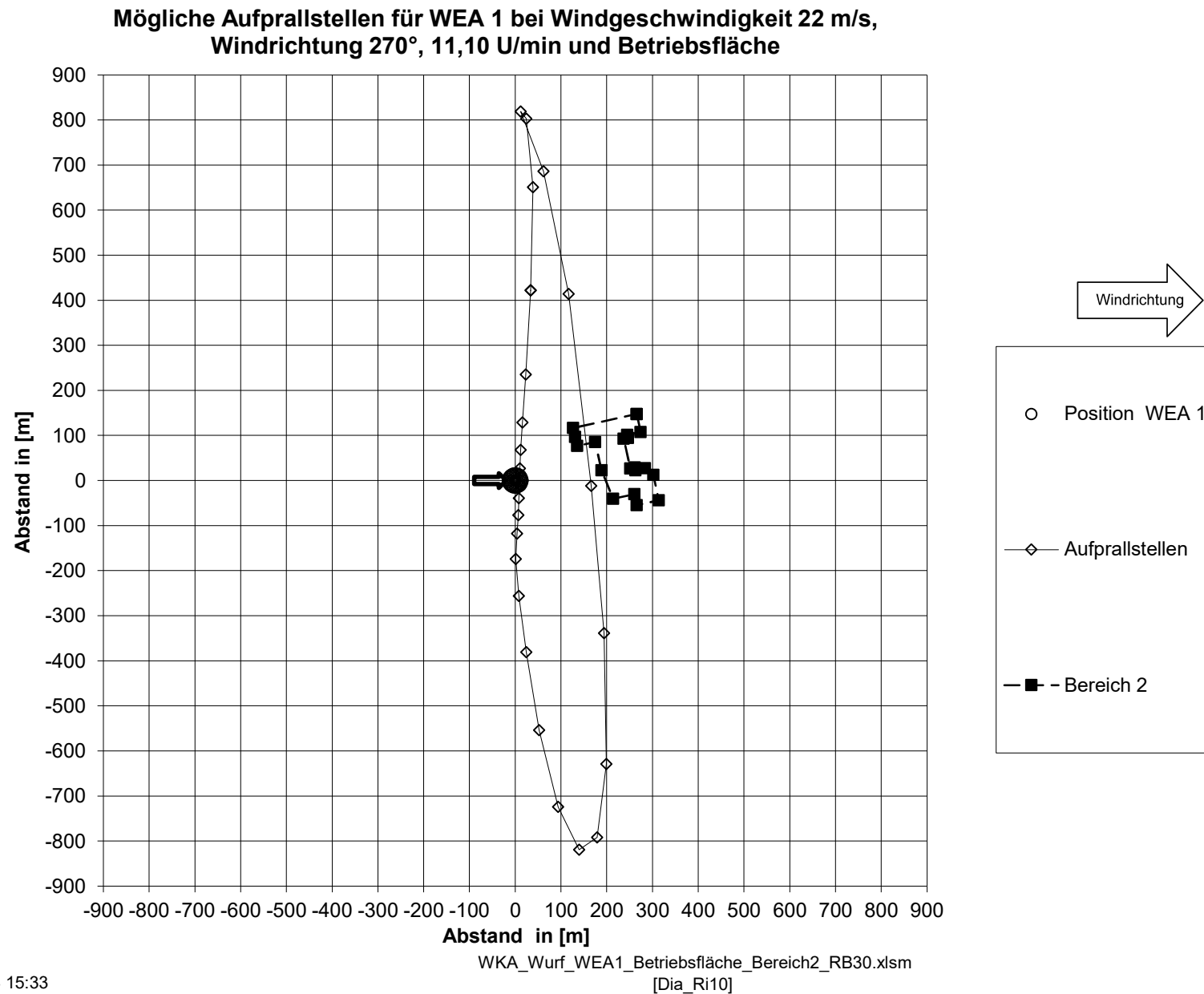


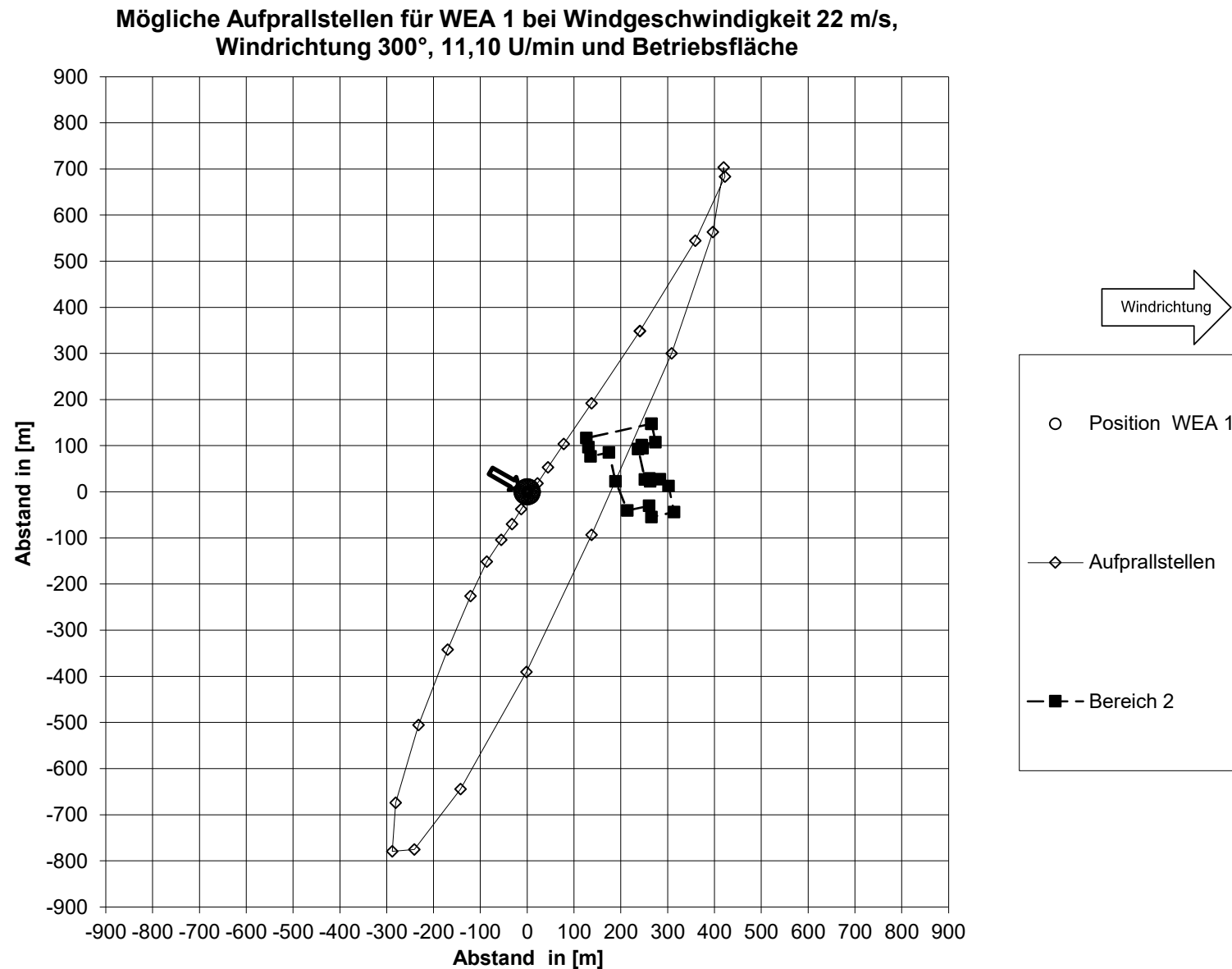


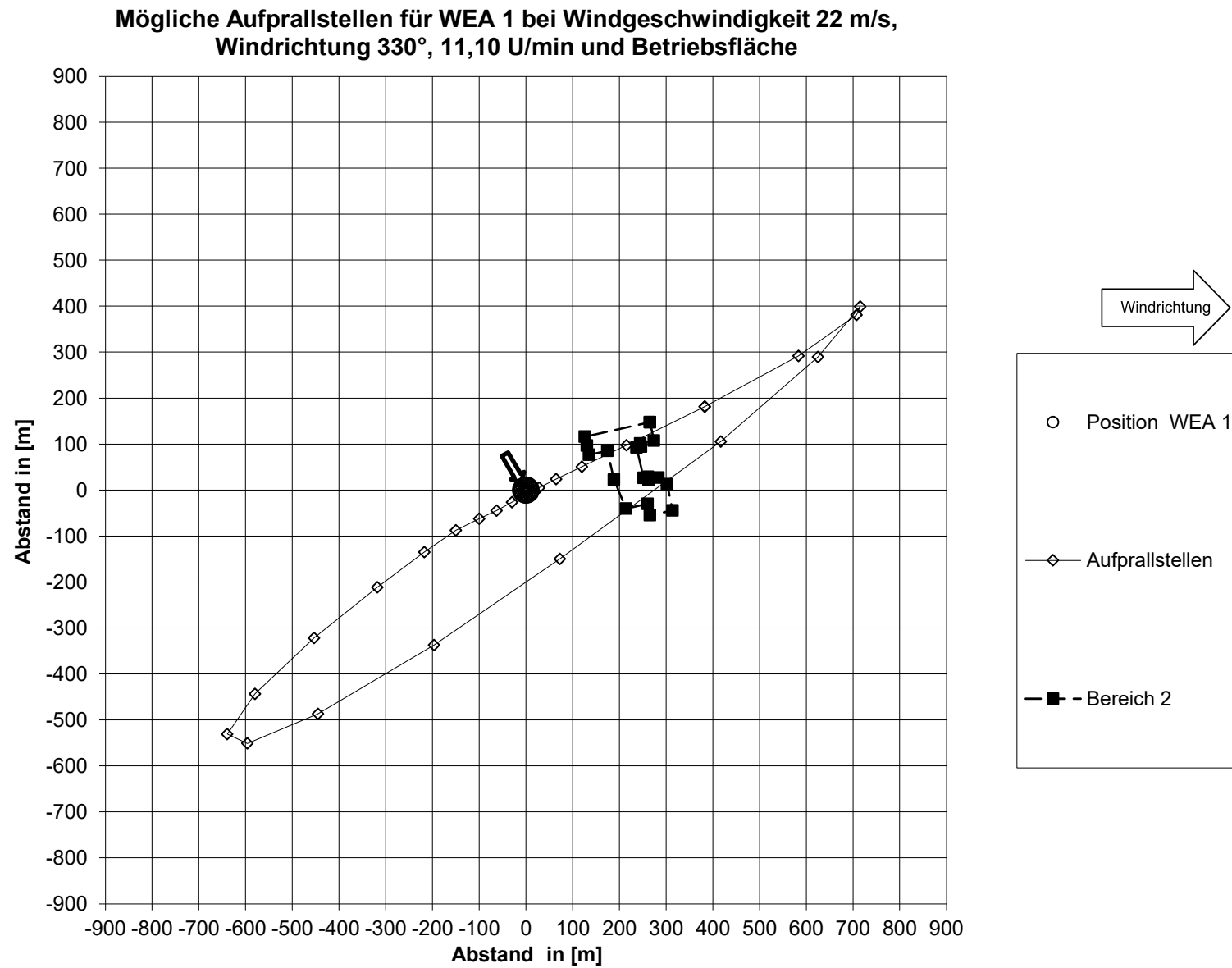


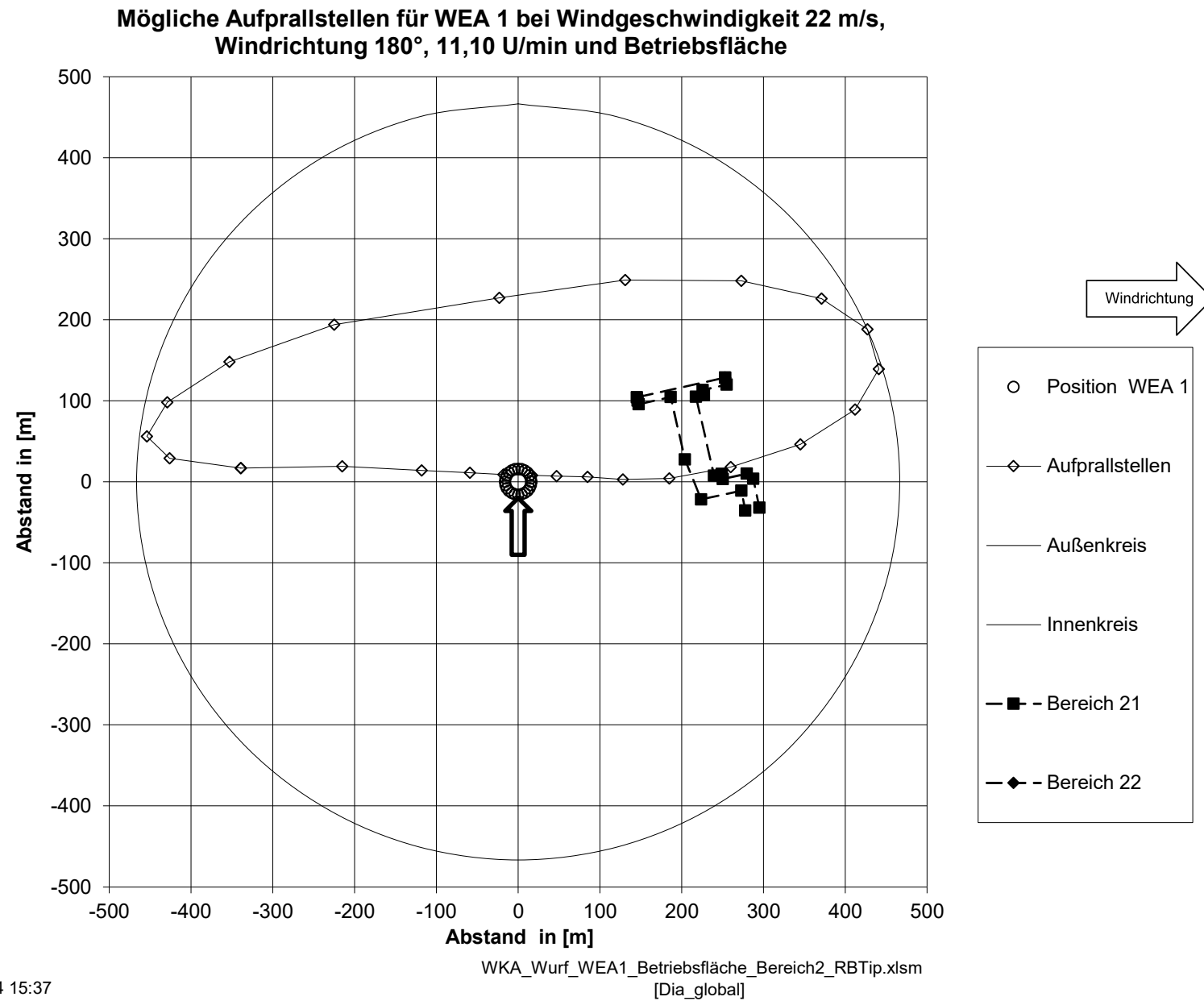


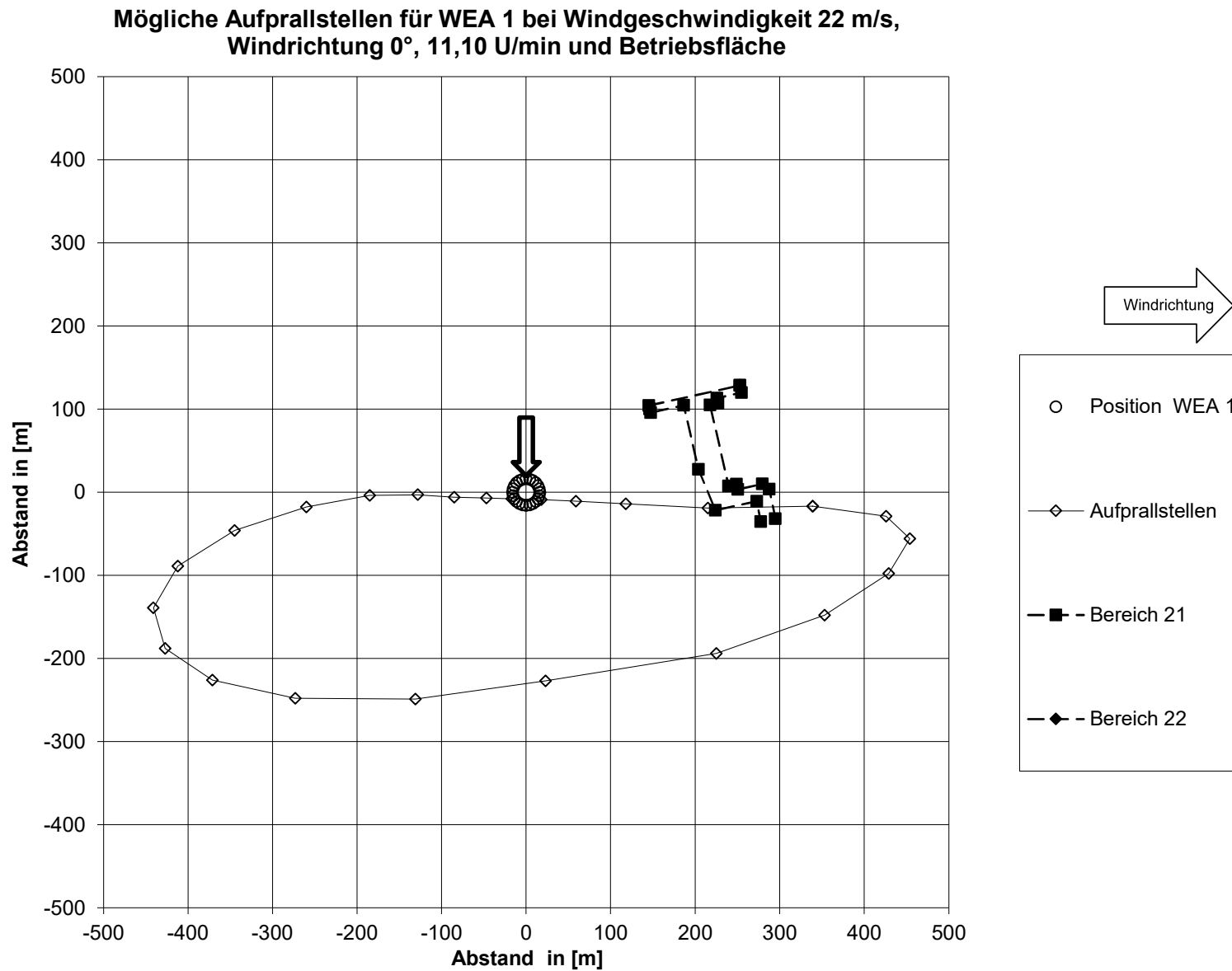


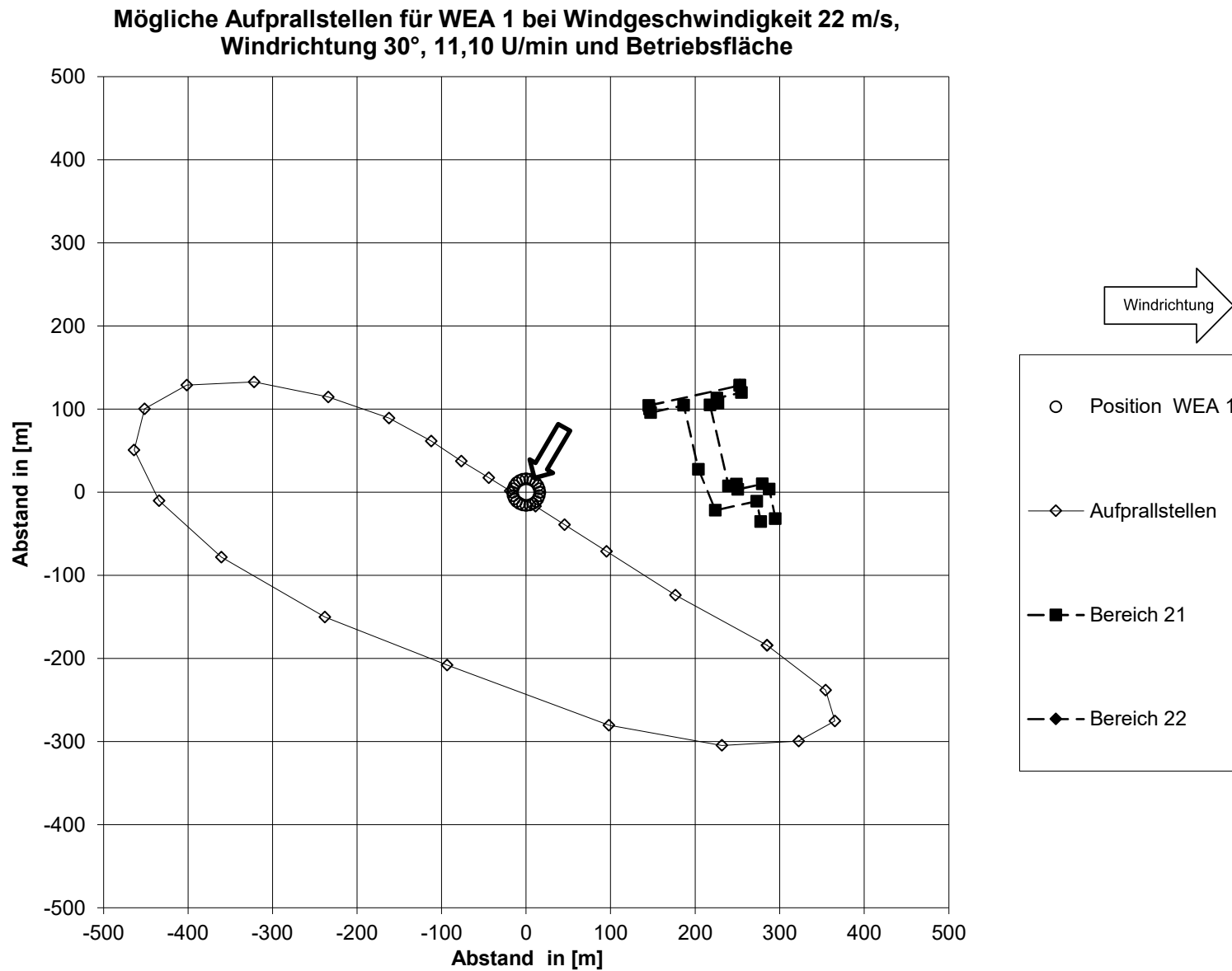


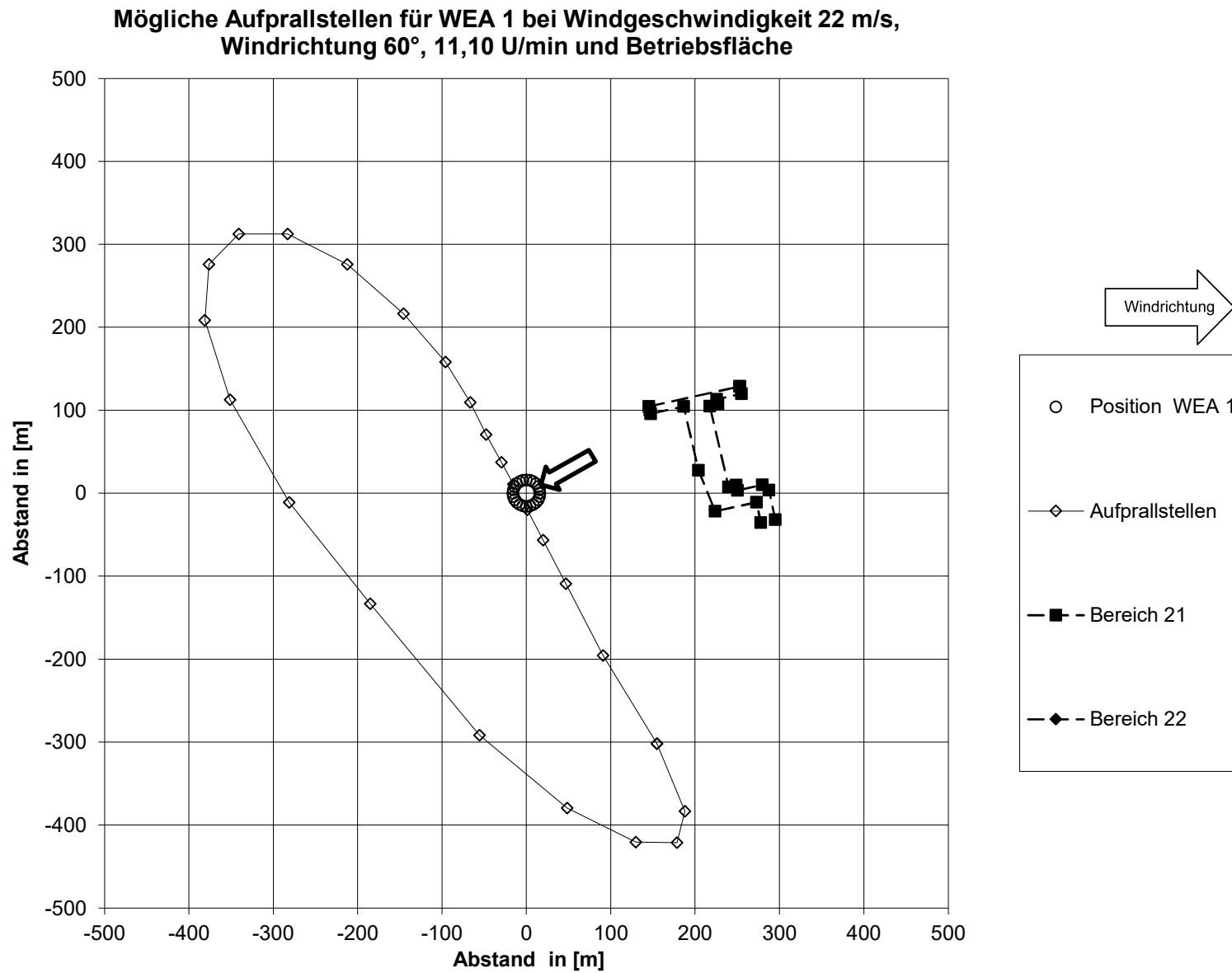




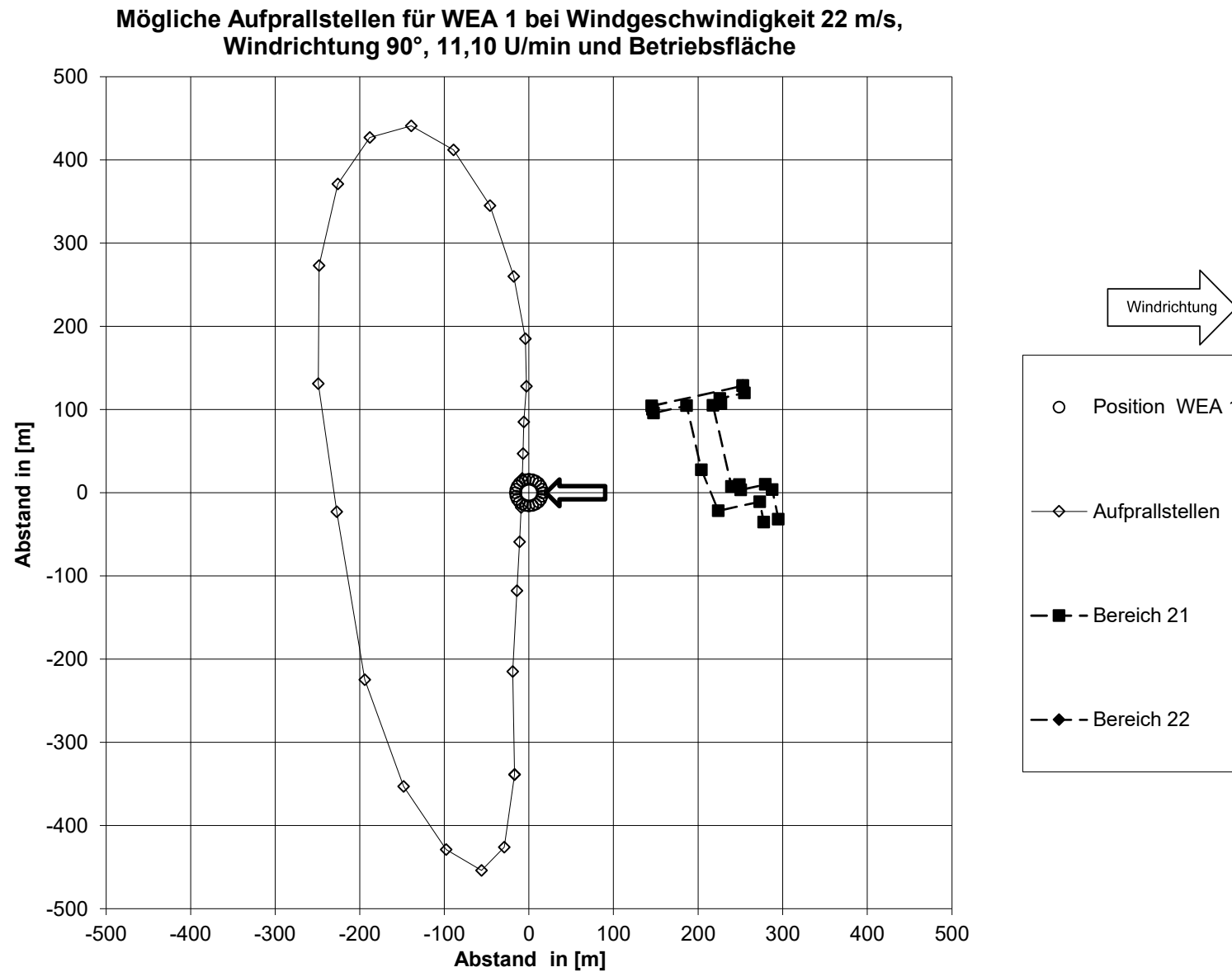


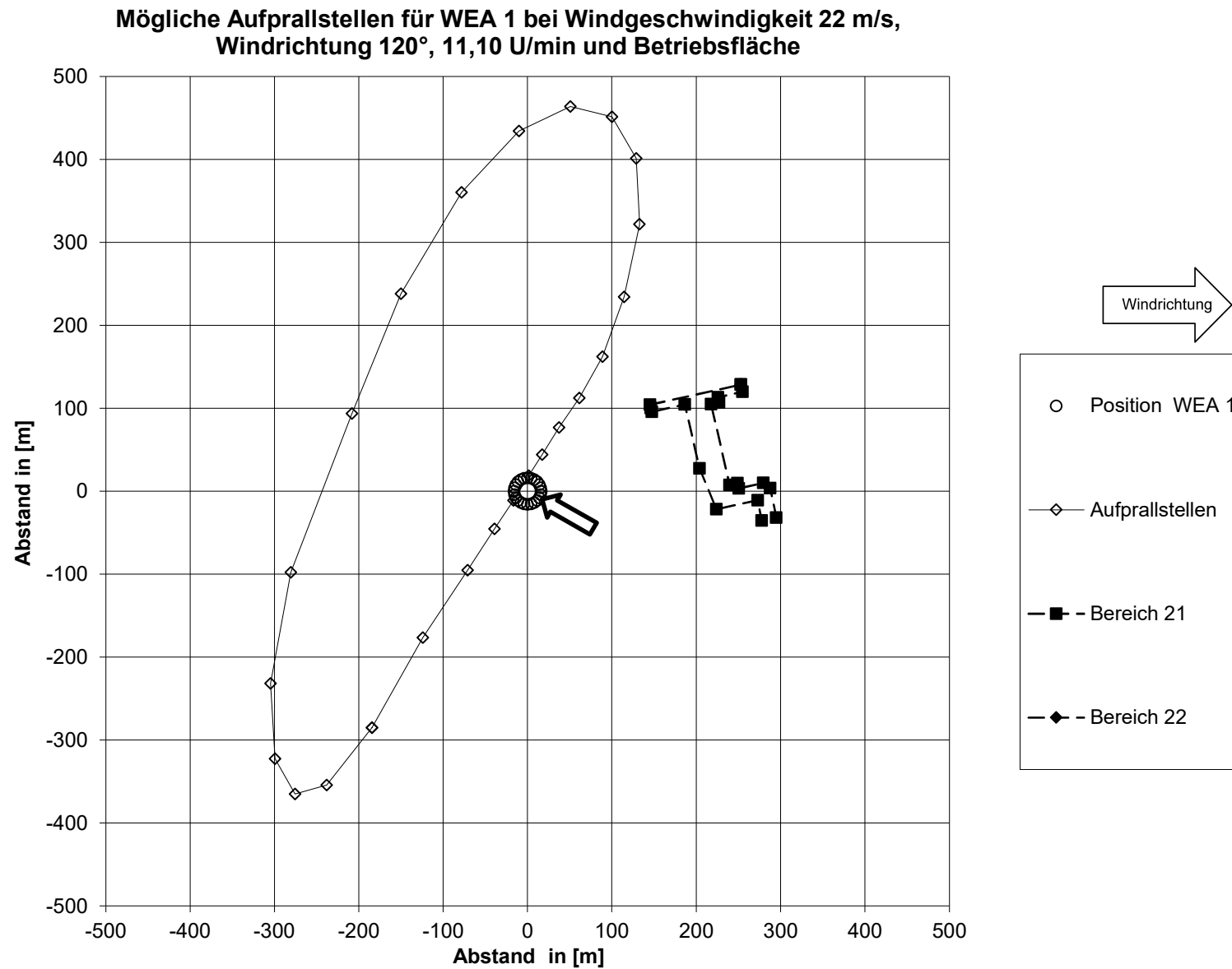


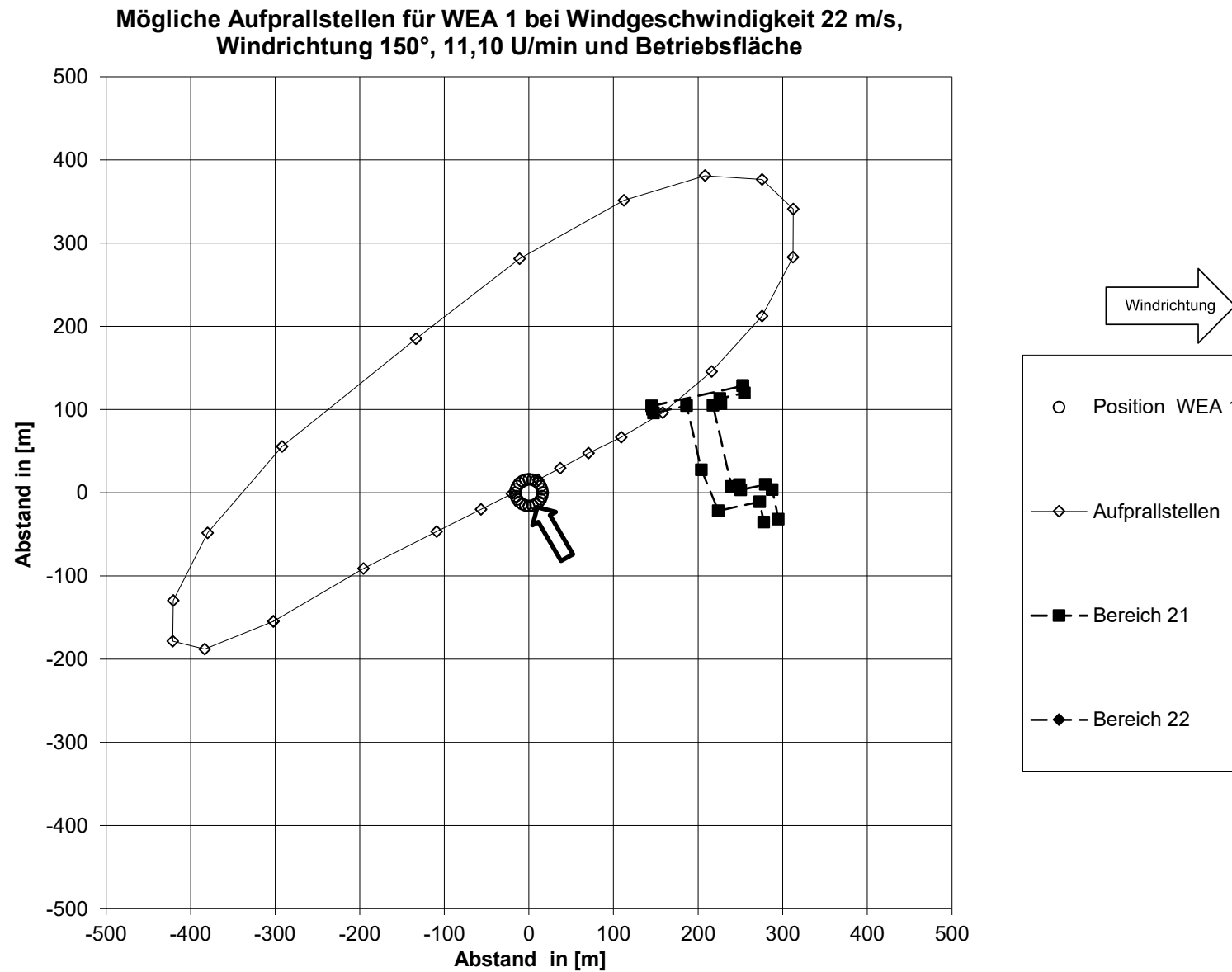


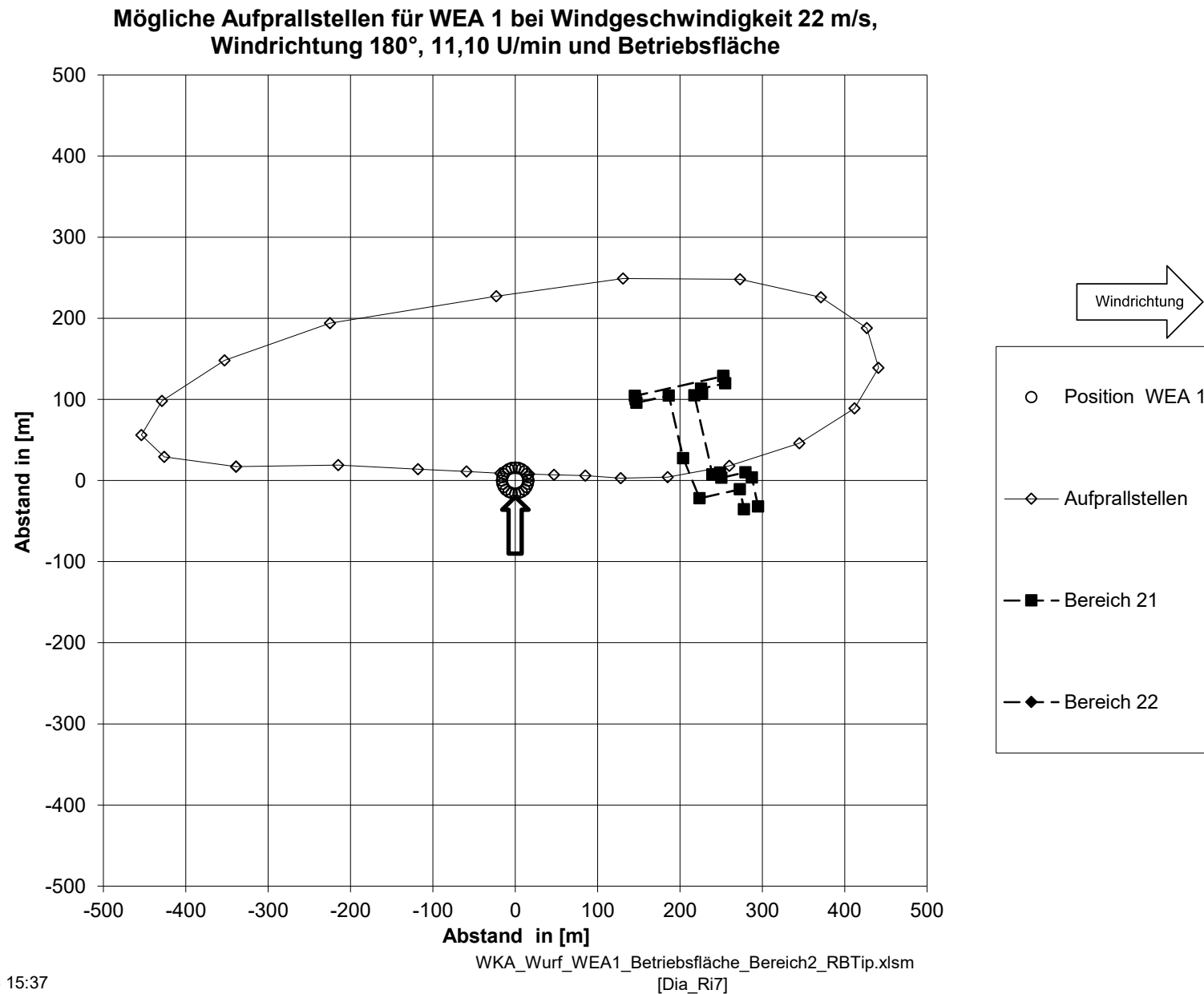


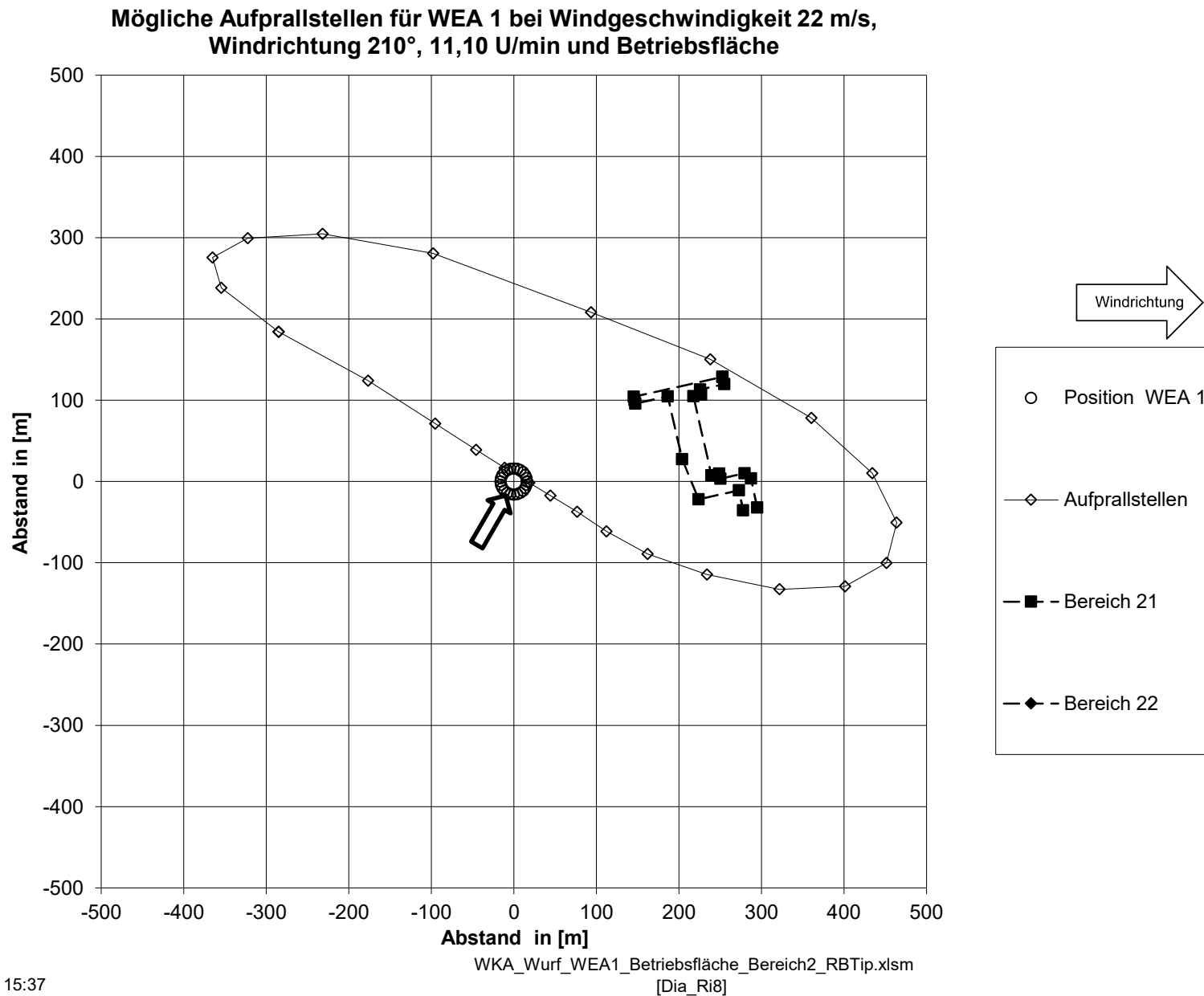
WKA_Wurf_WEA1_Betriebsfläche_Bereich2_RBTip.xlsm
[Dia_Ri3]

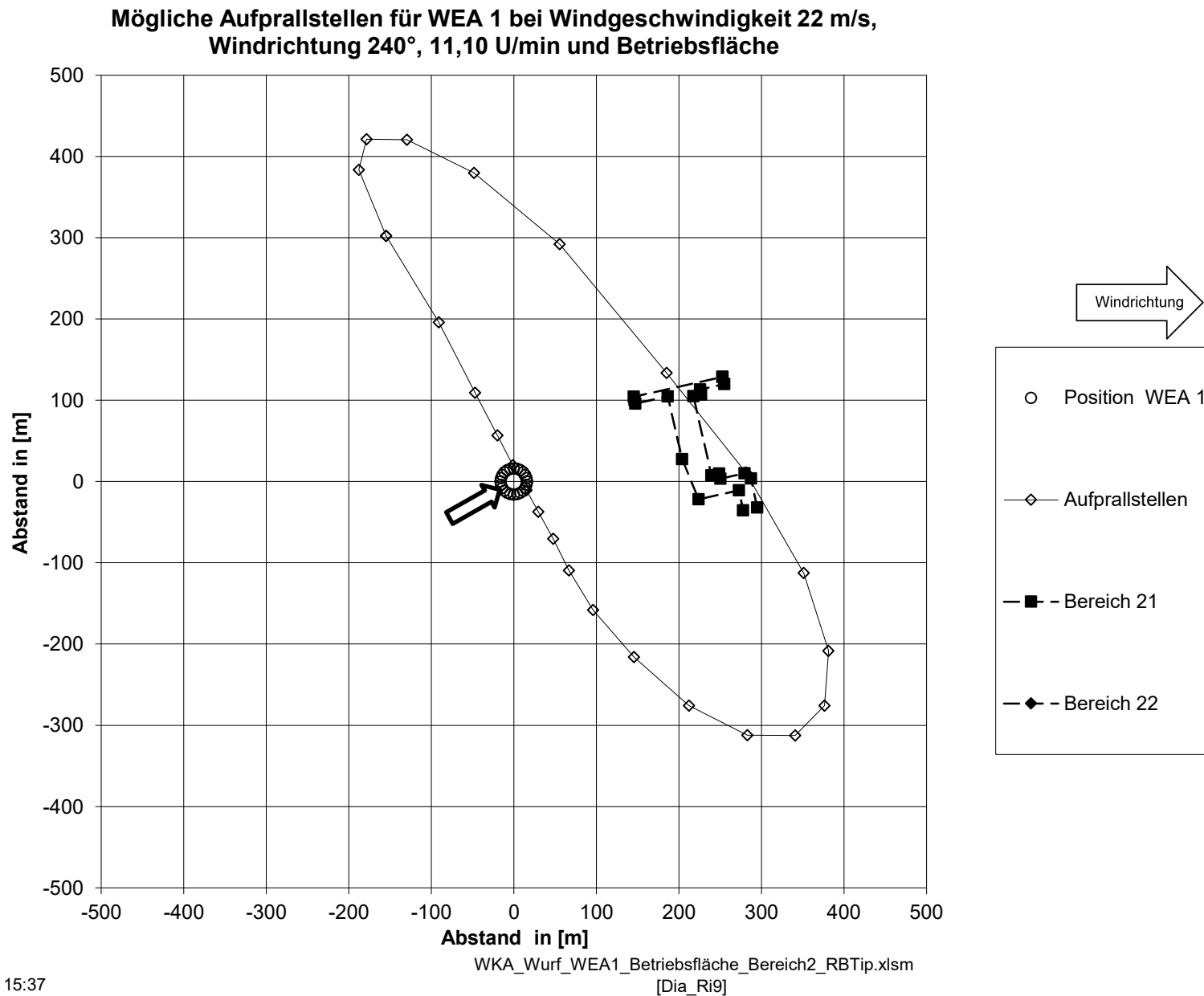


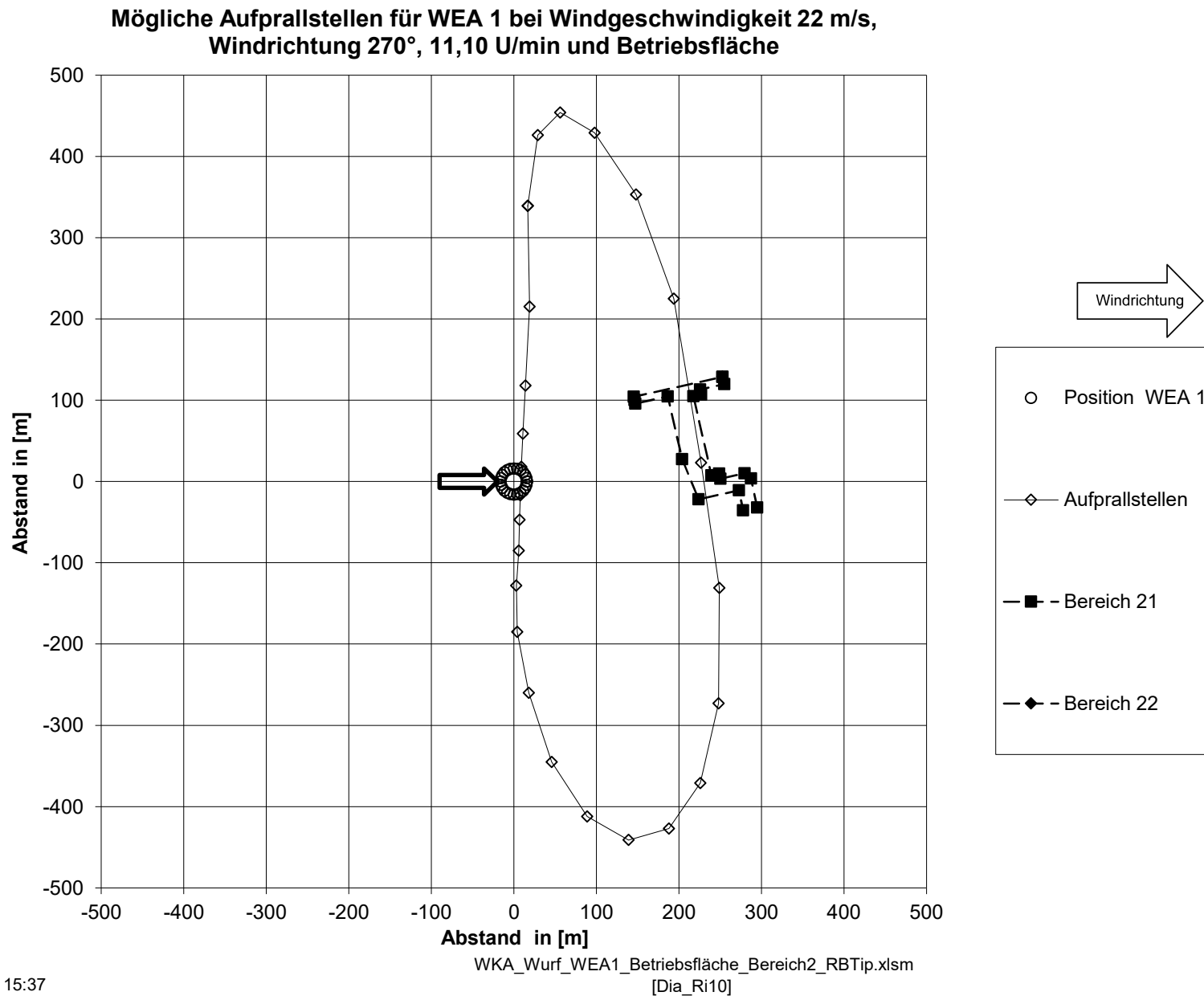


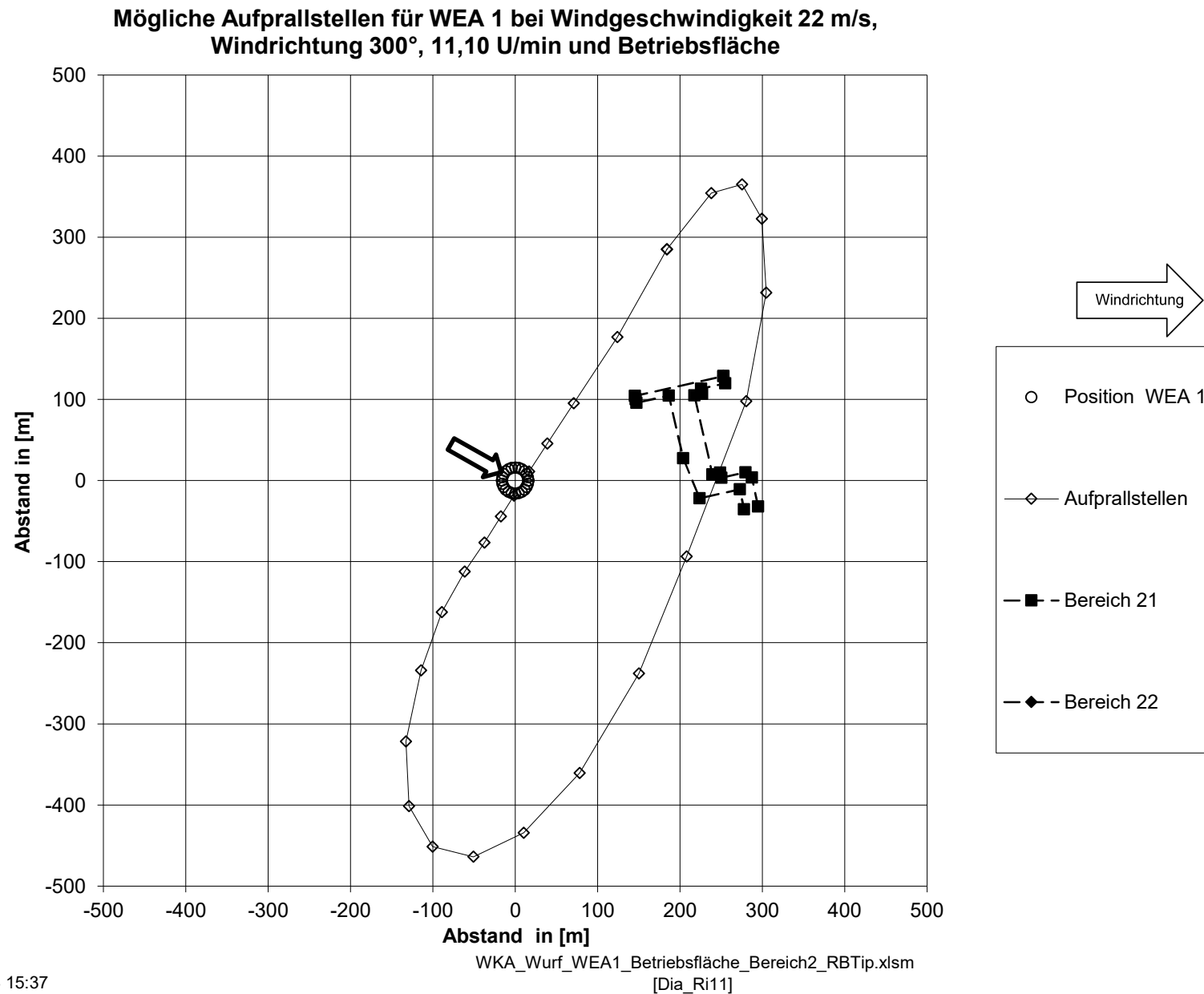


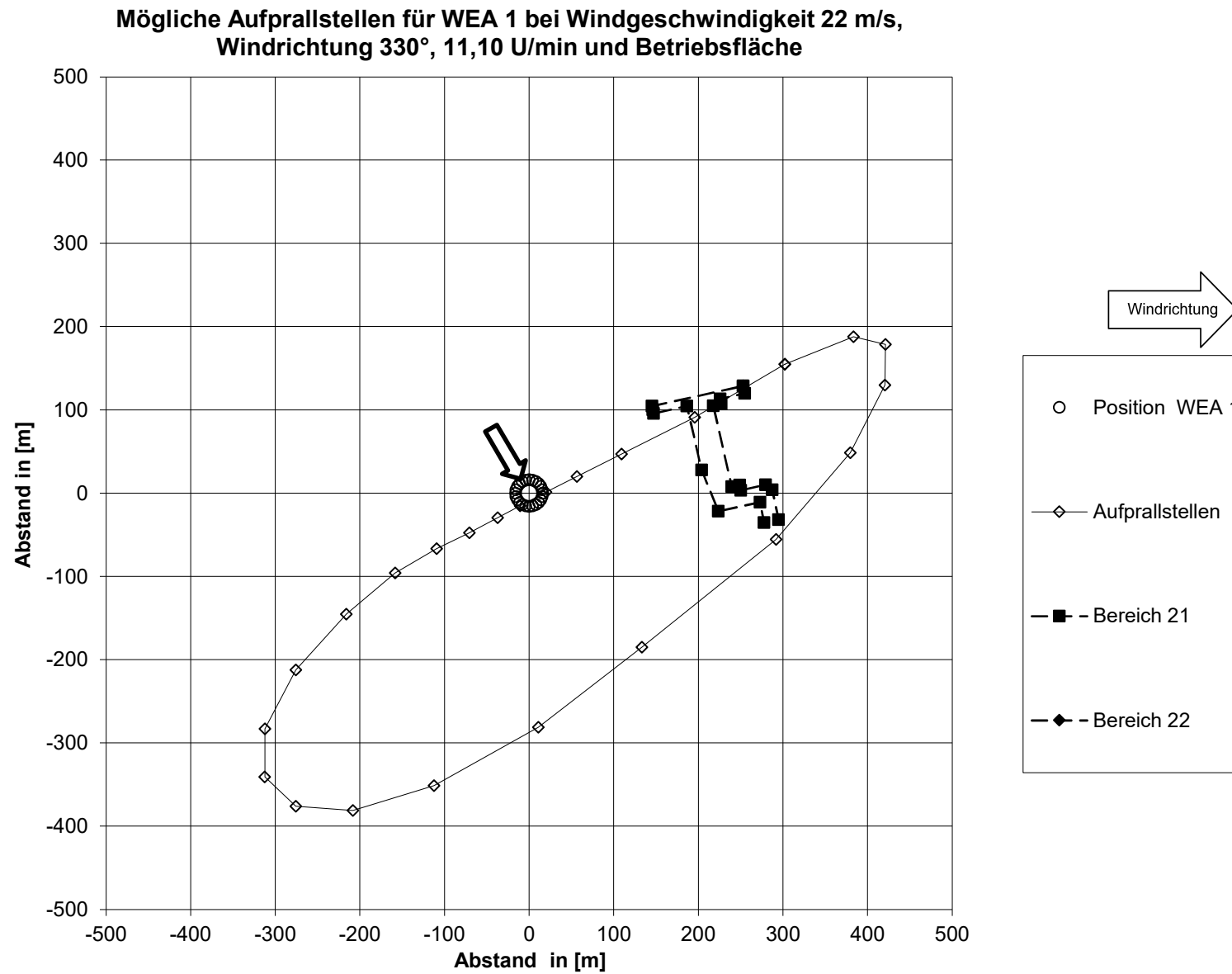


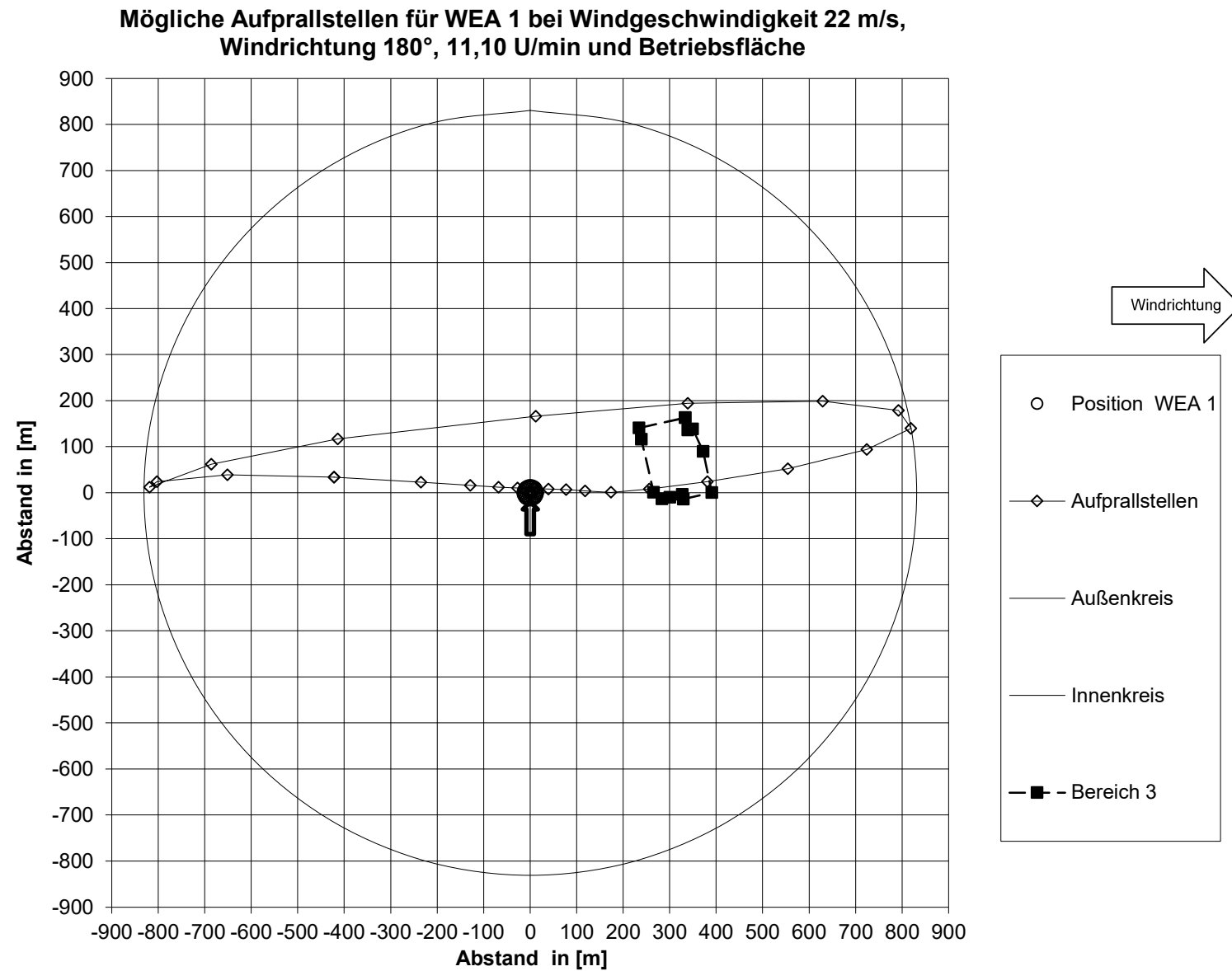


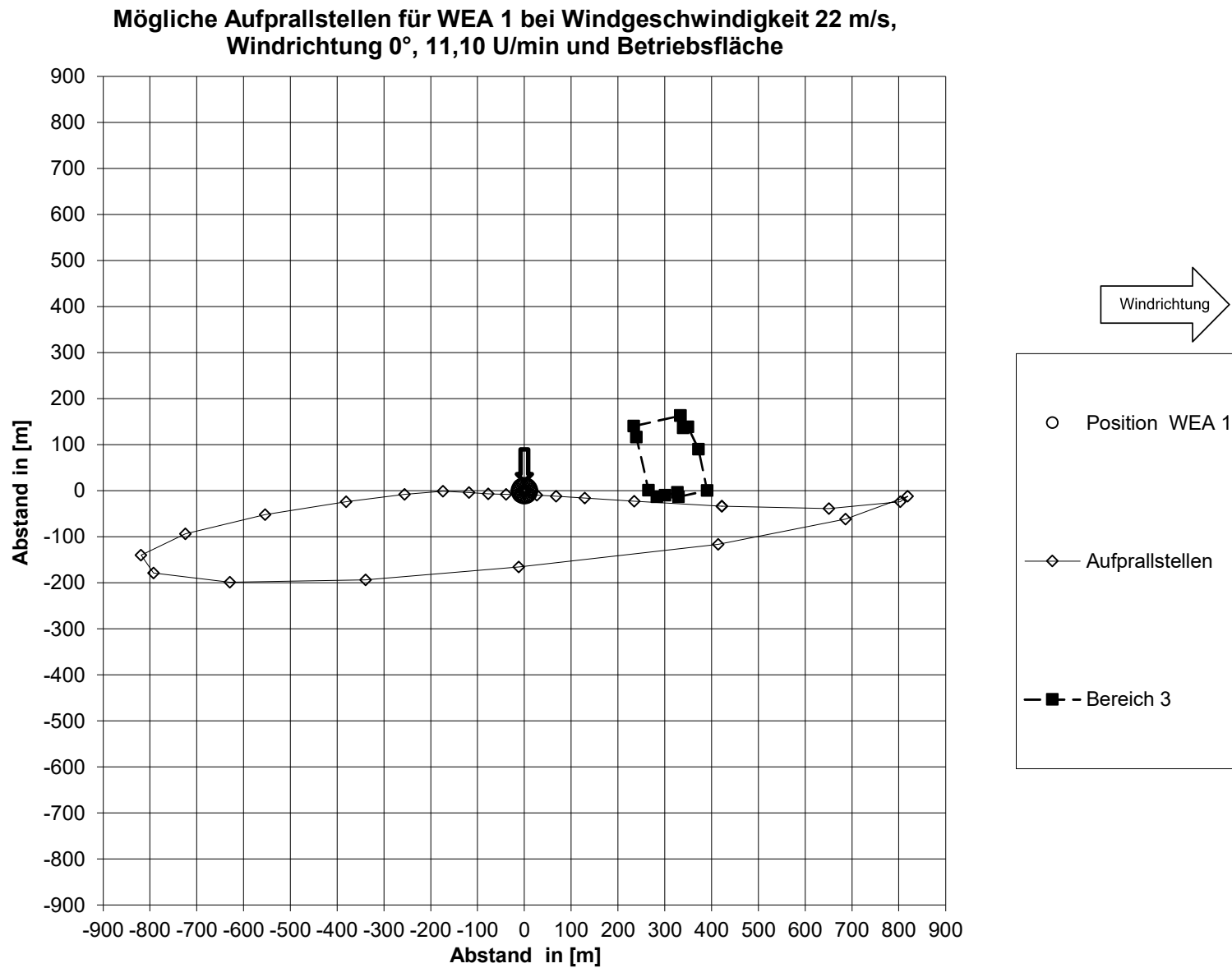


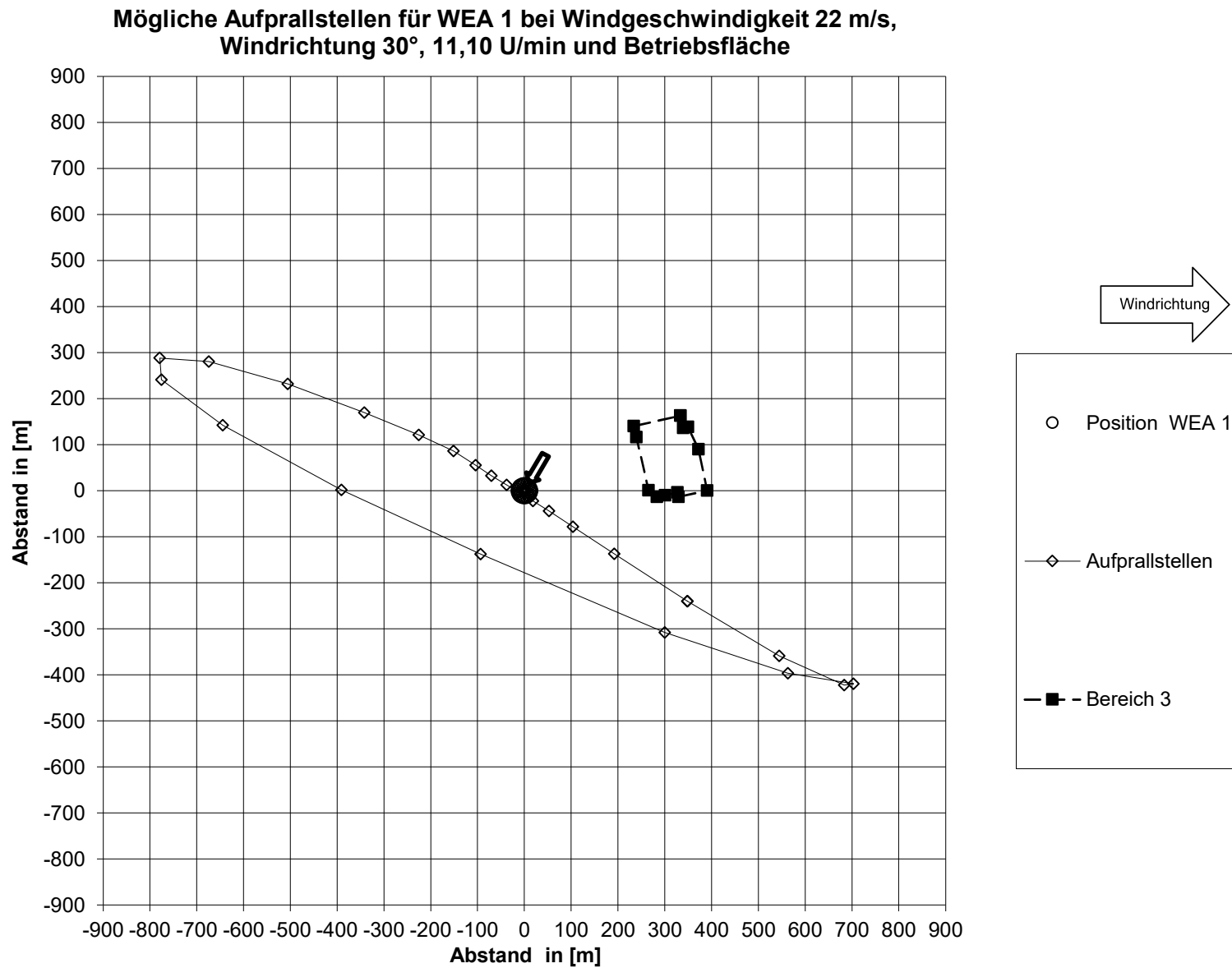


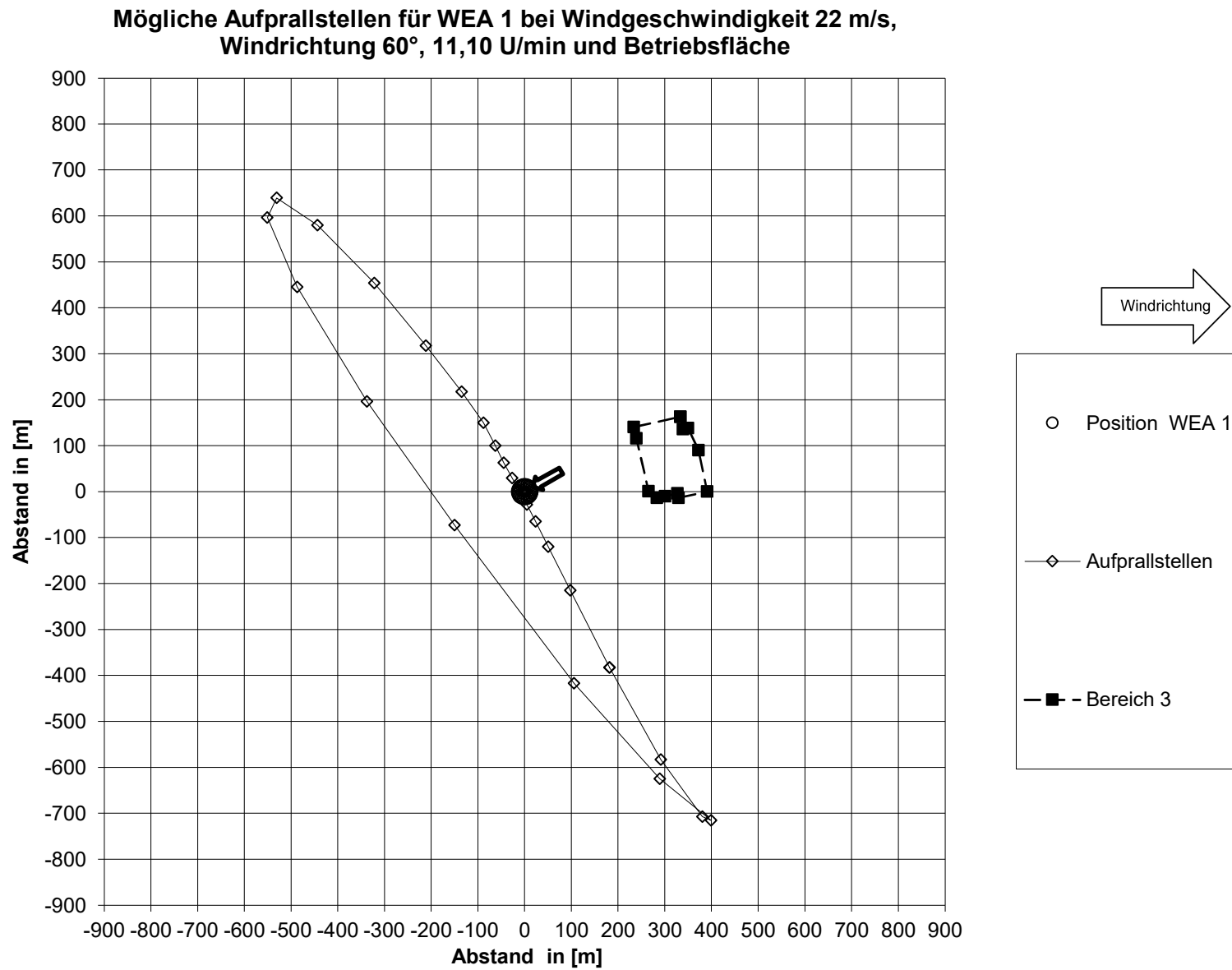


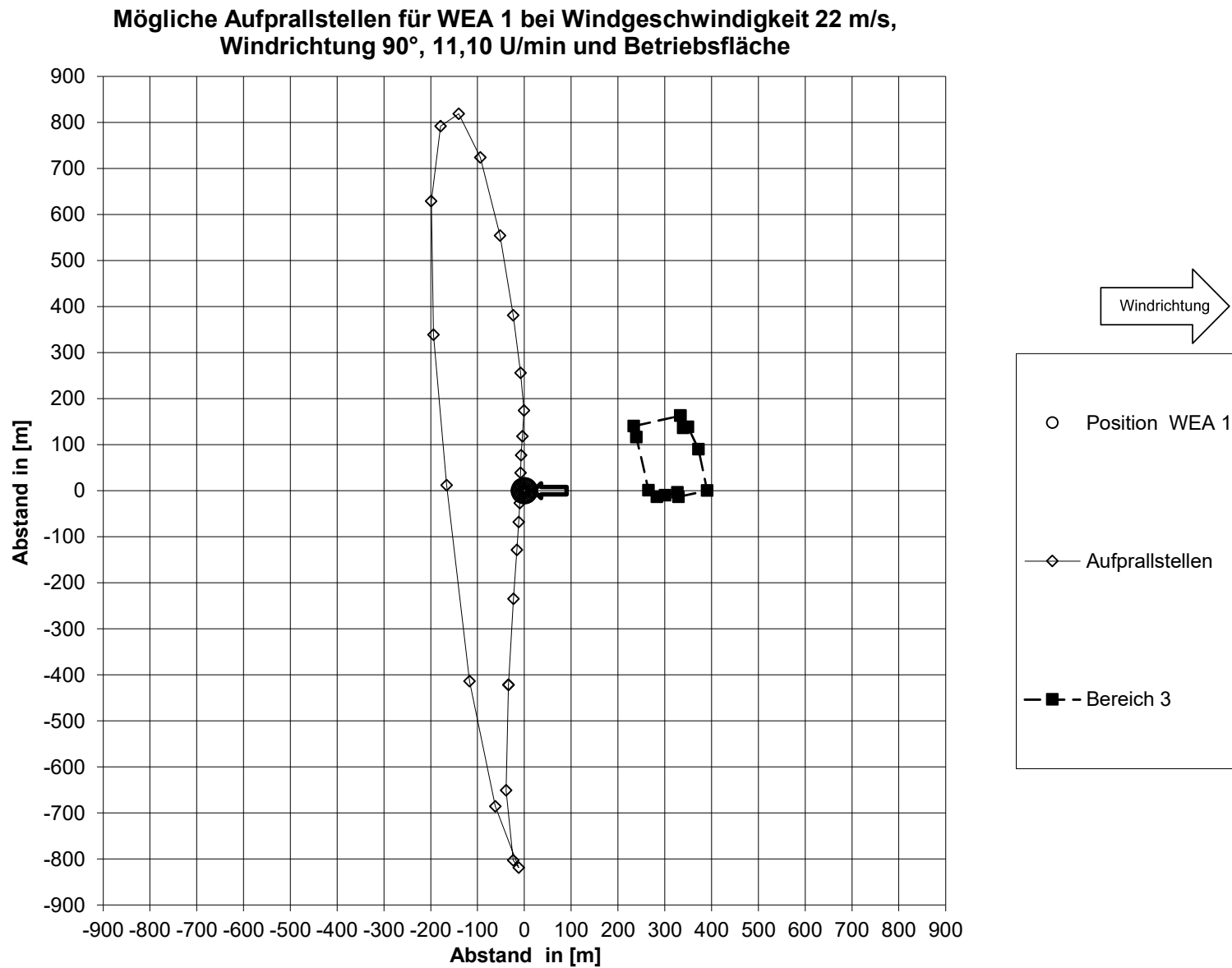


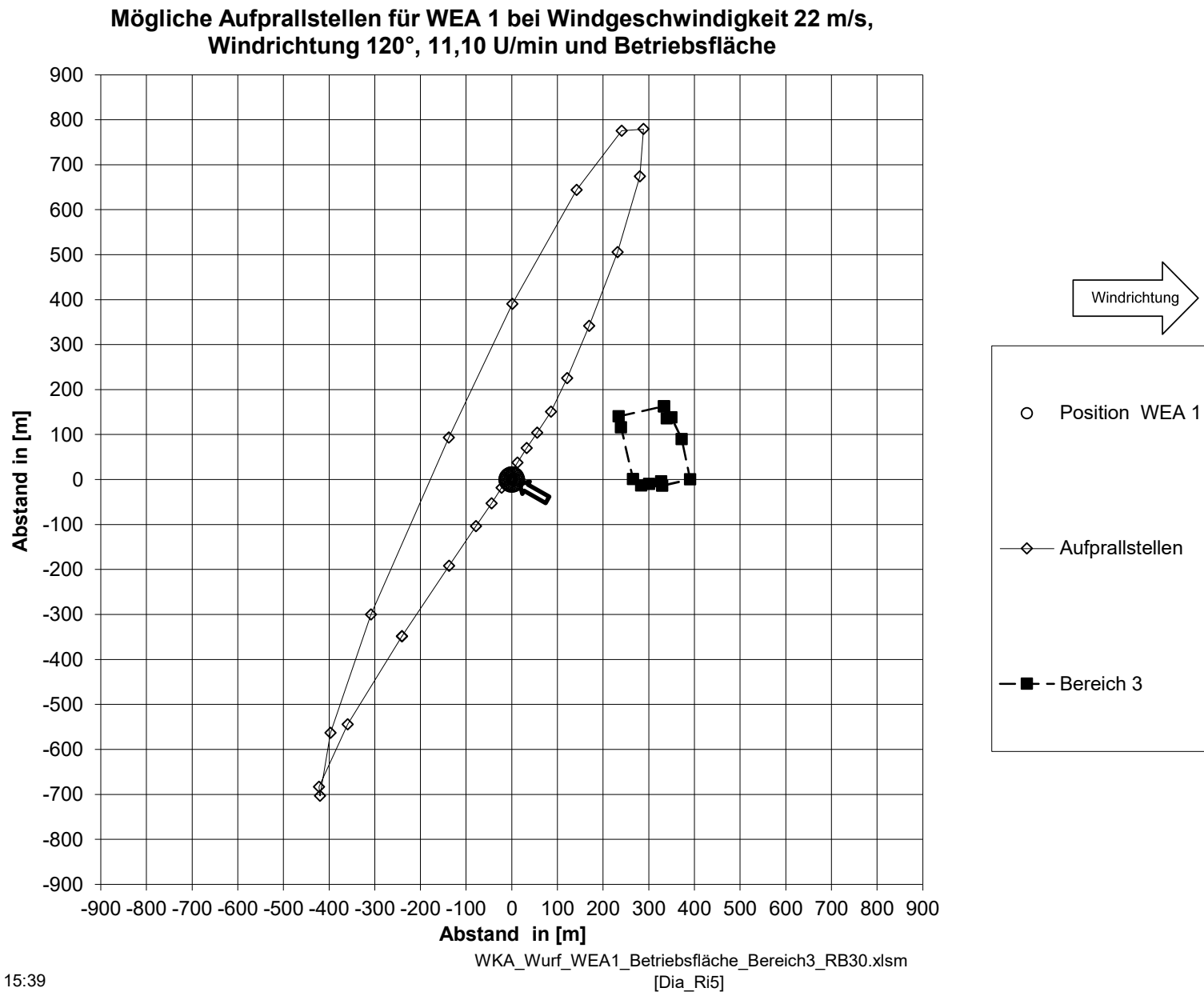


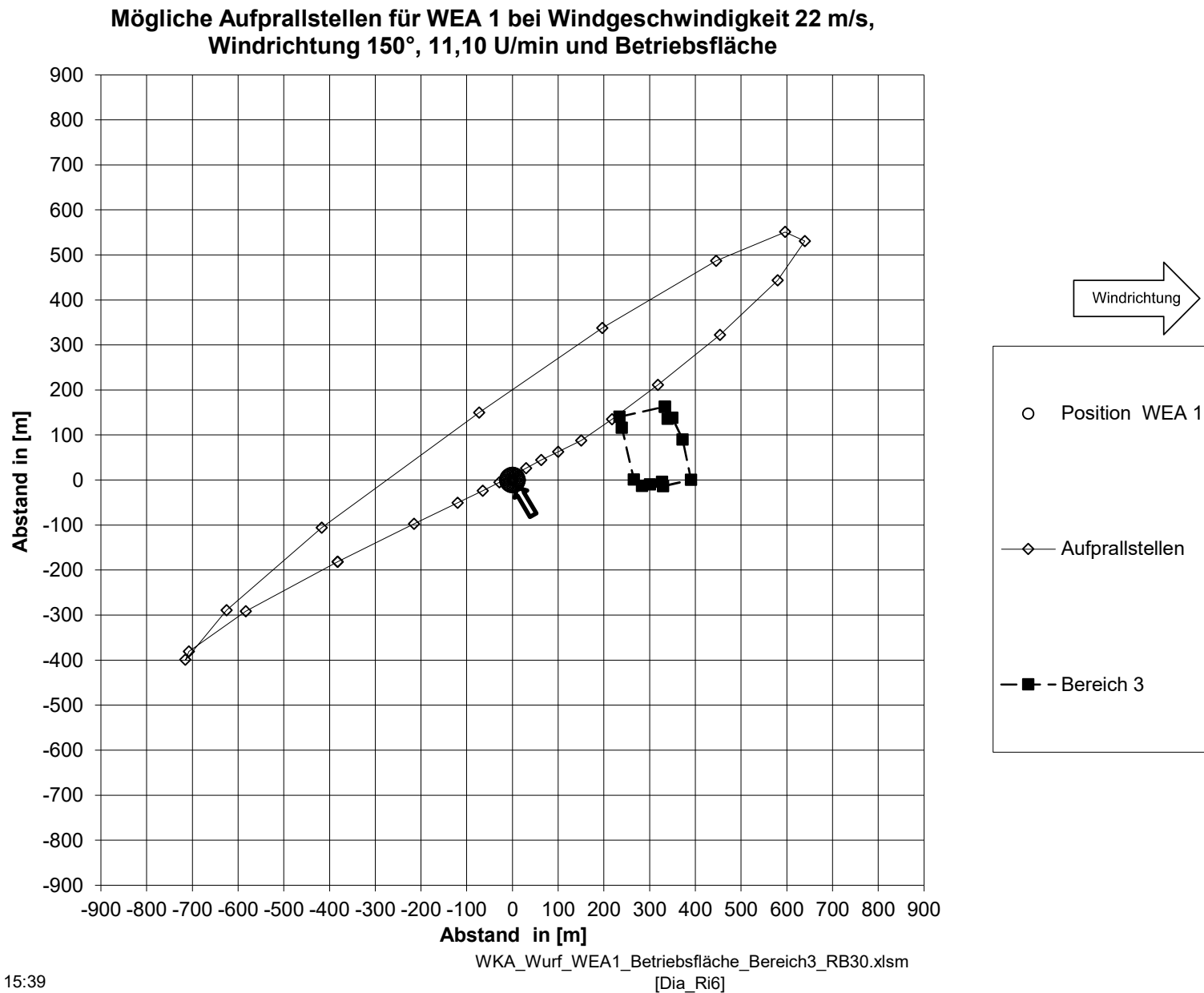


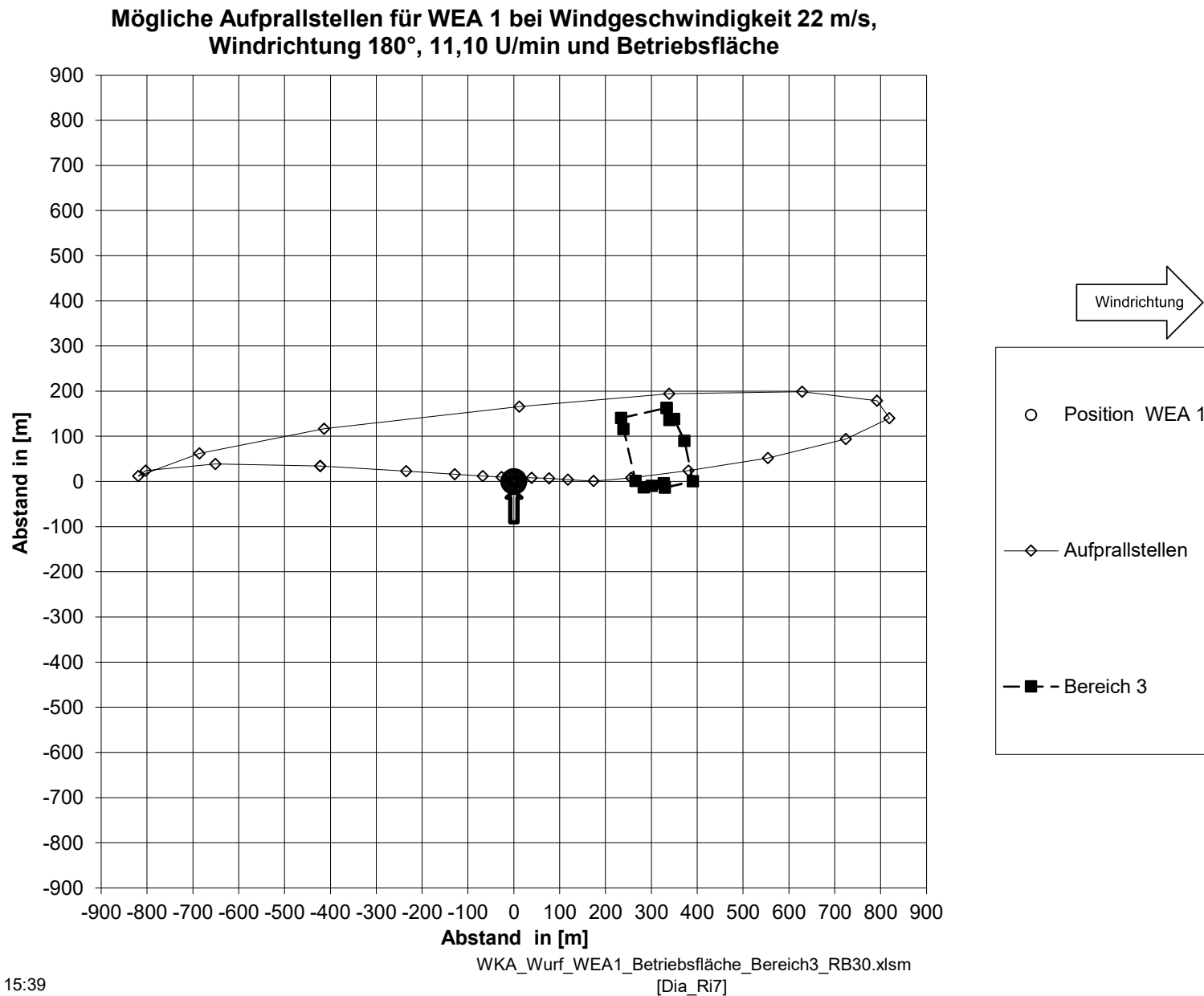


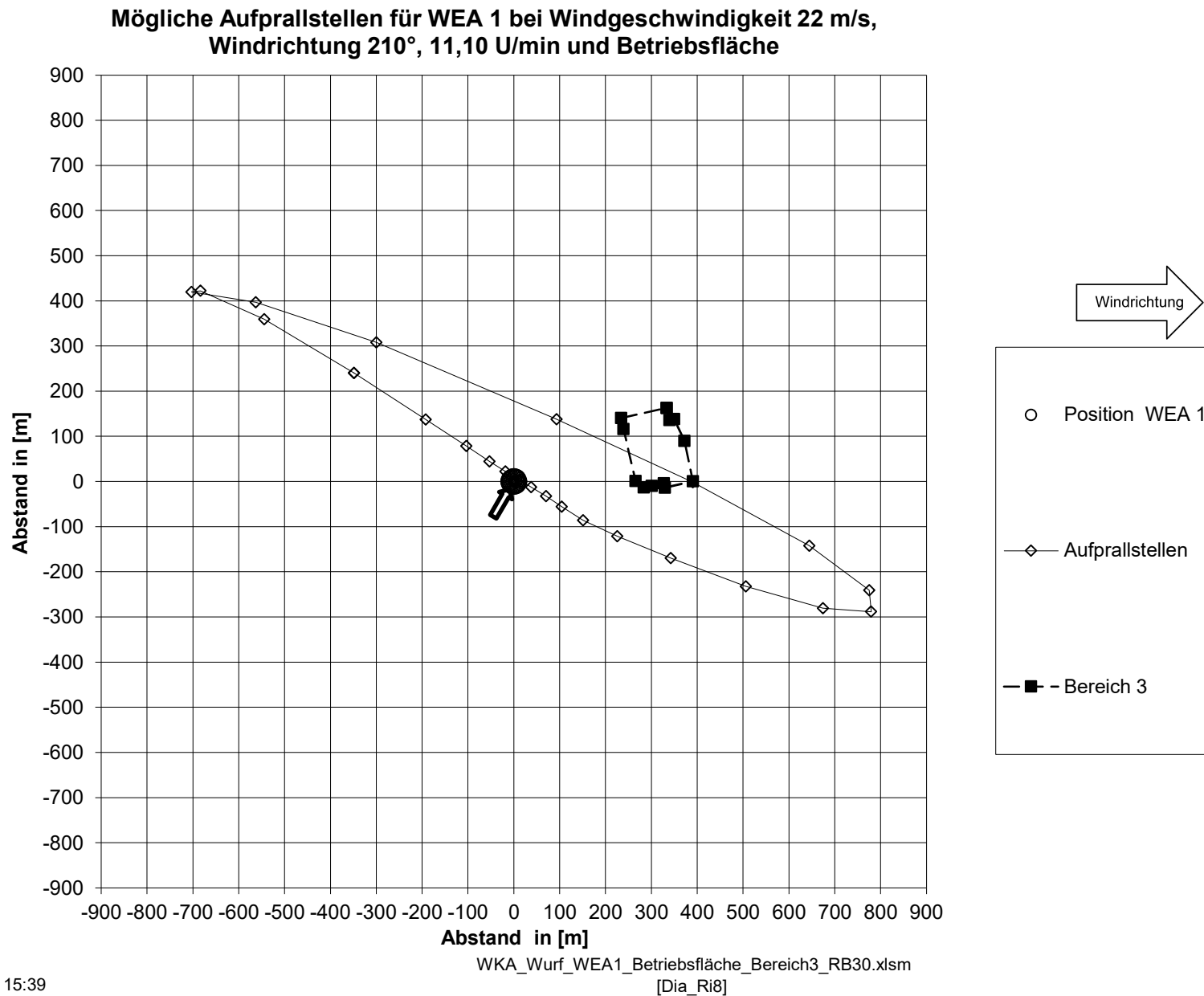


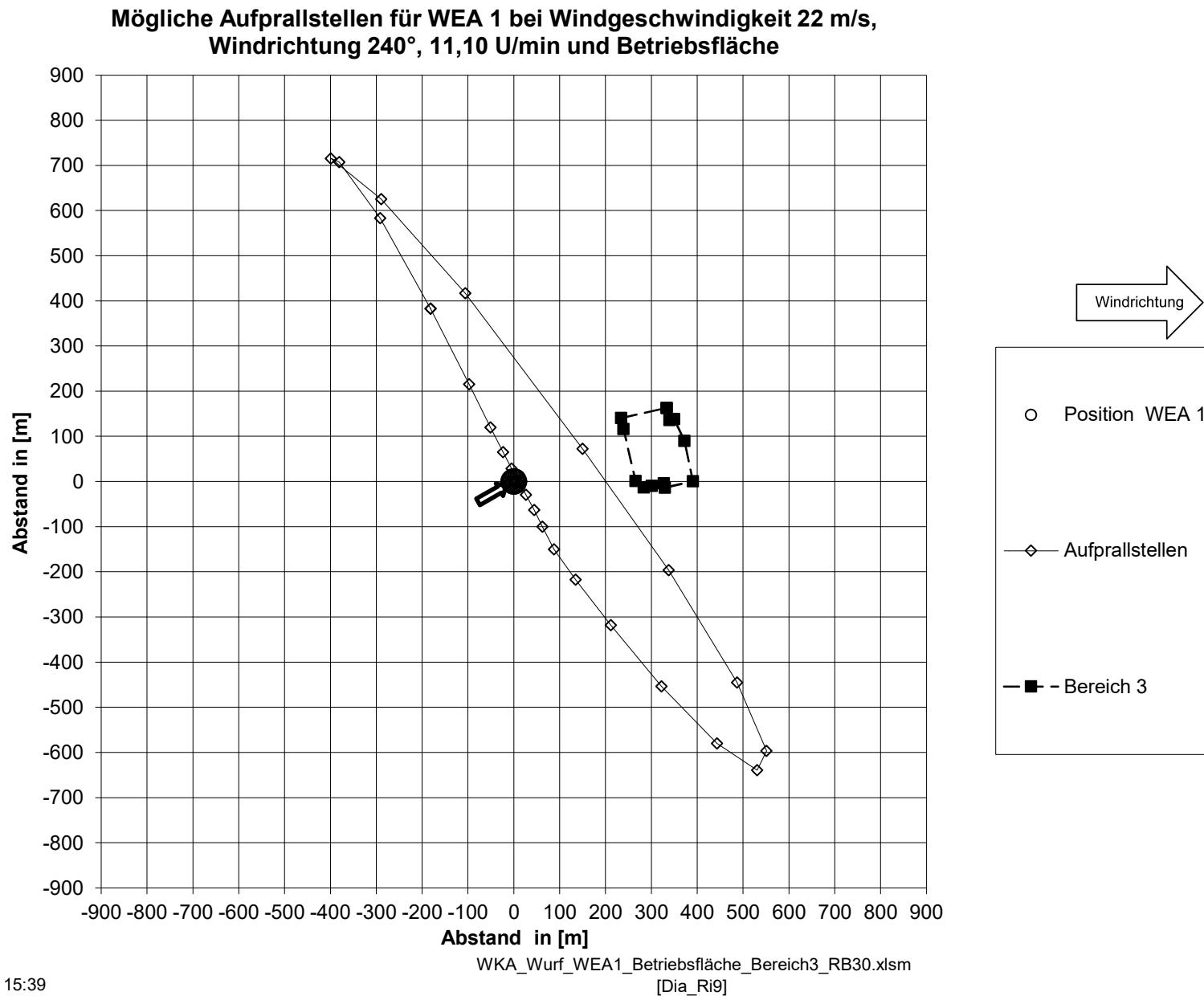


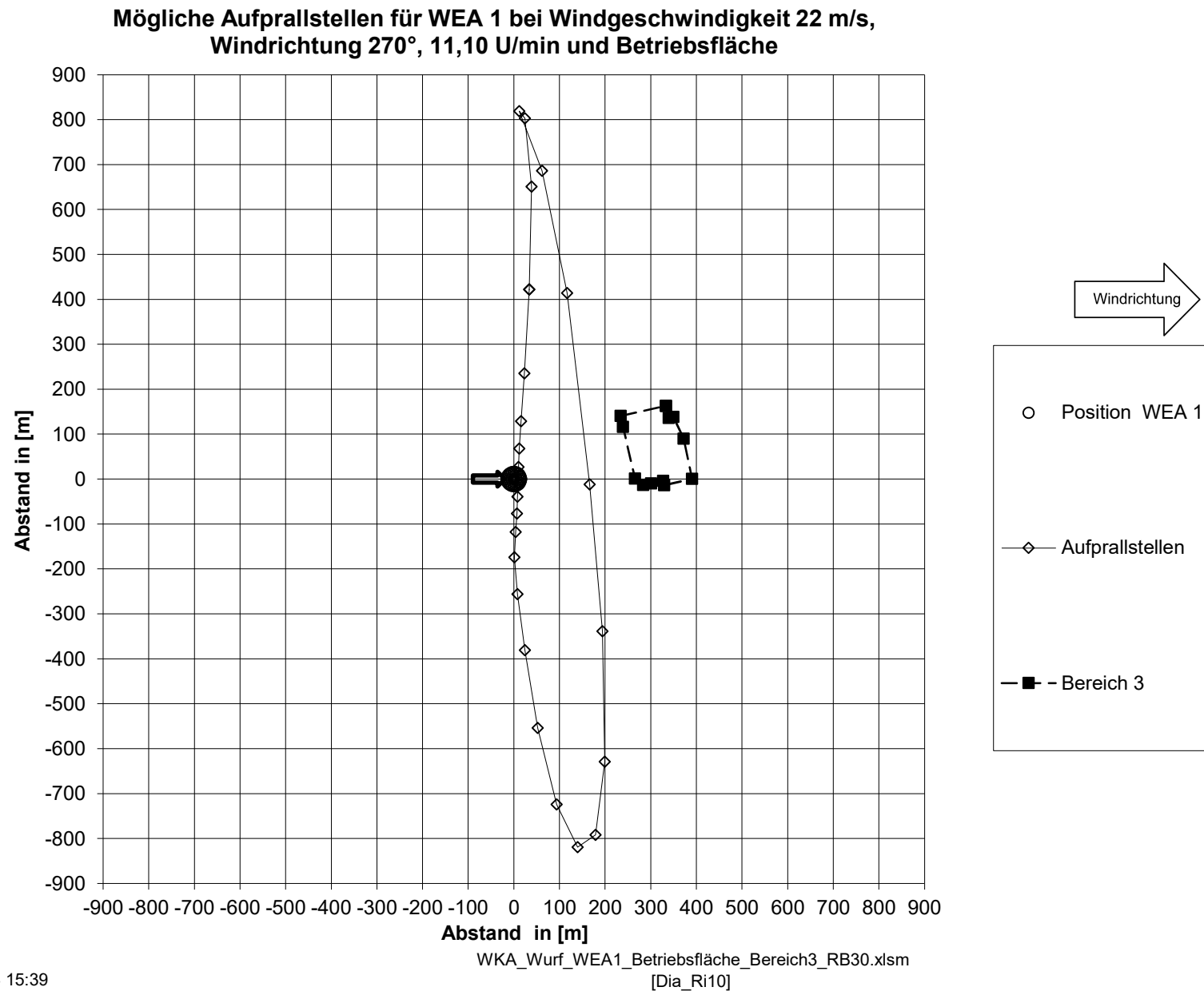


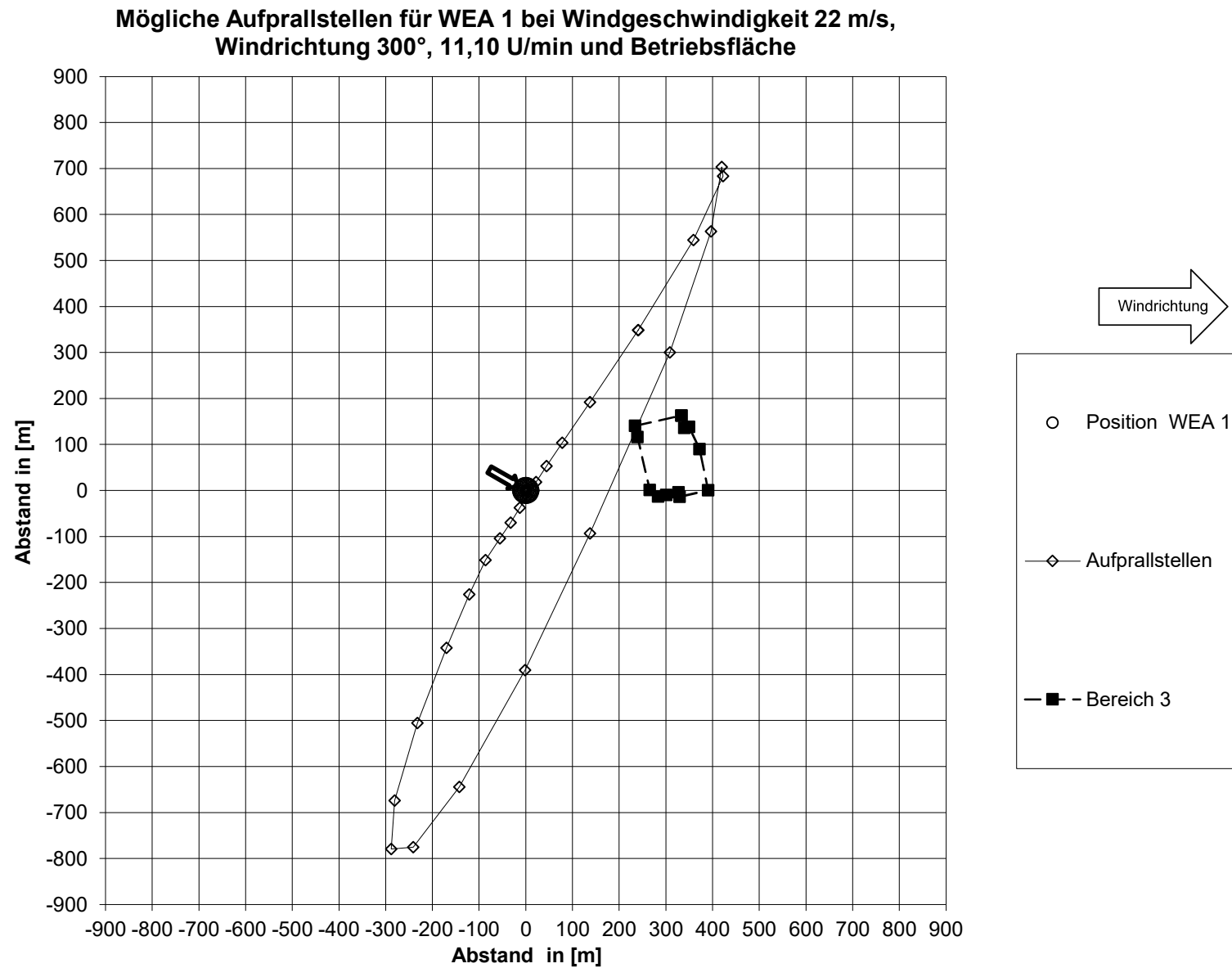


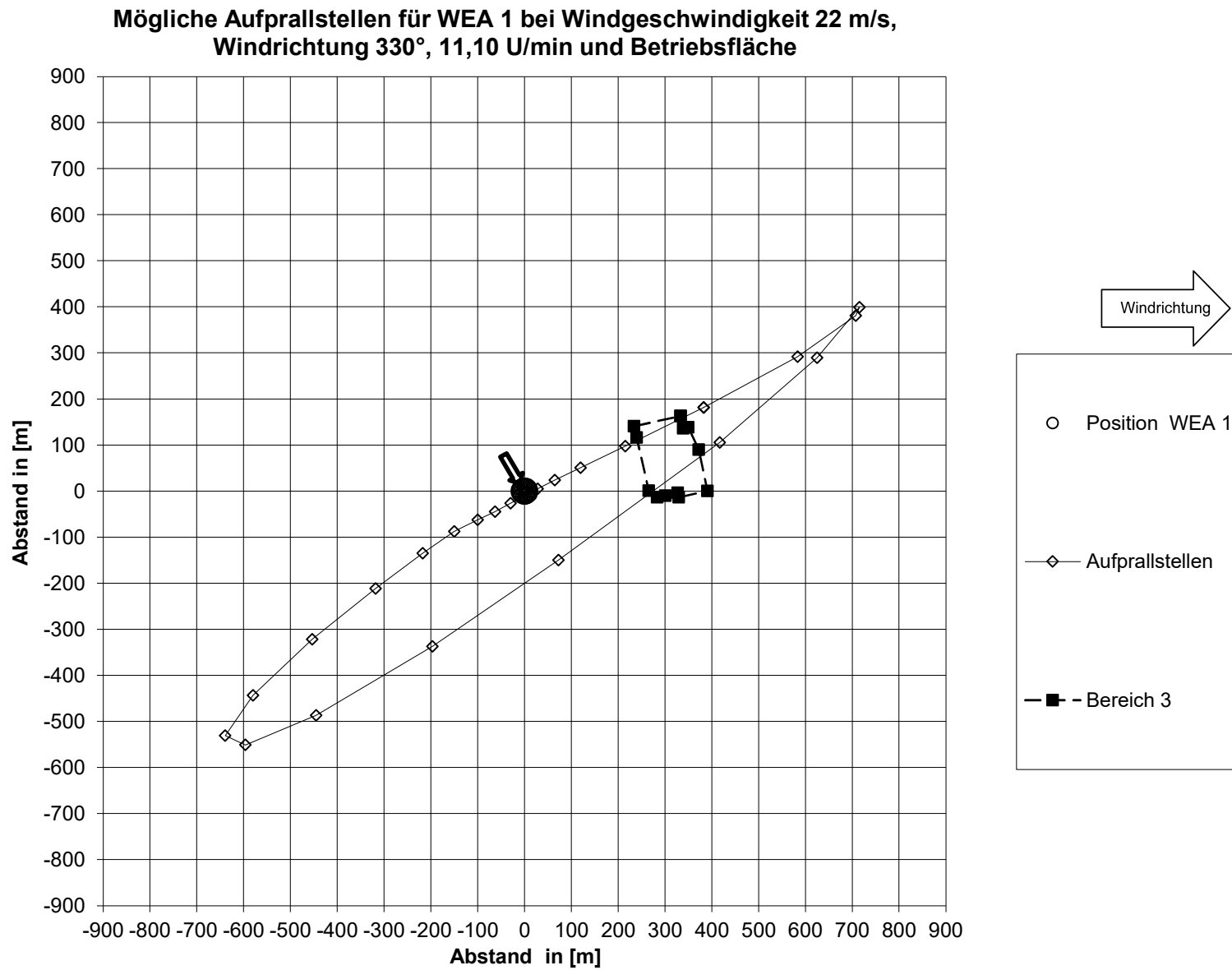


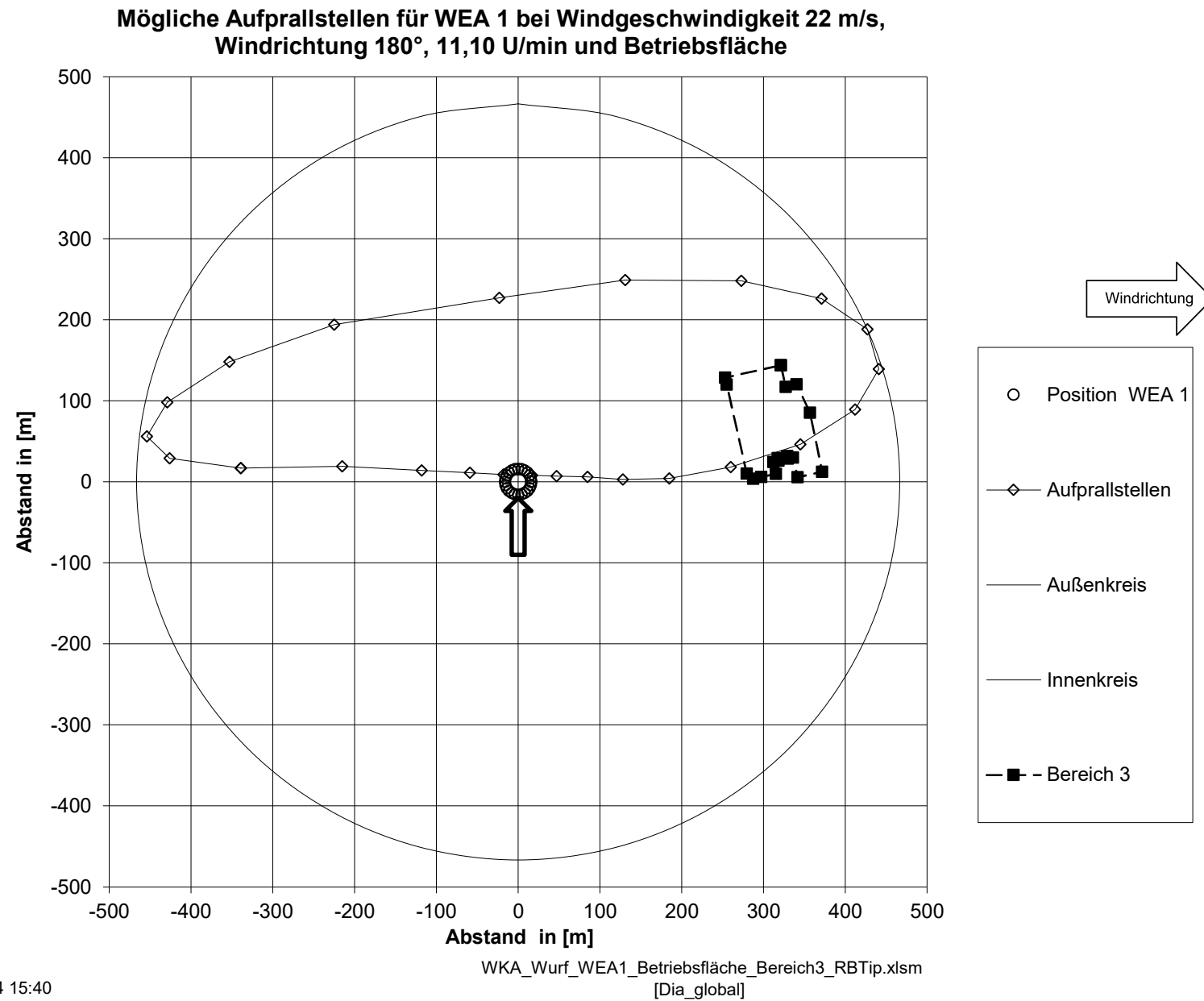


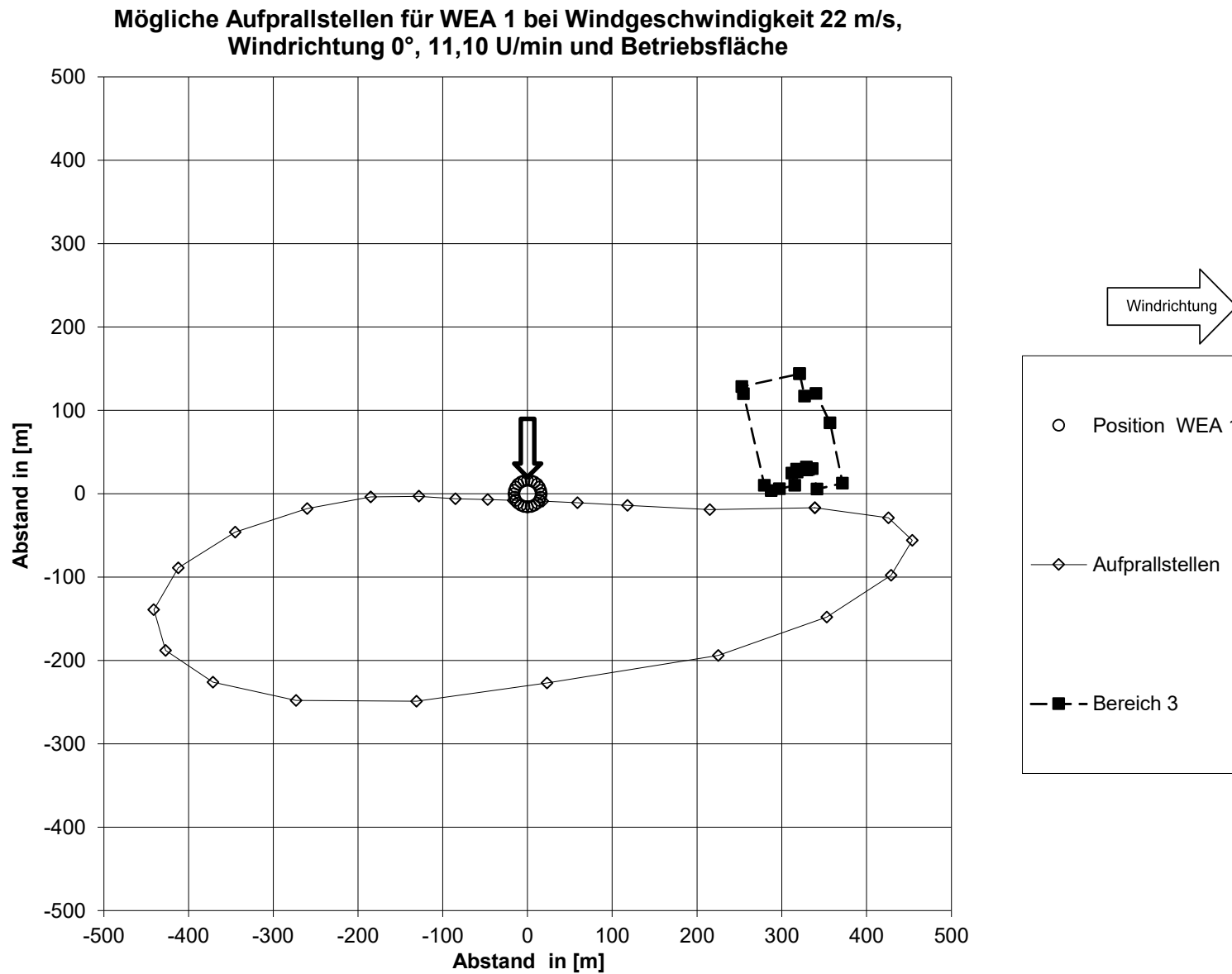


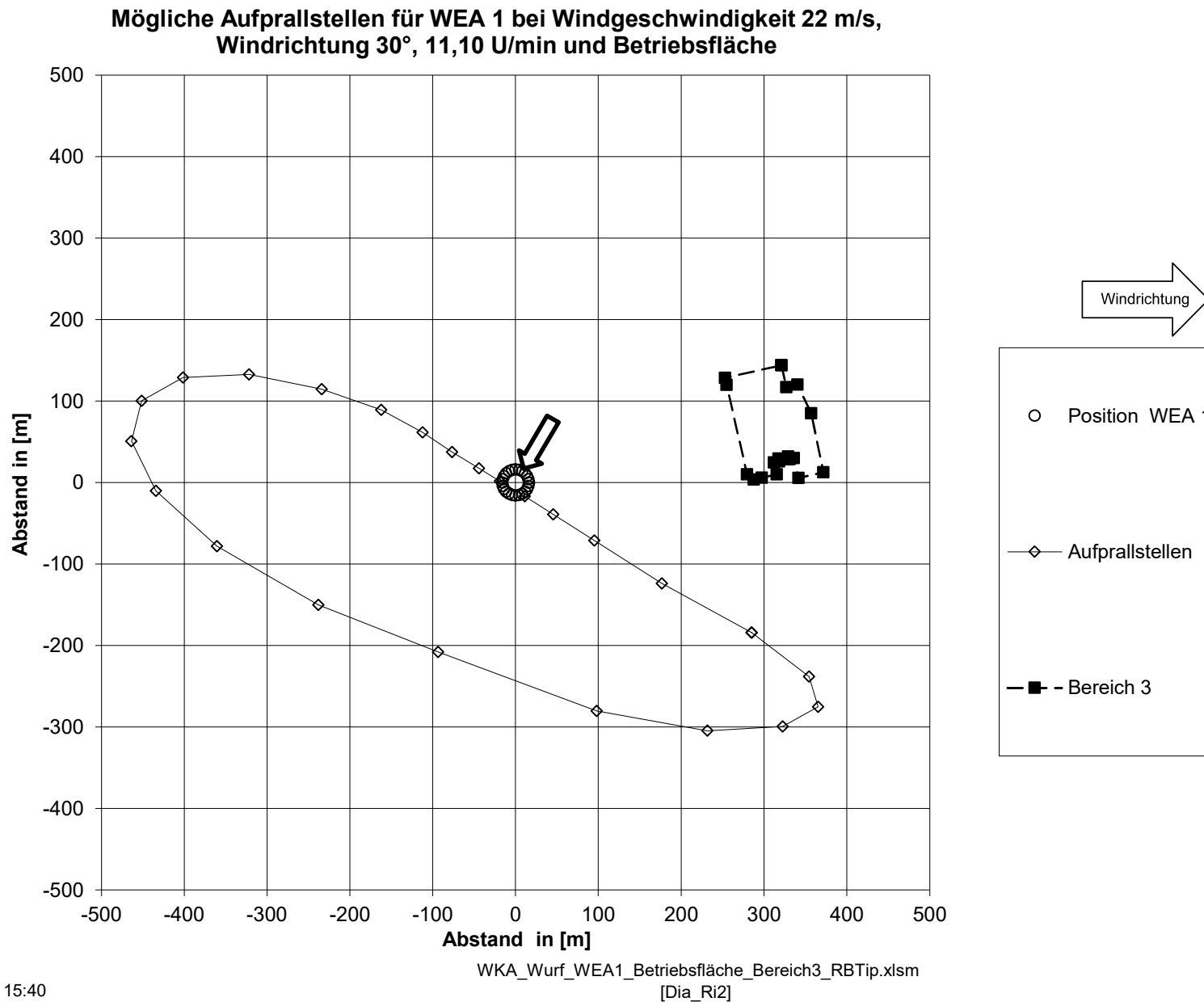


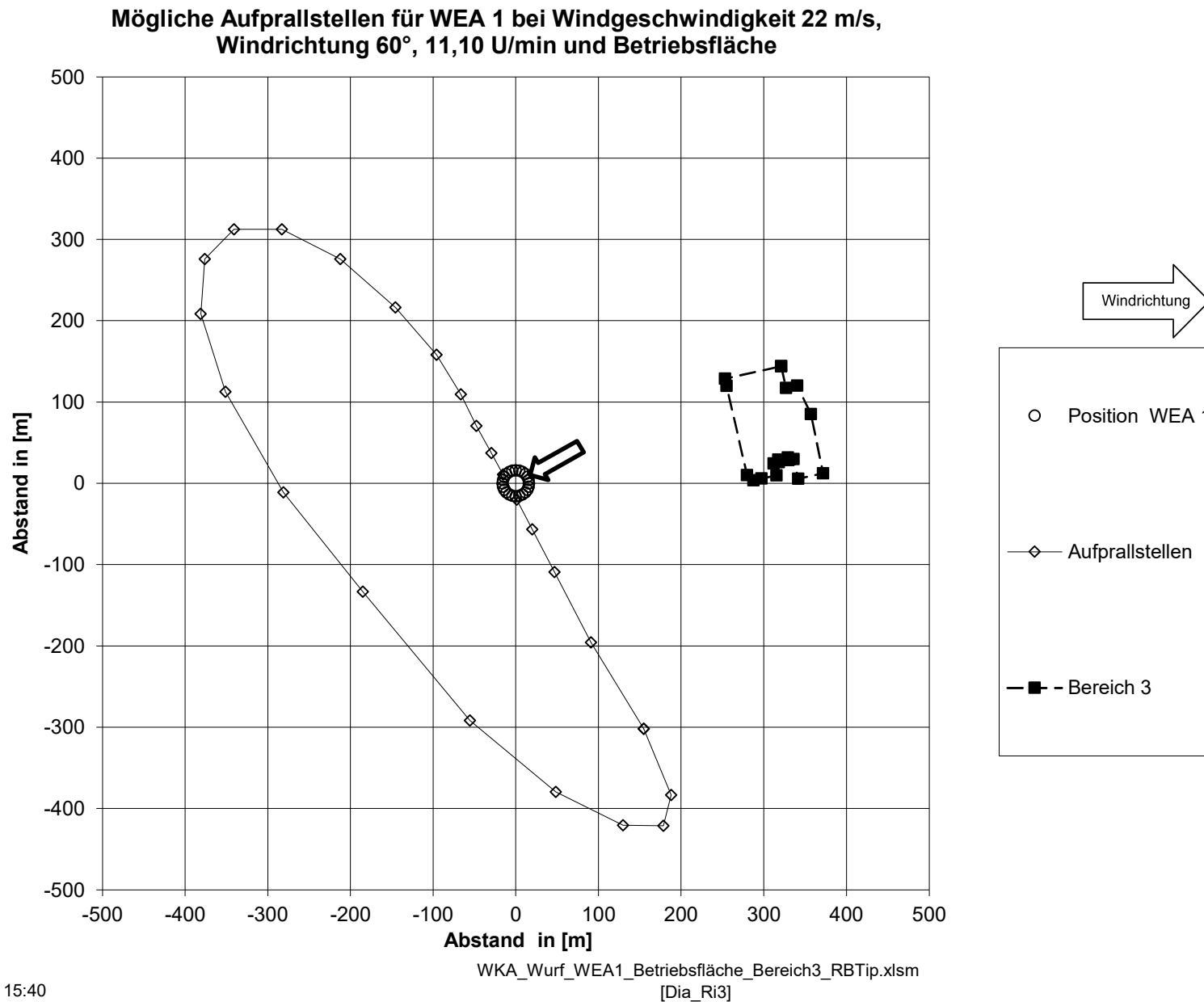


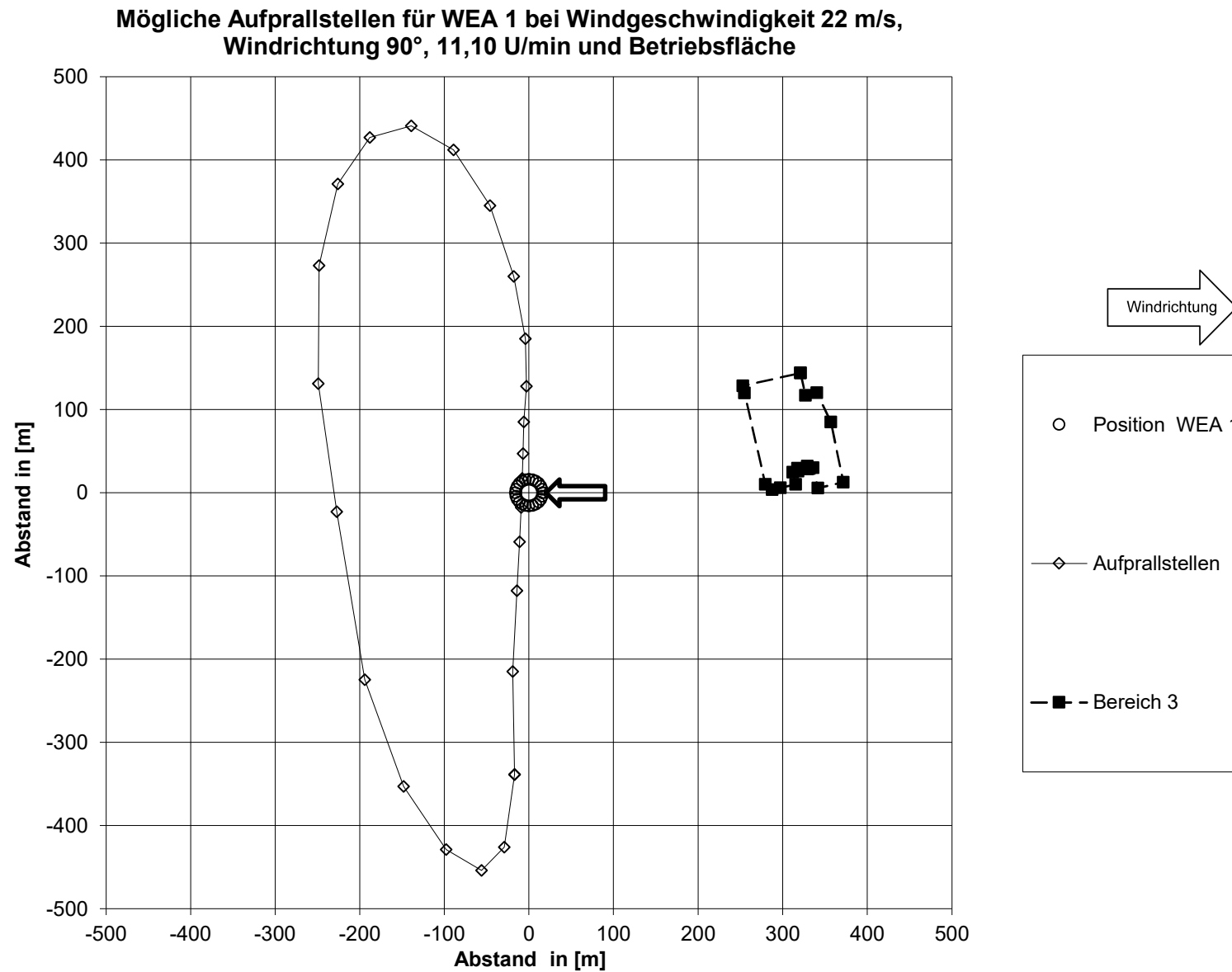


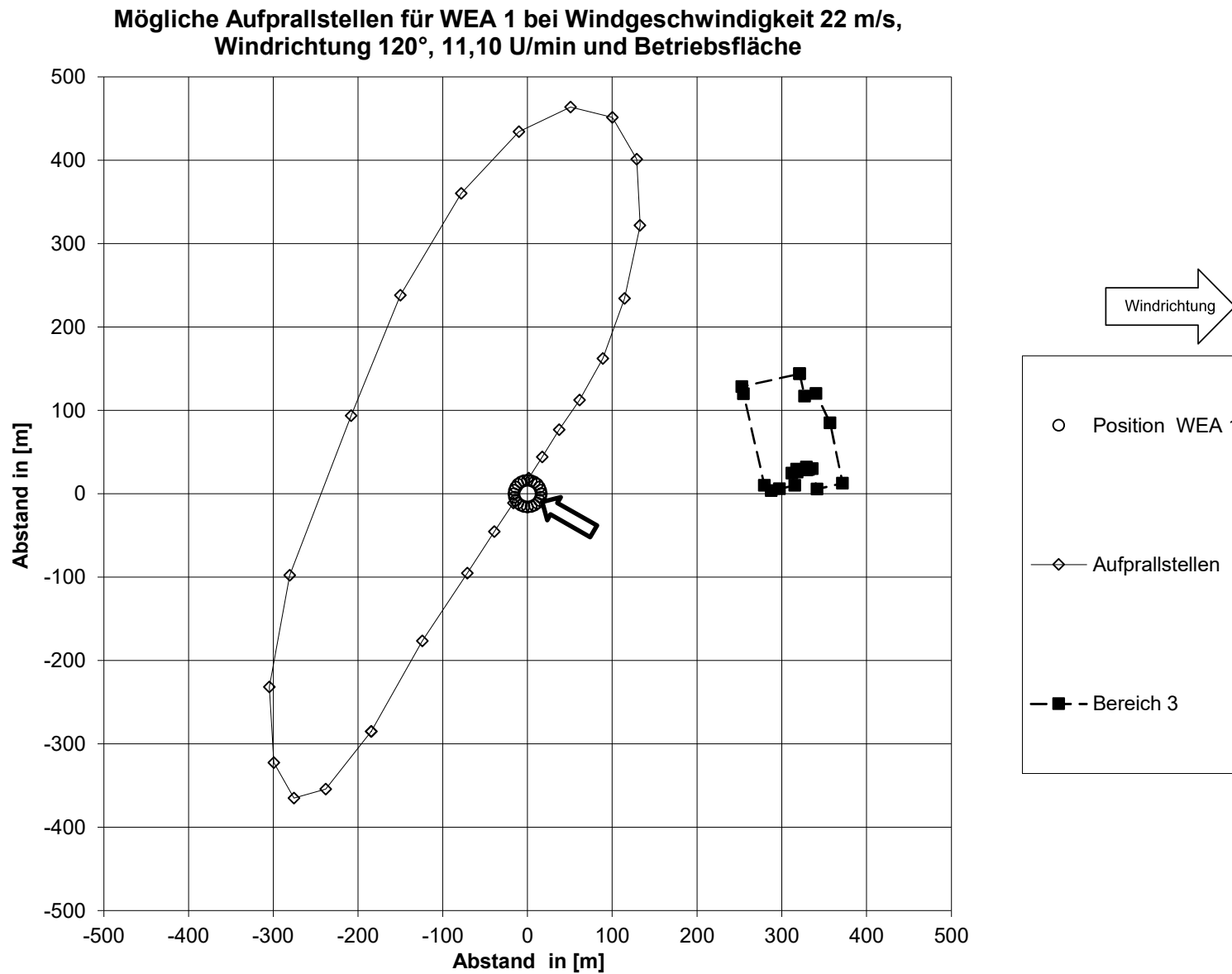


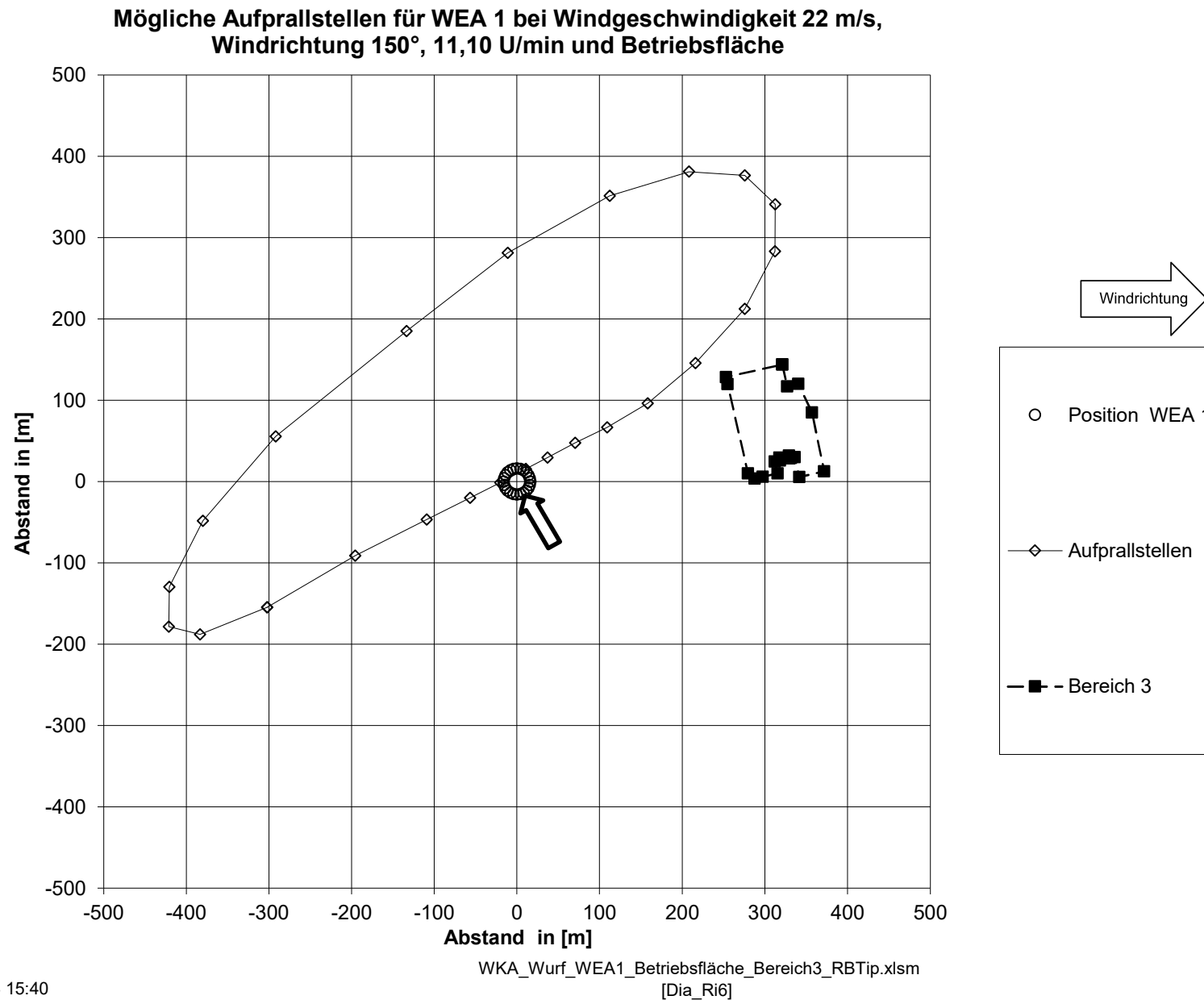


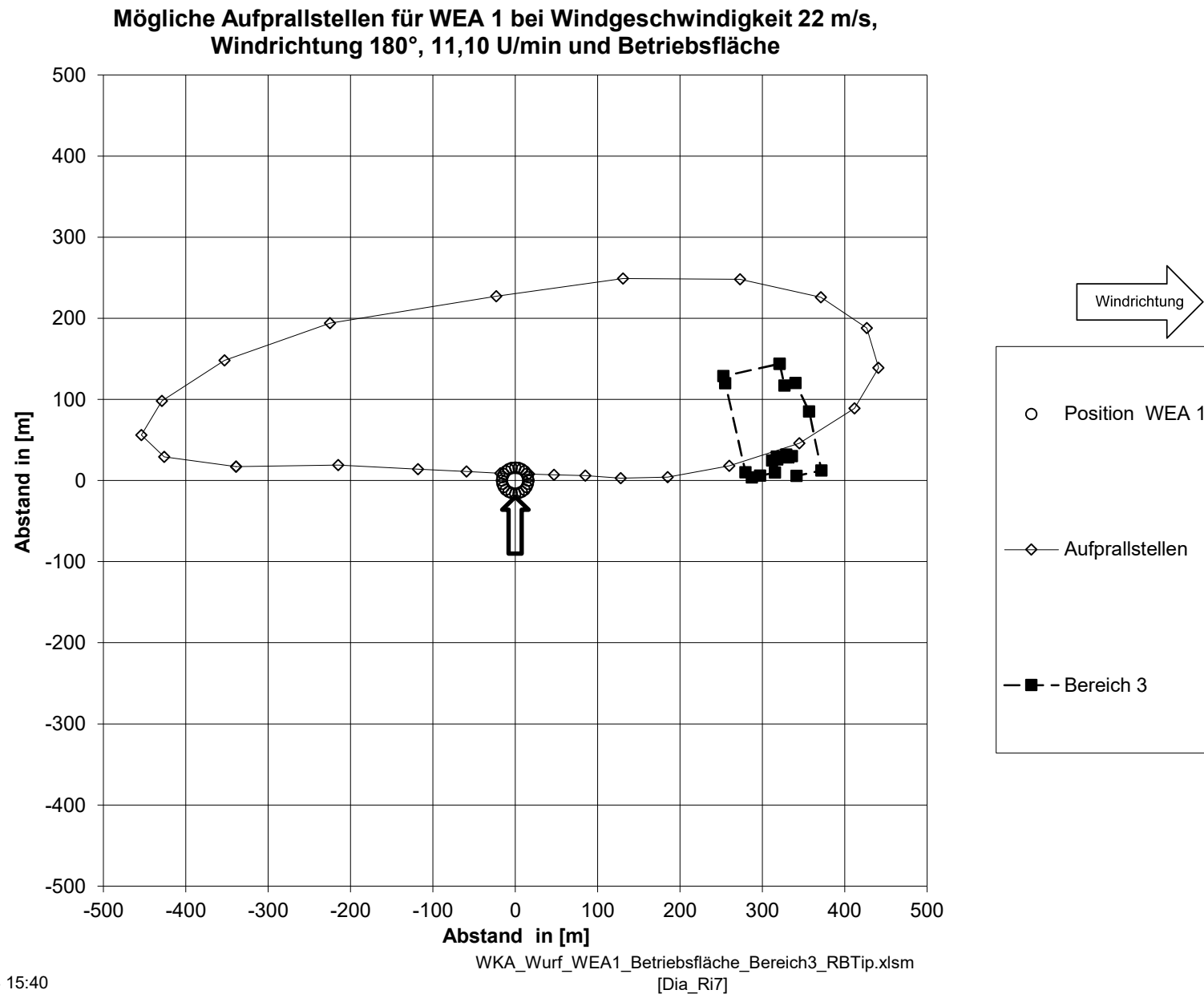


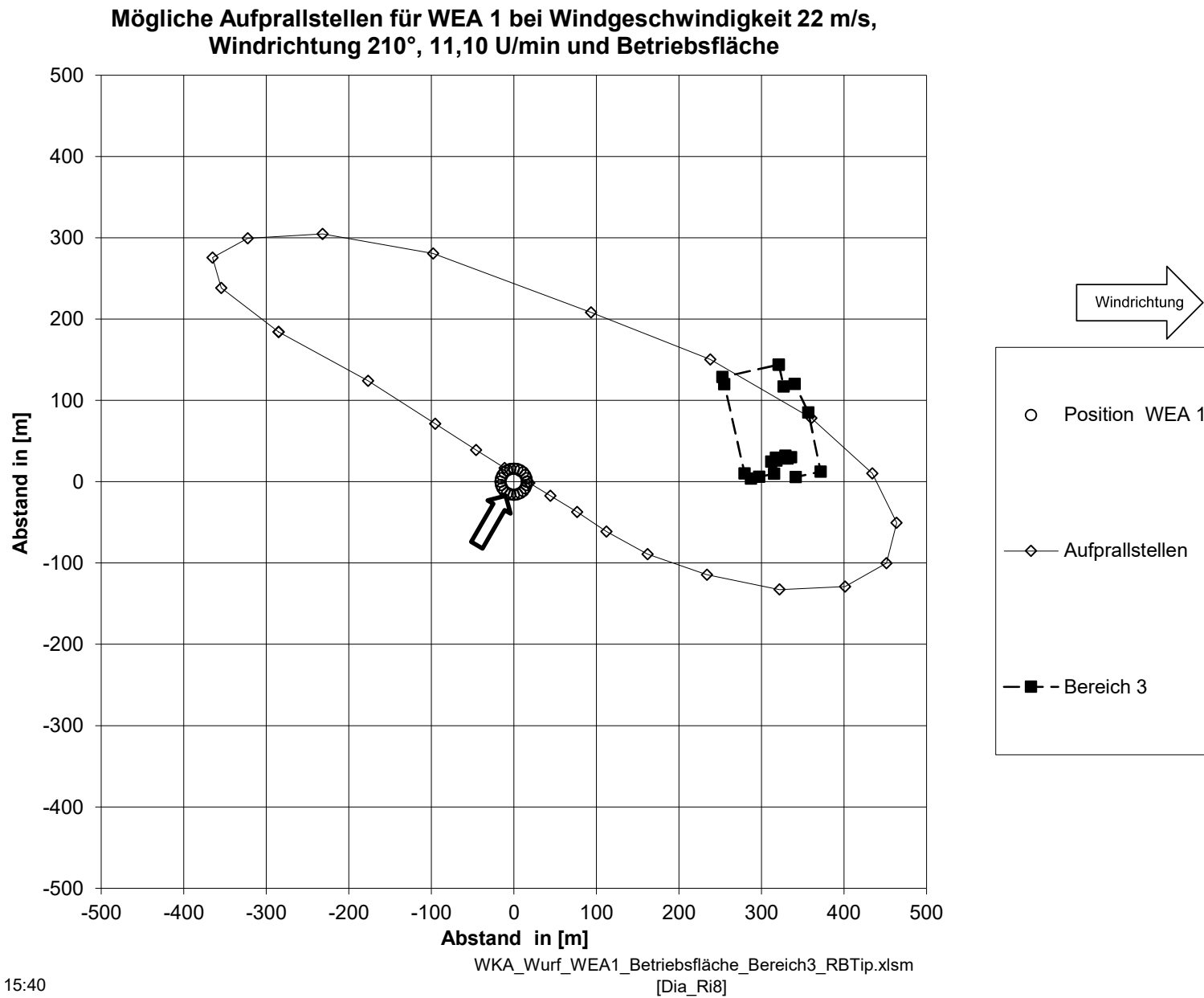


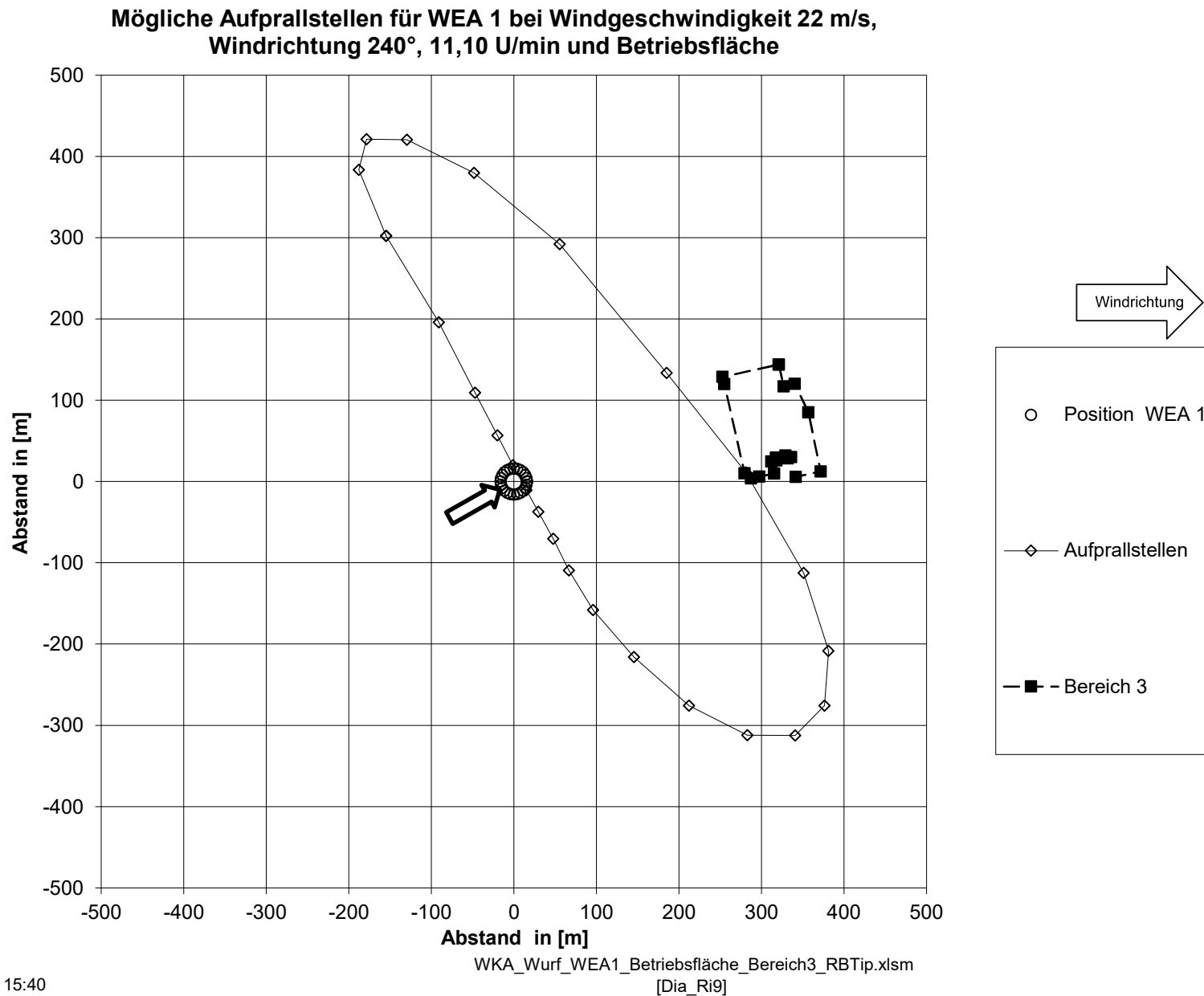


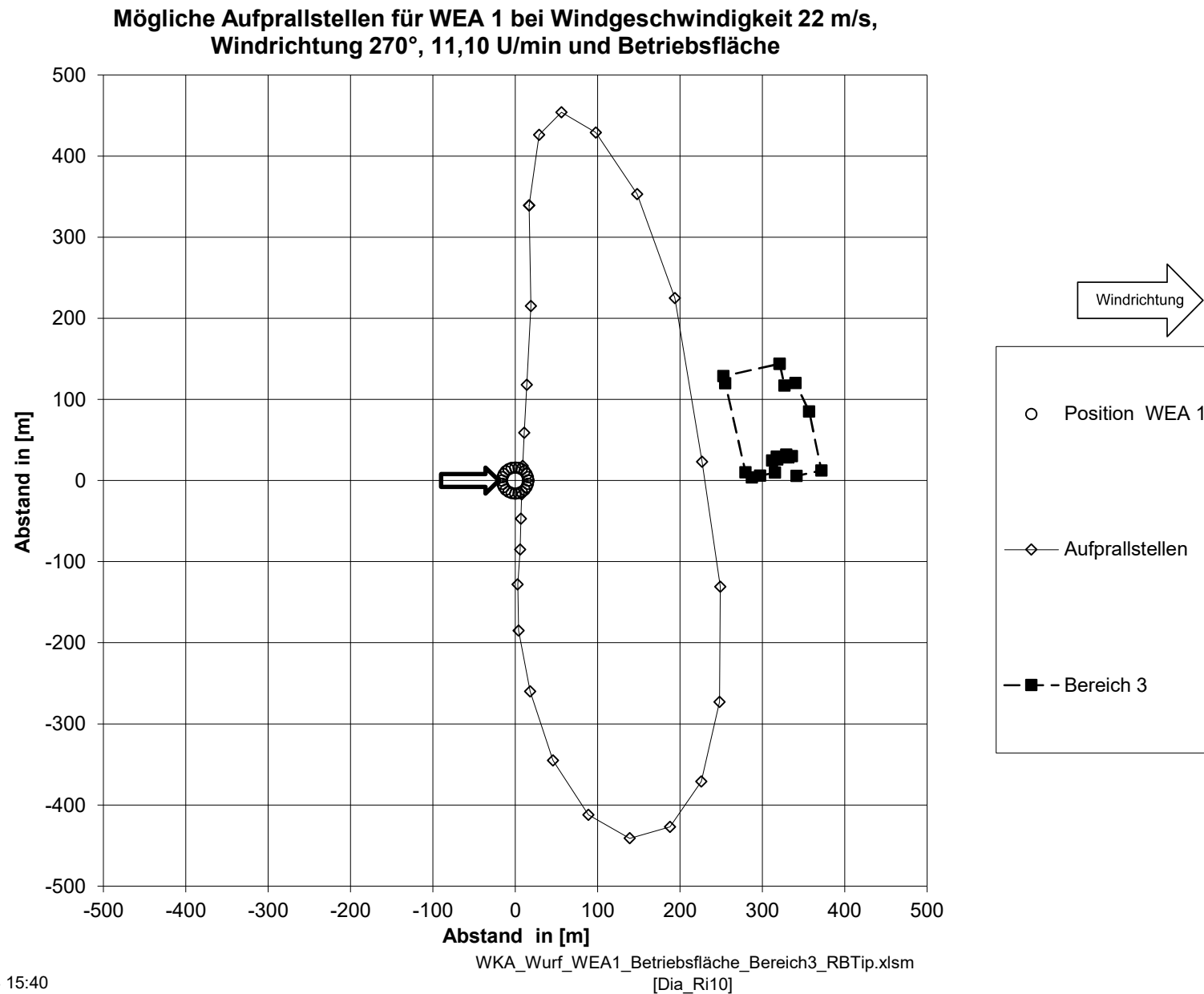


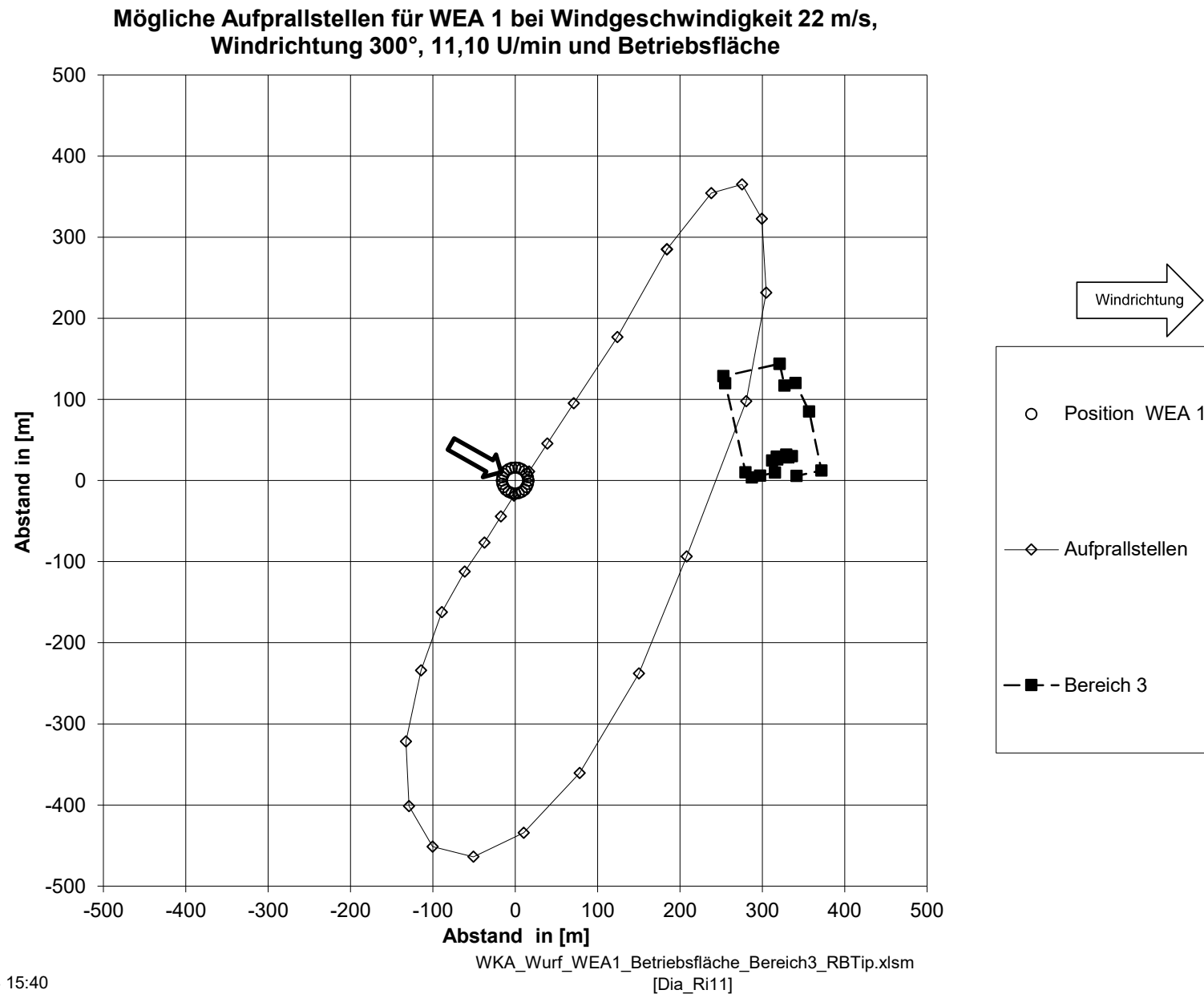


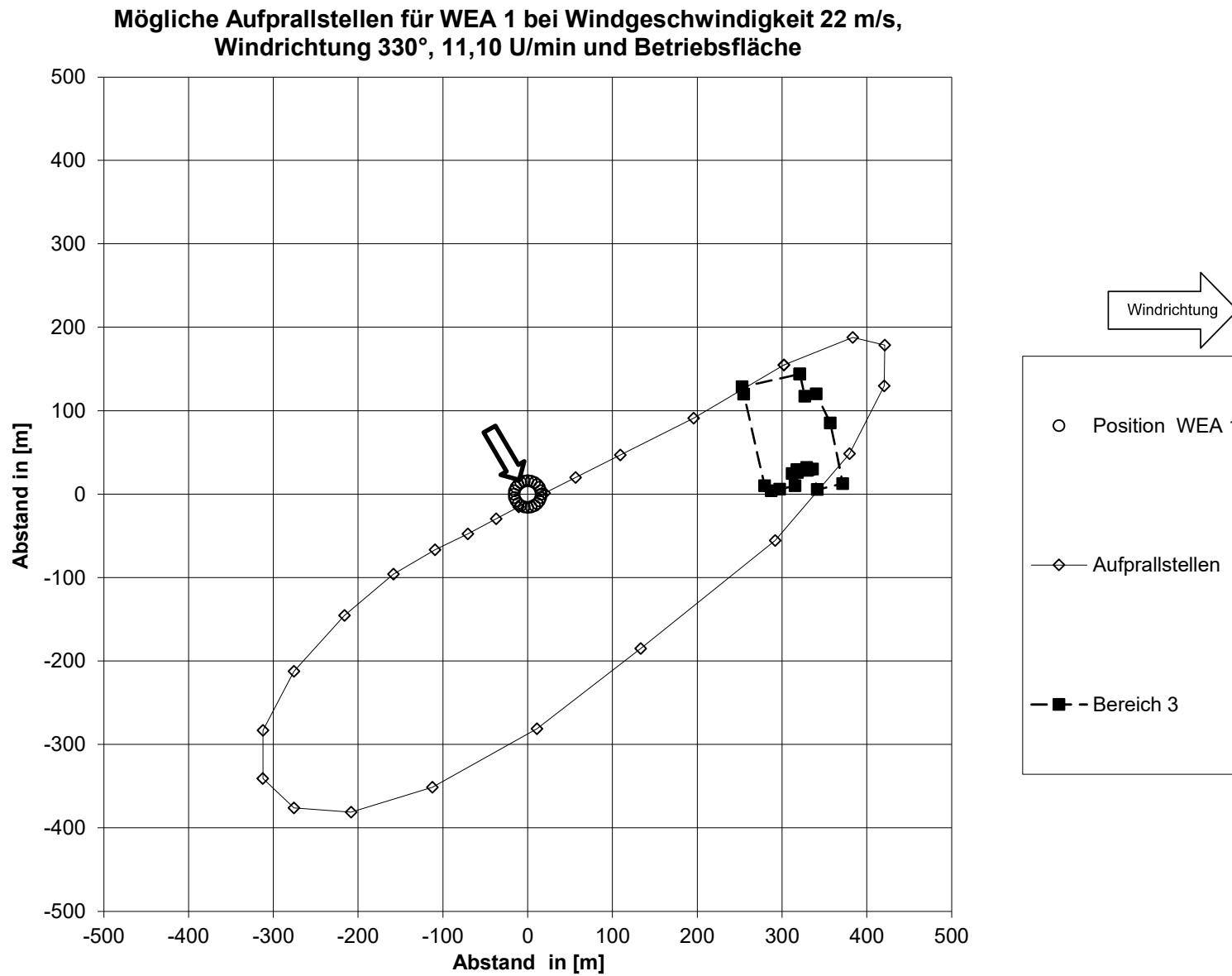


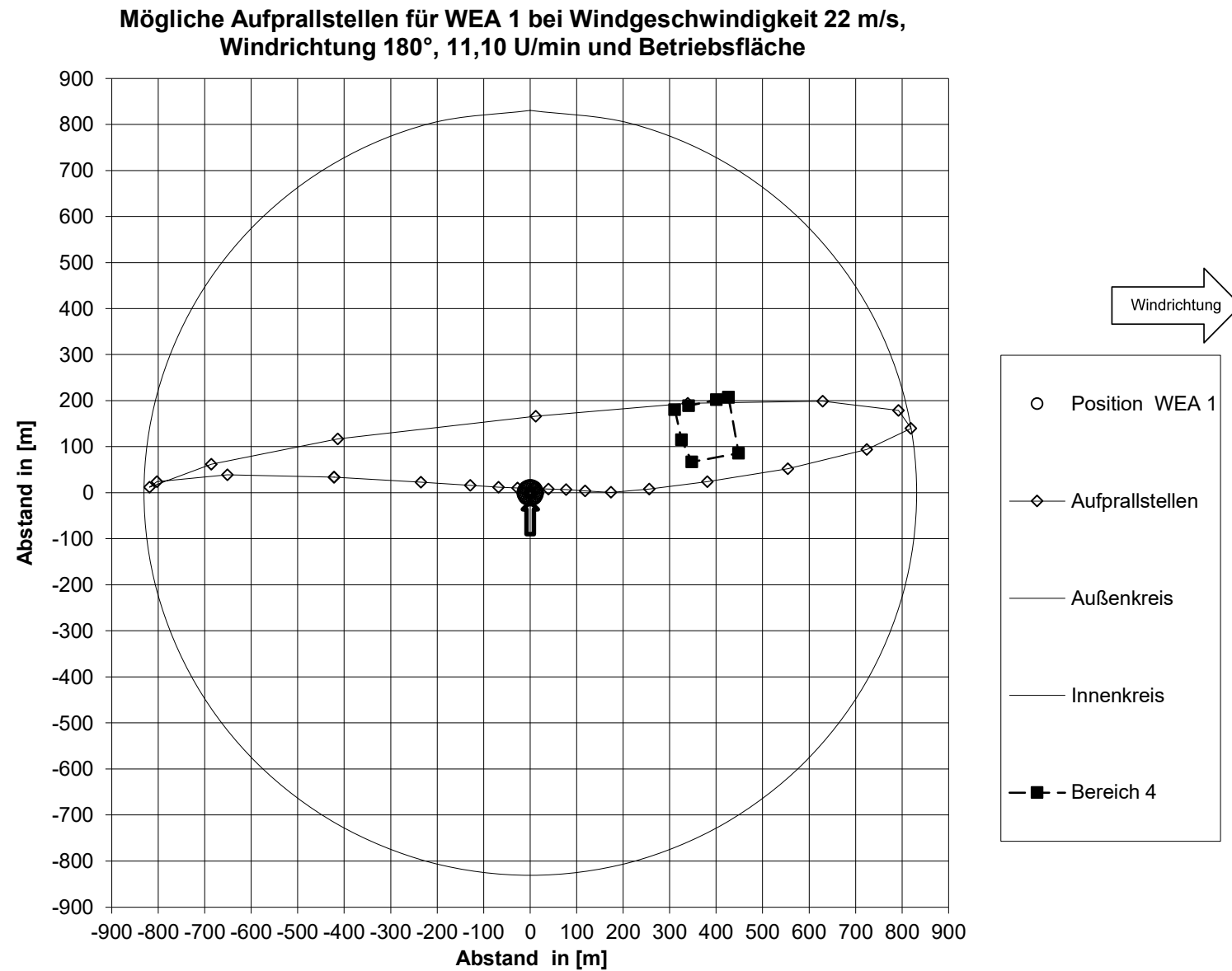


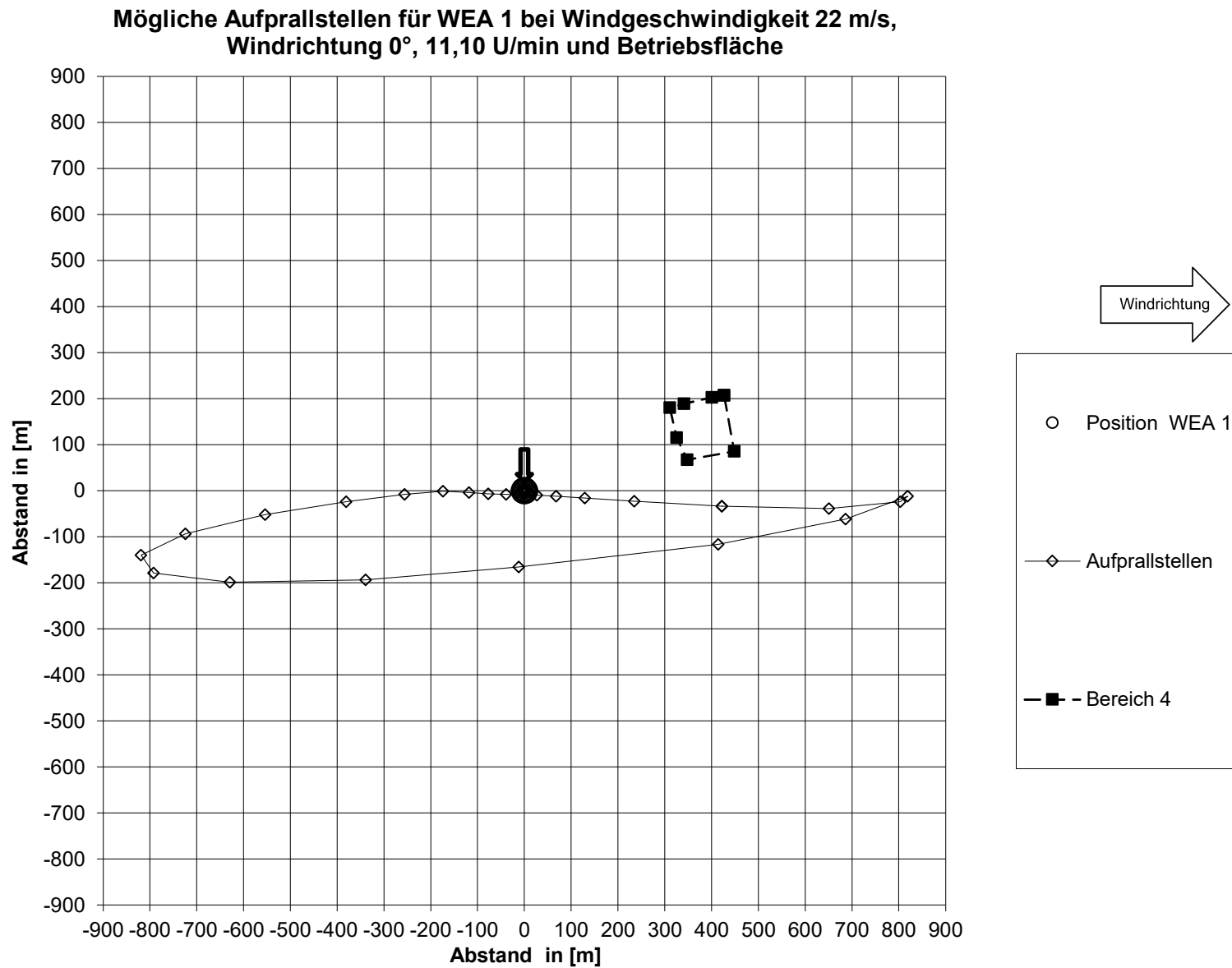


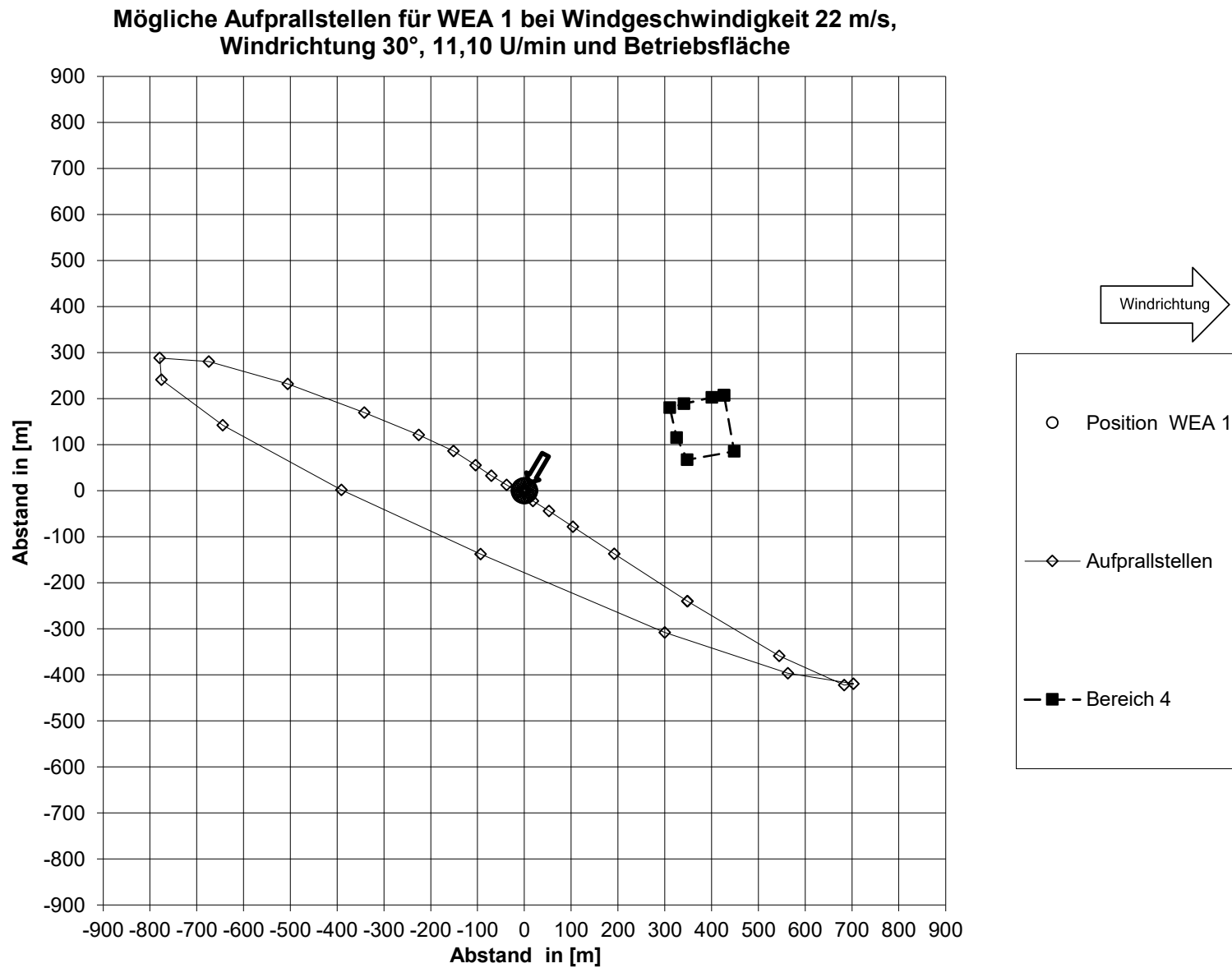


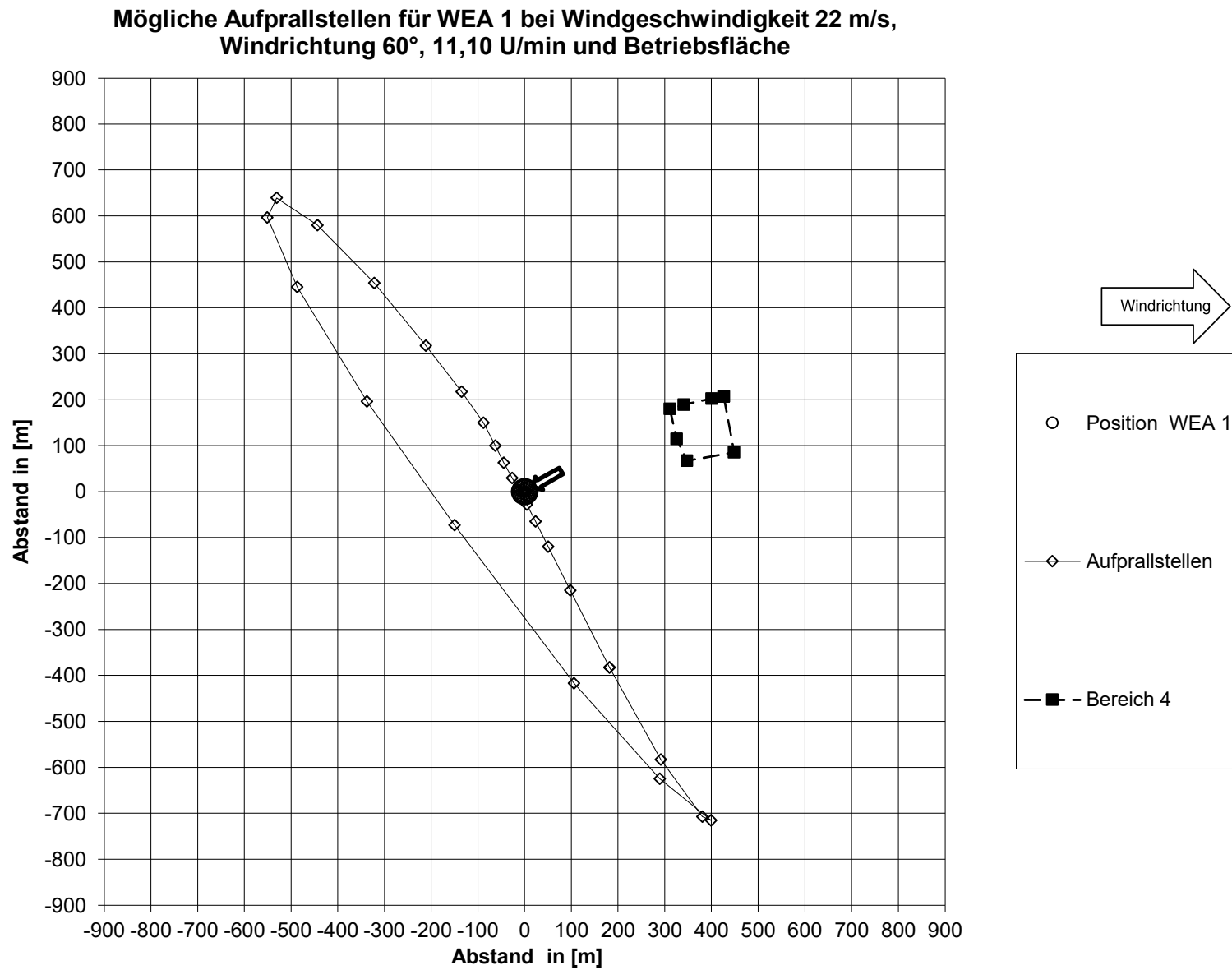


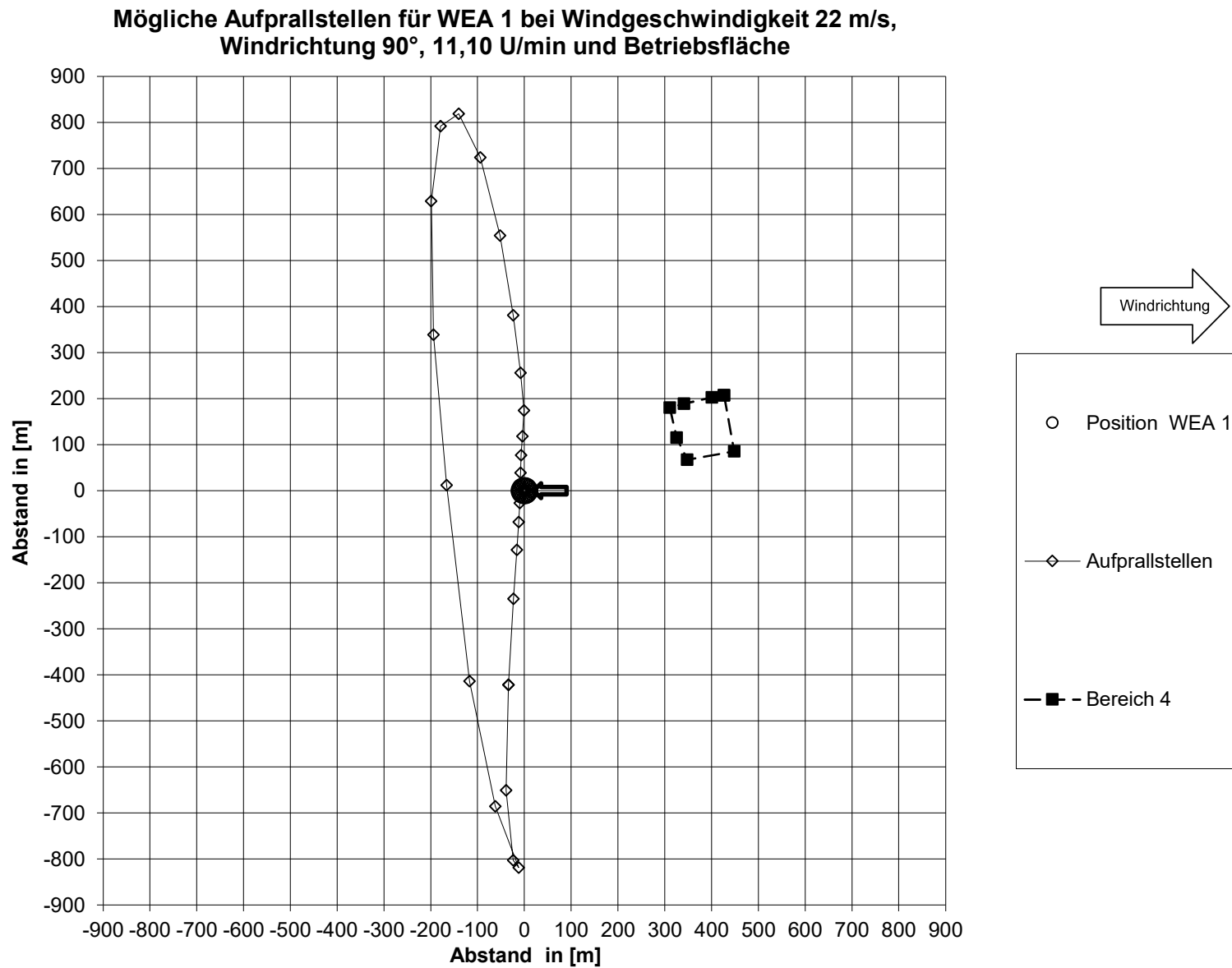


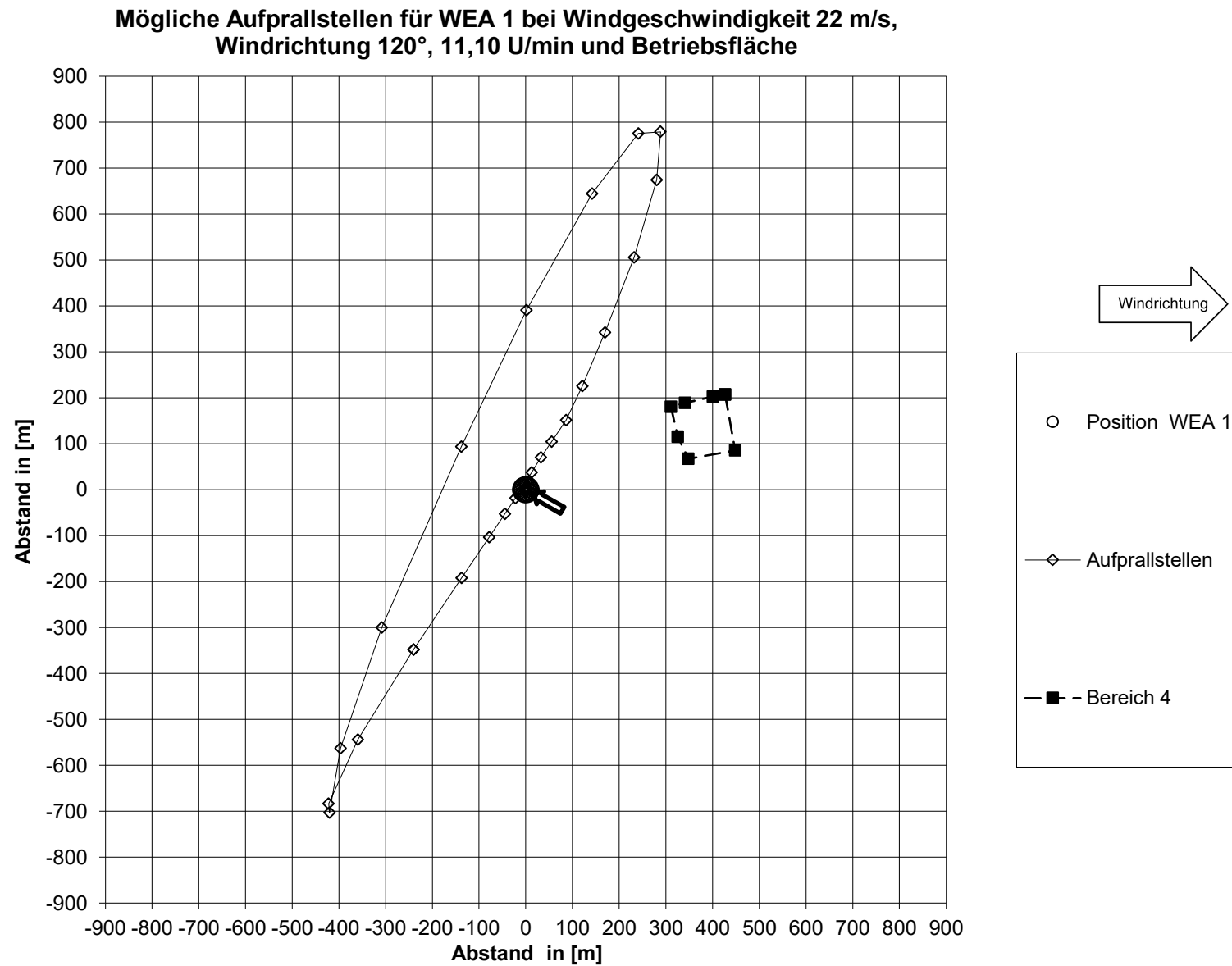


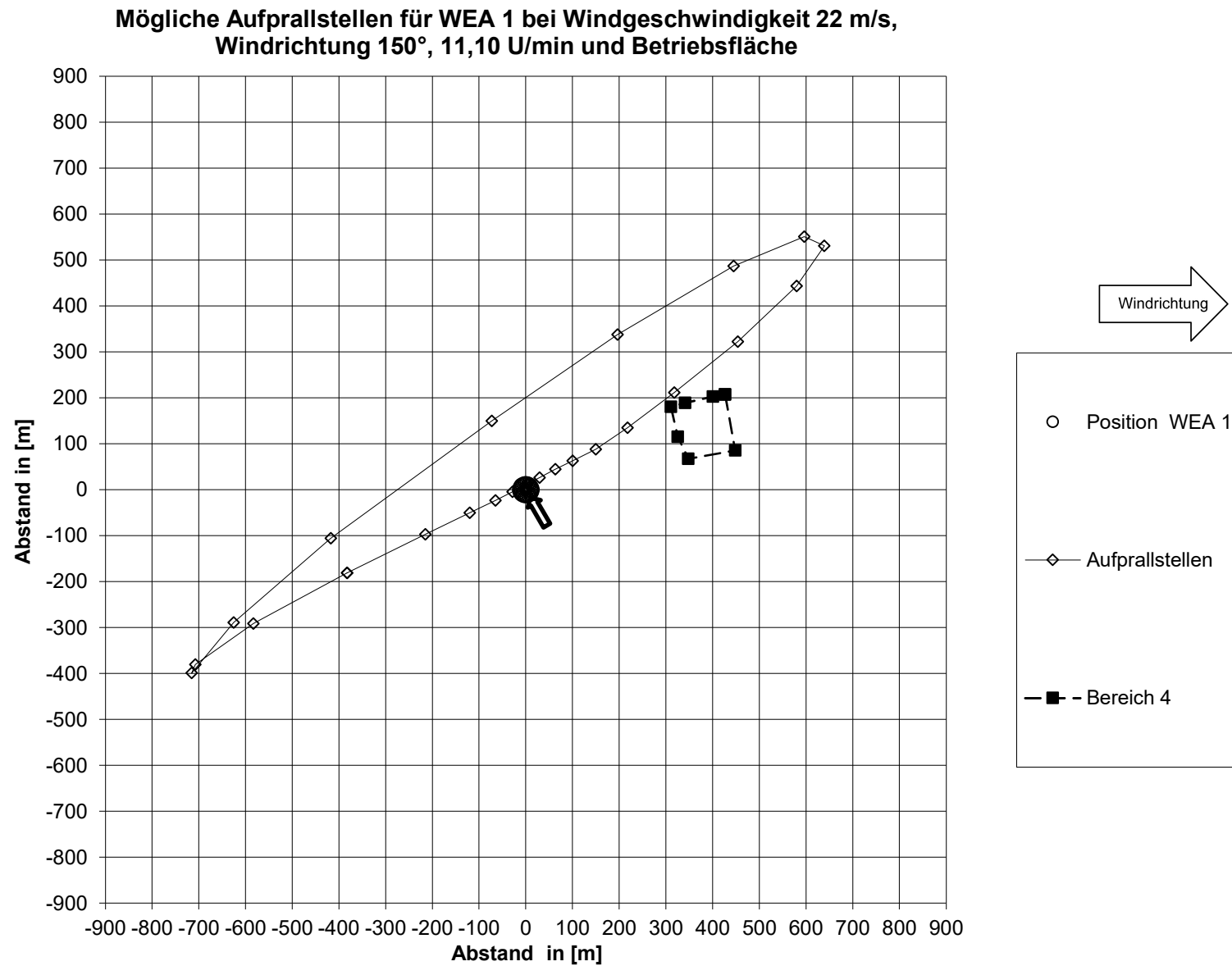


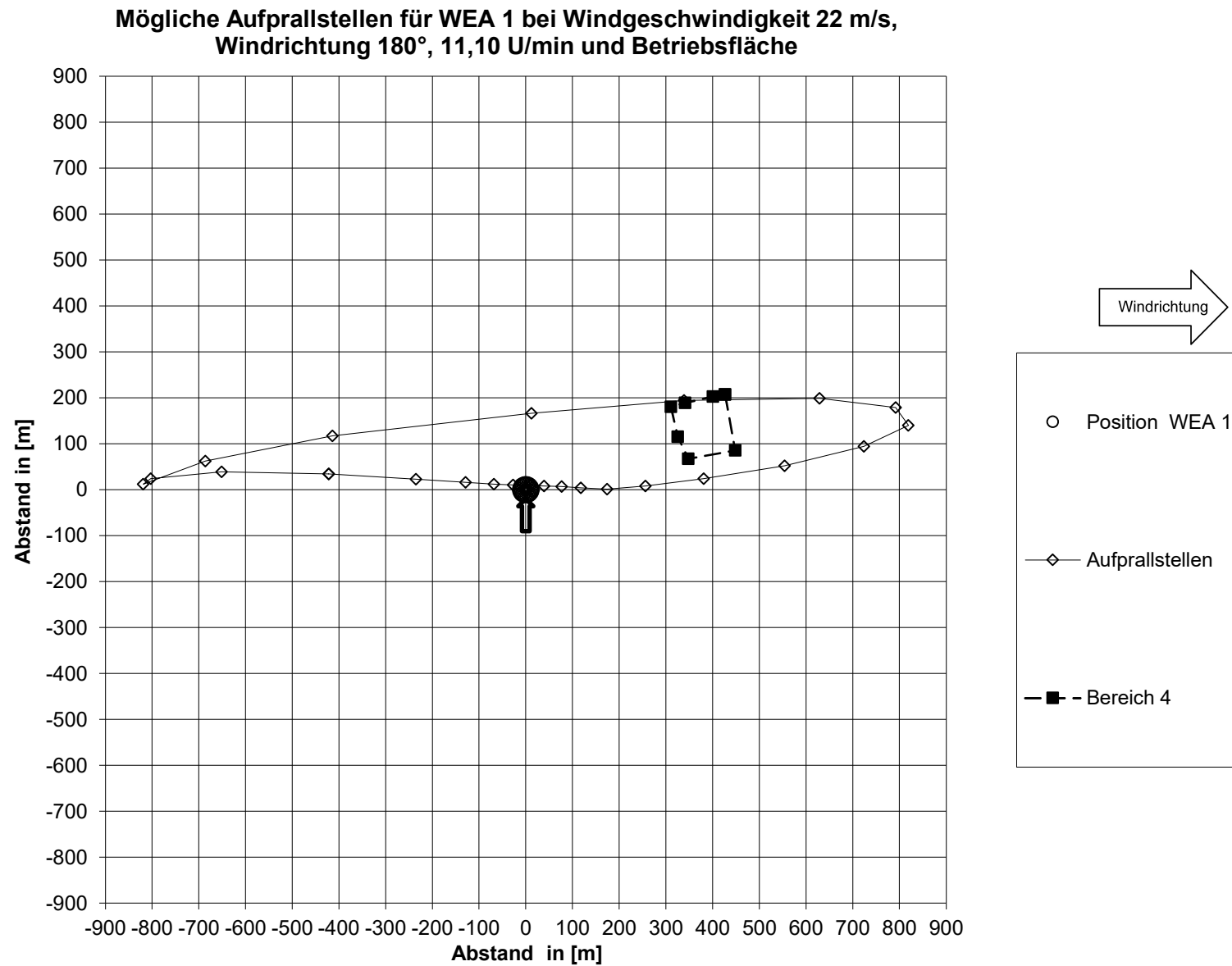


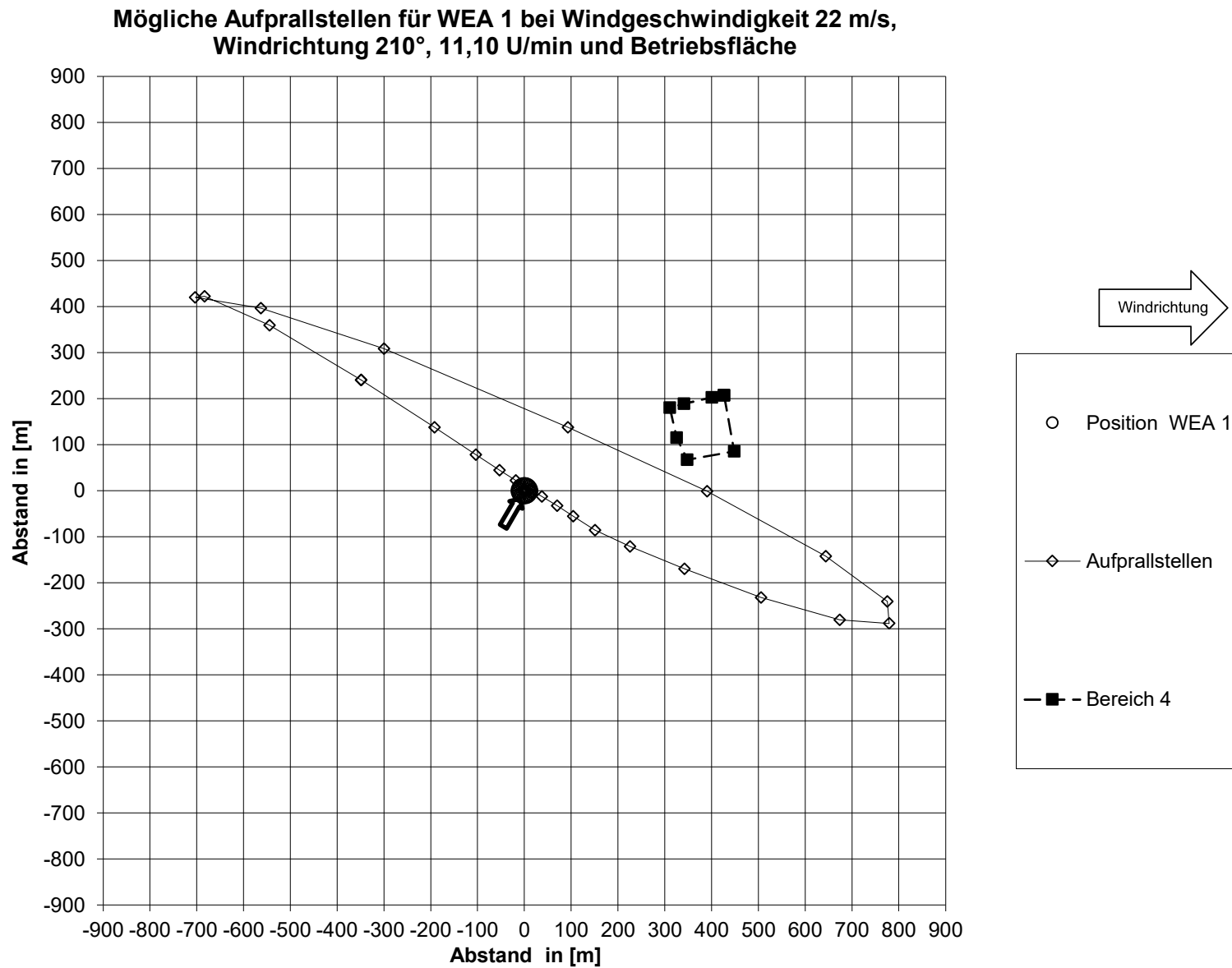


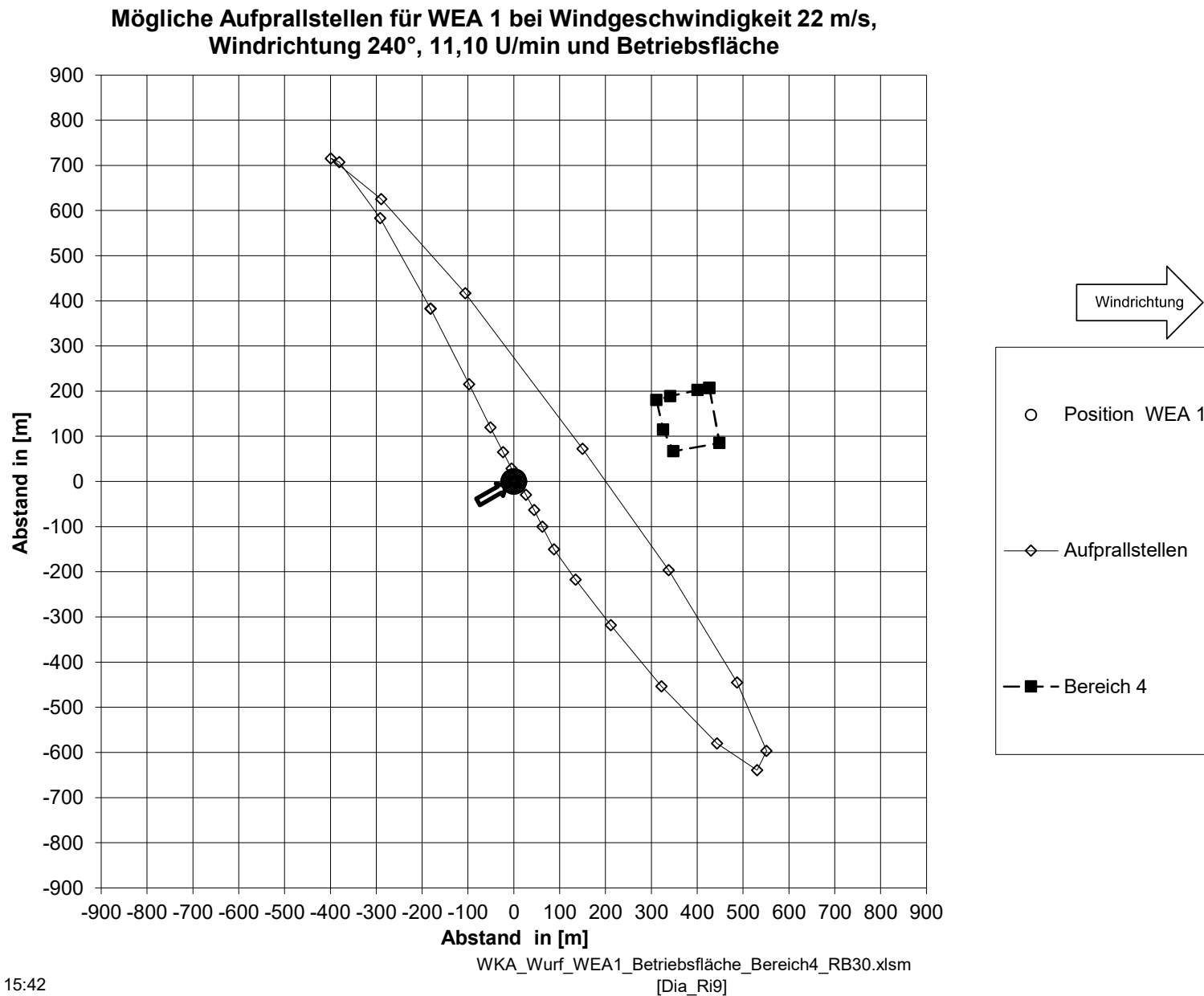


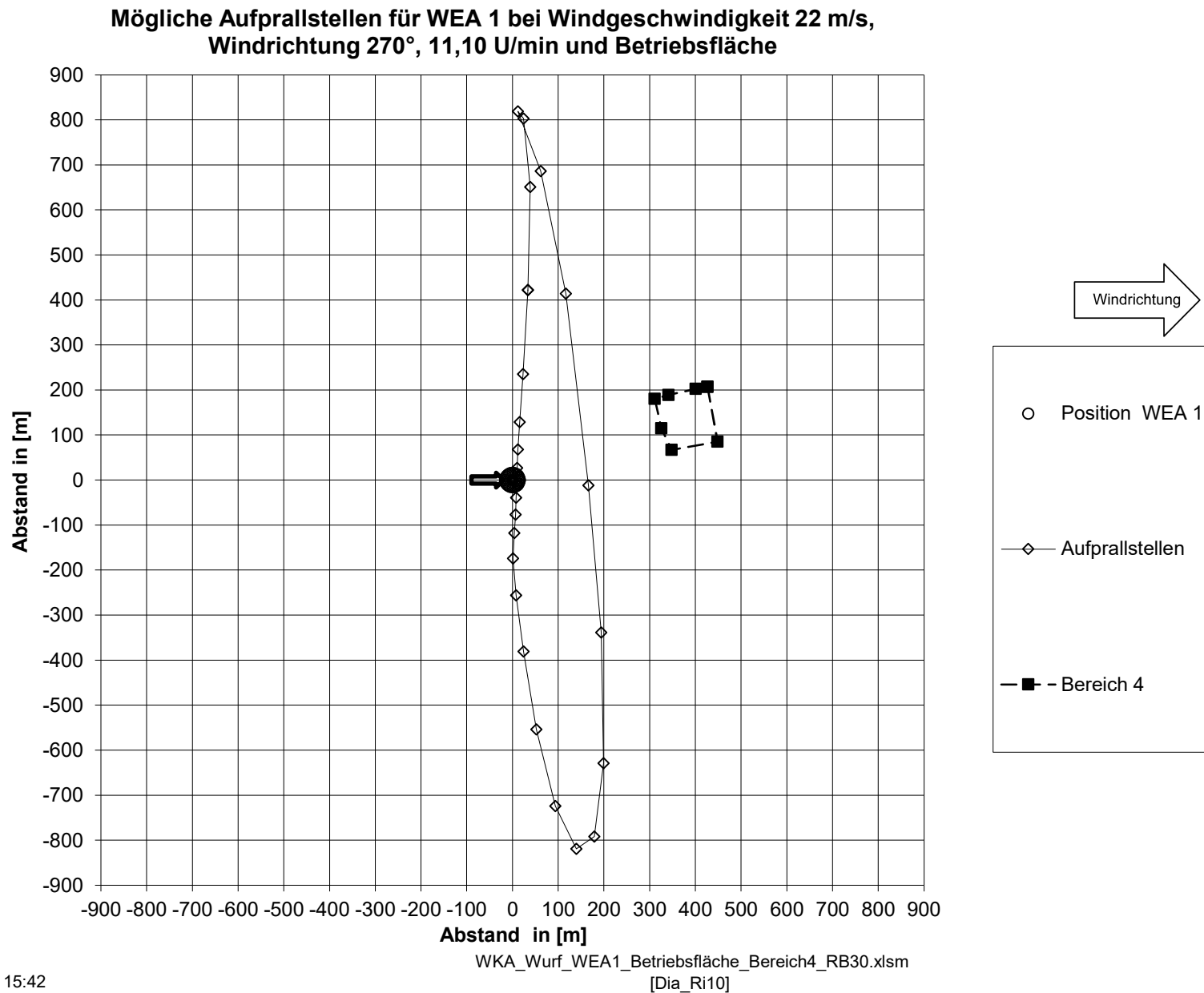


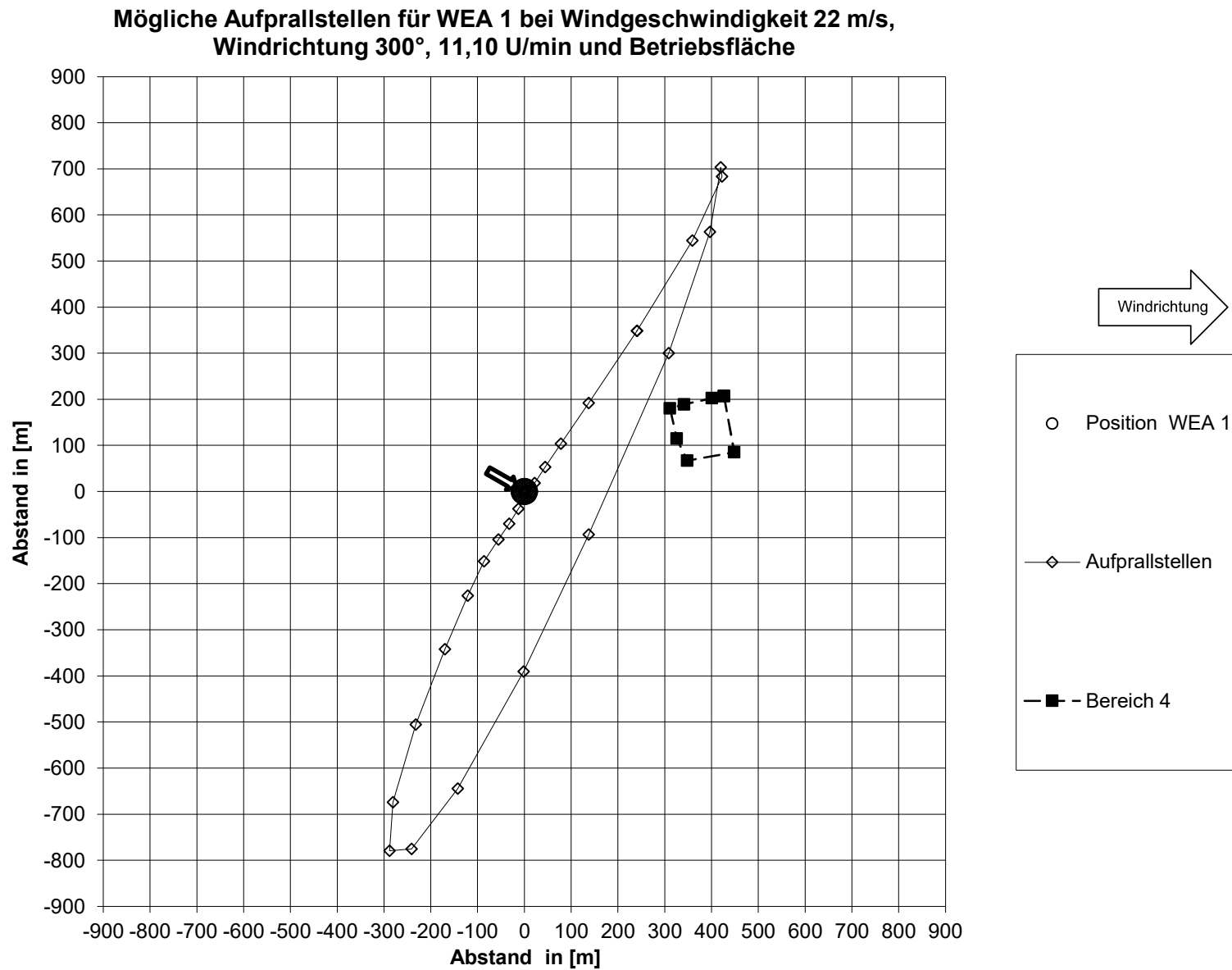


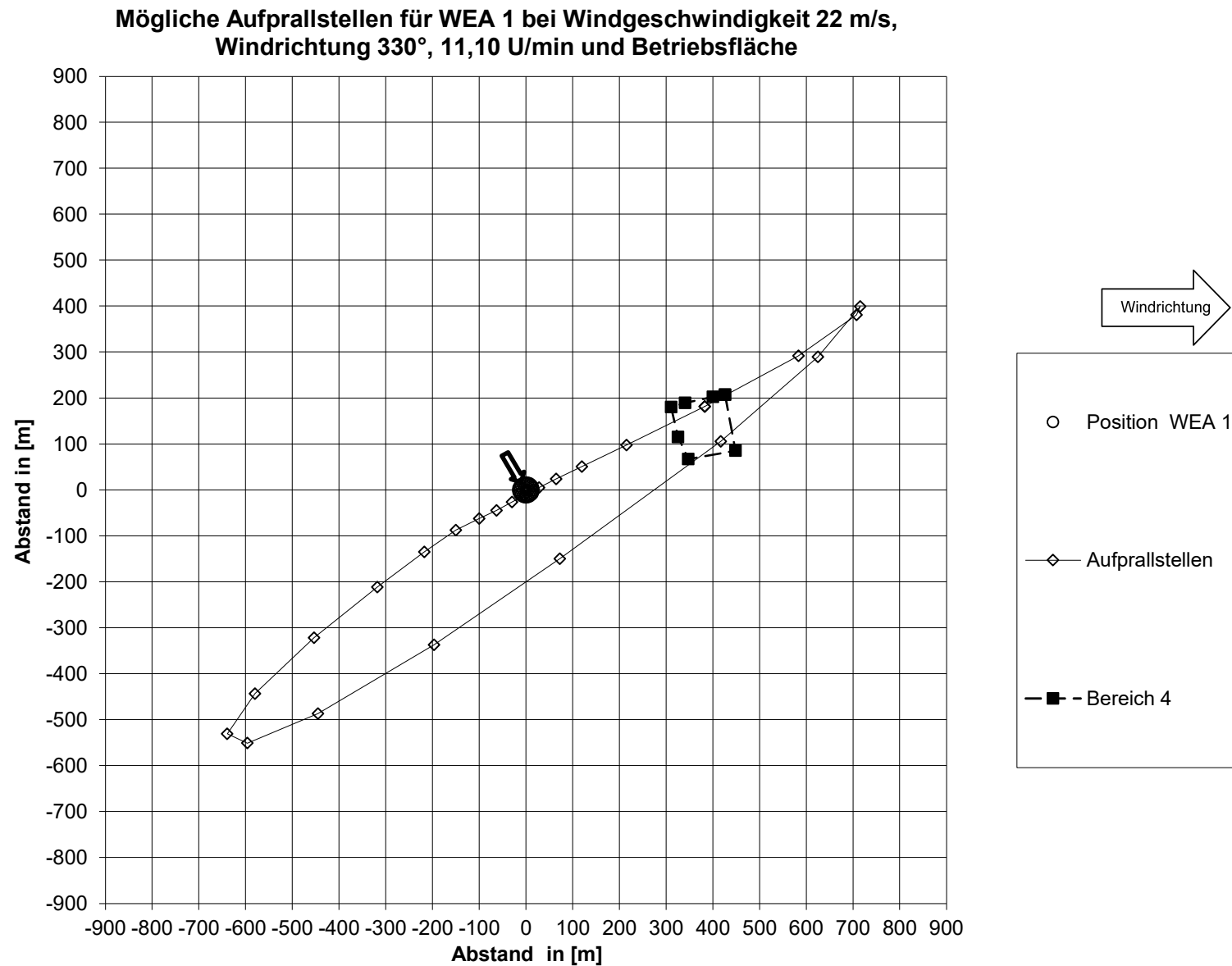


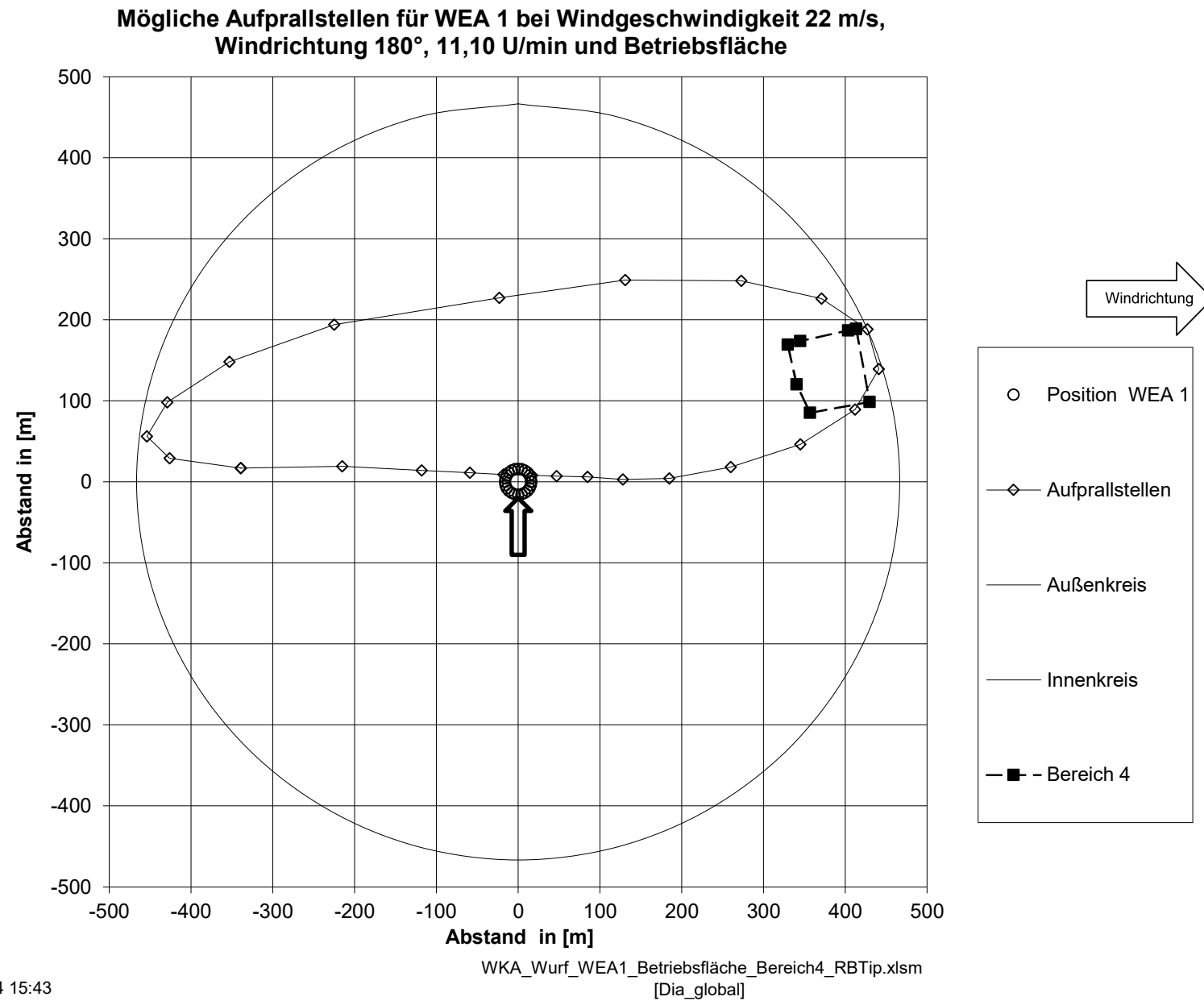


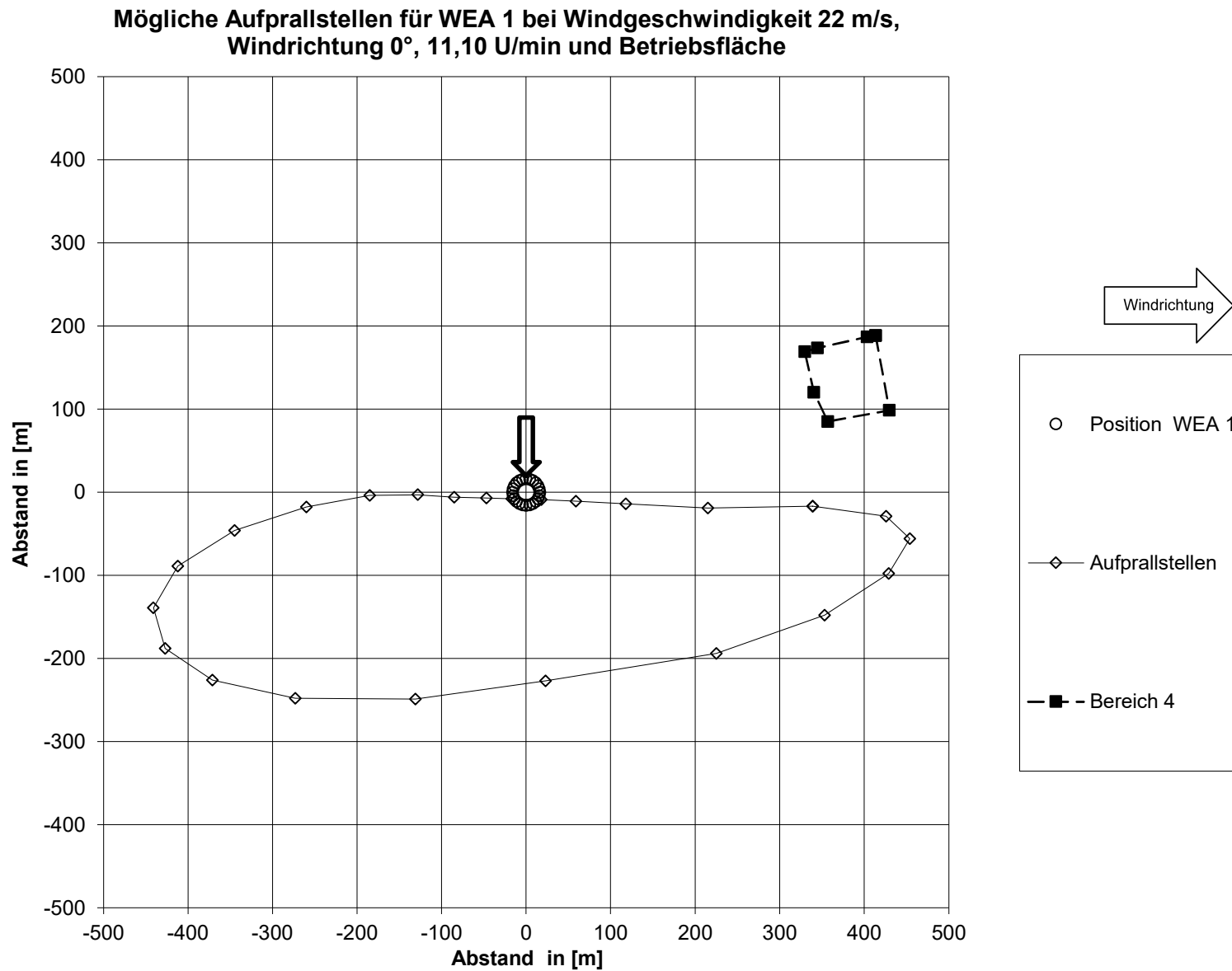


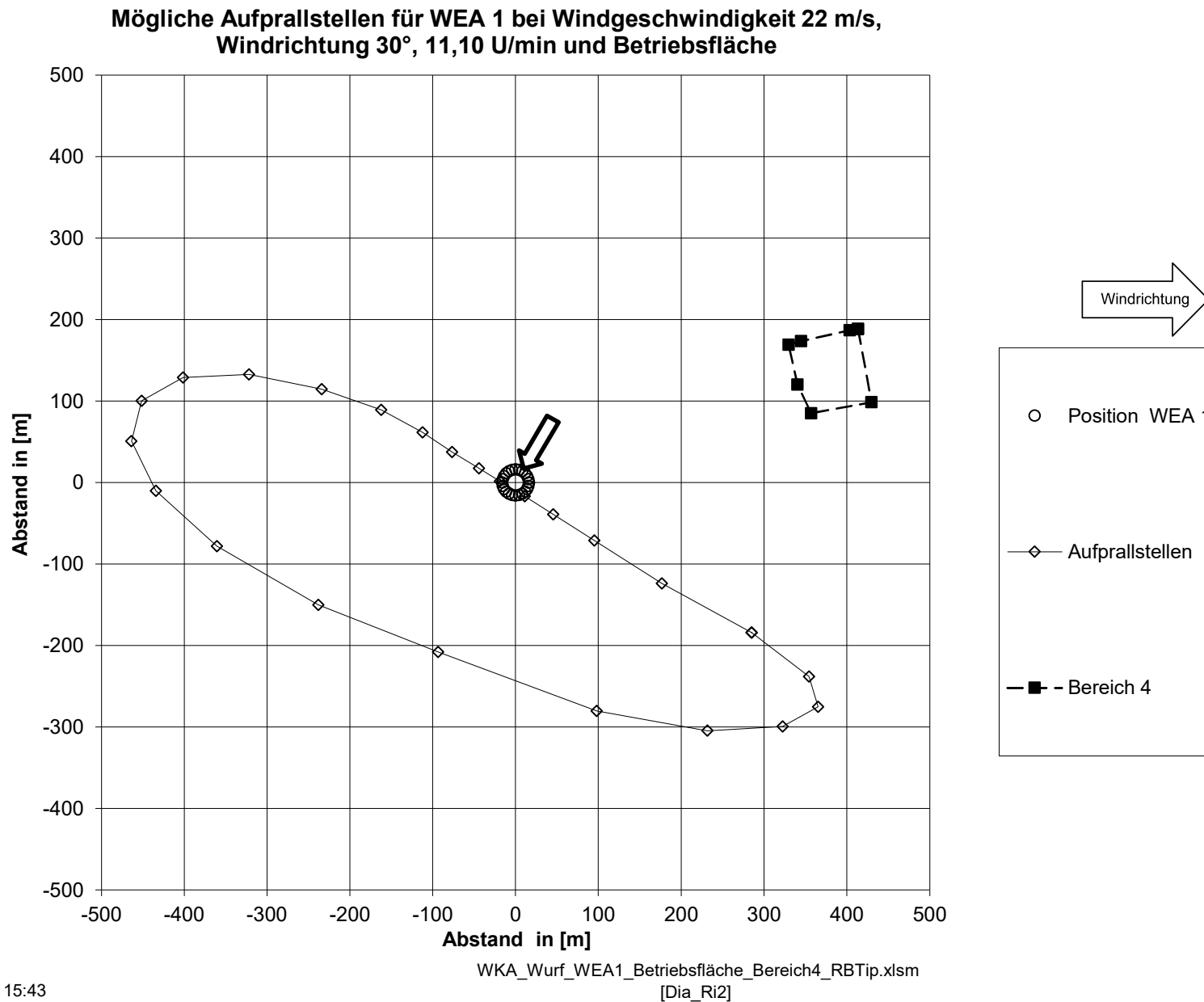


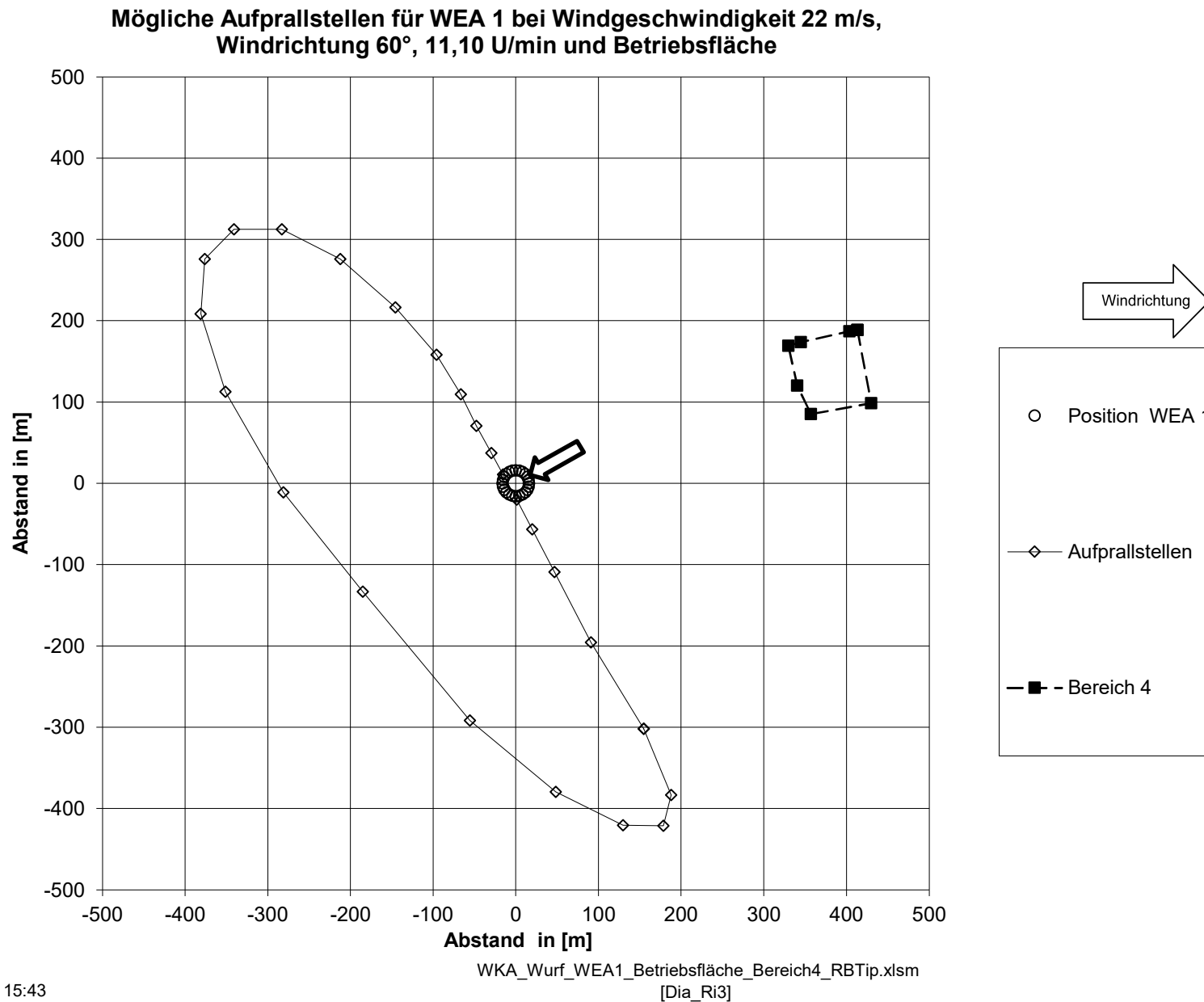


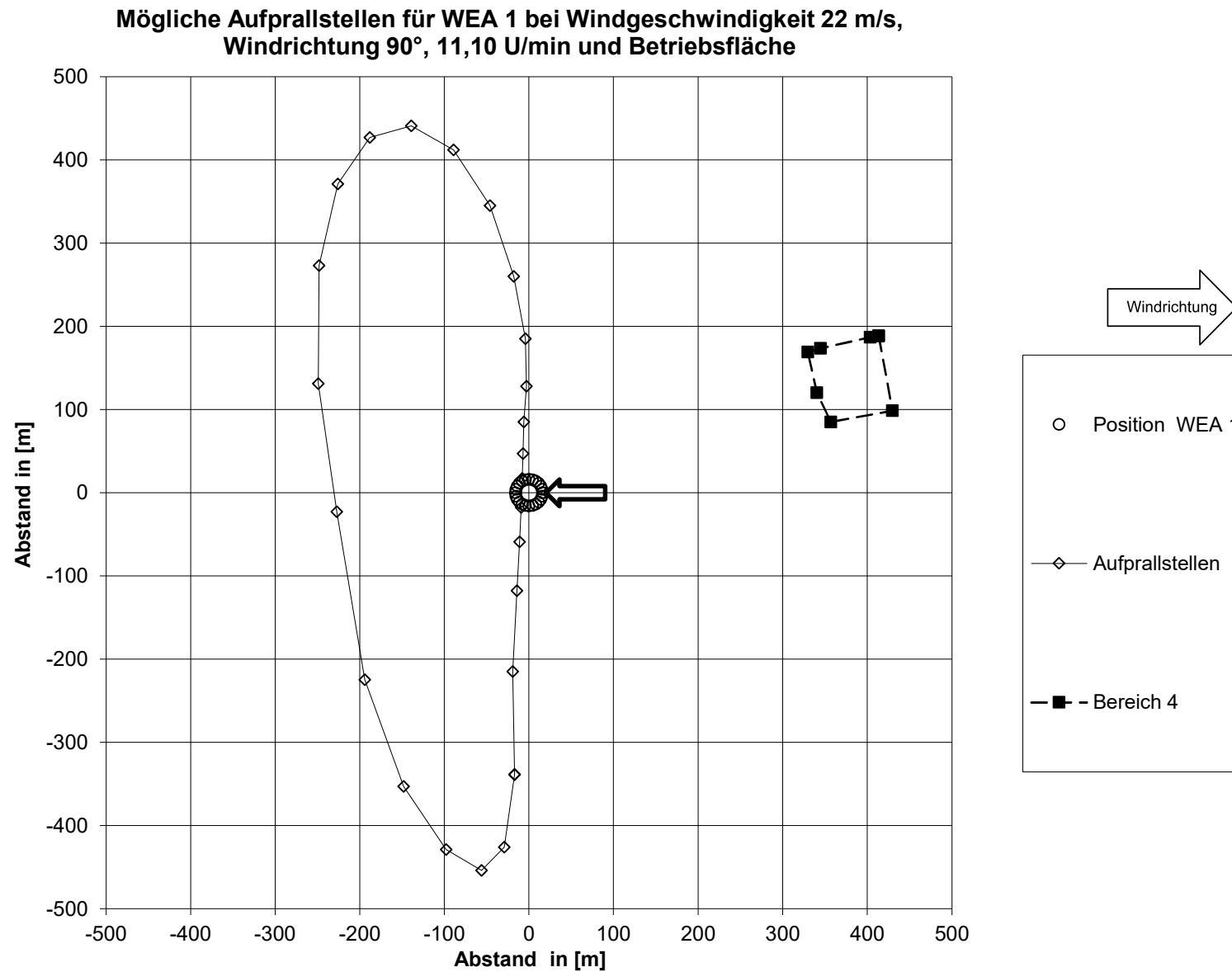


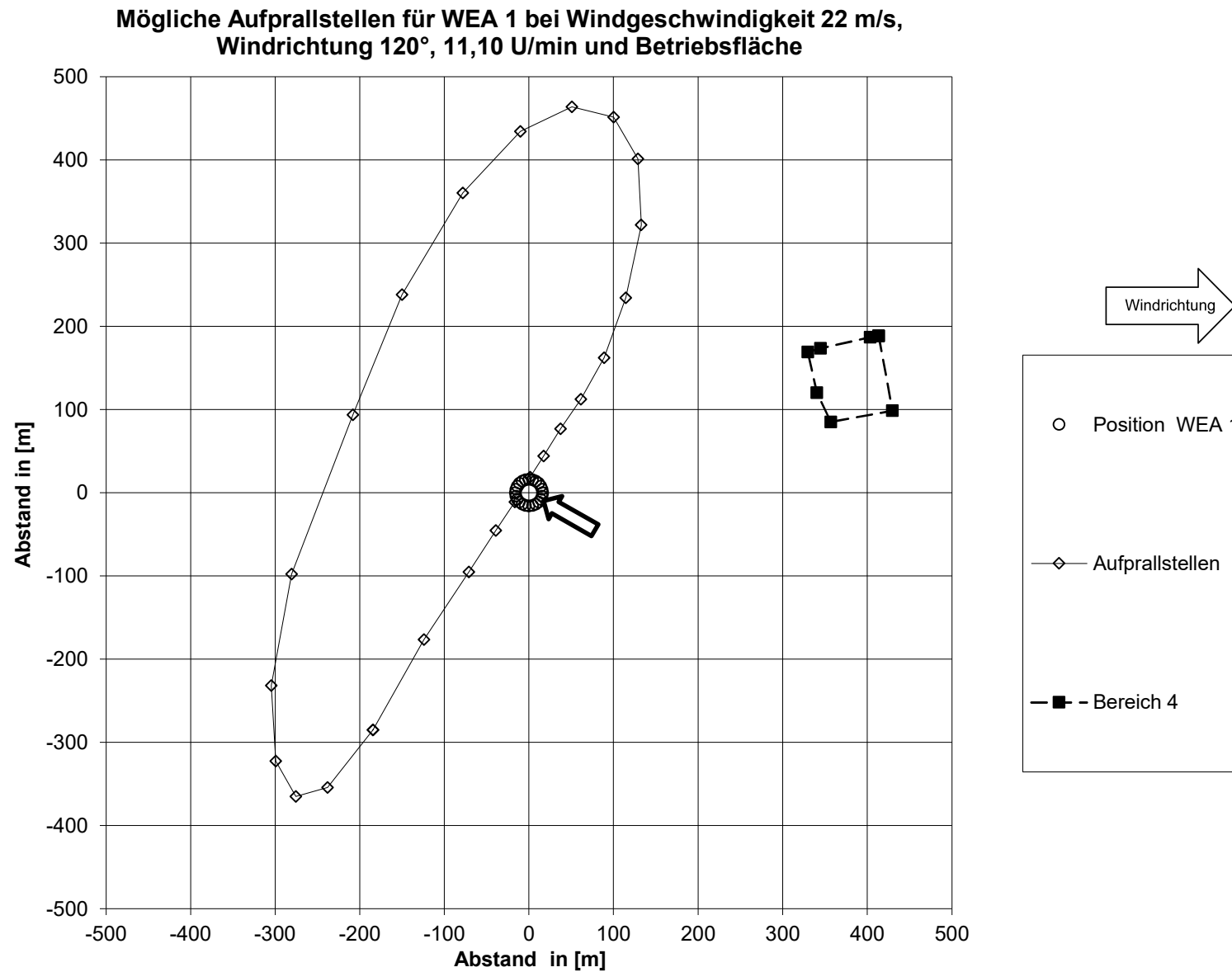


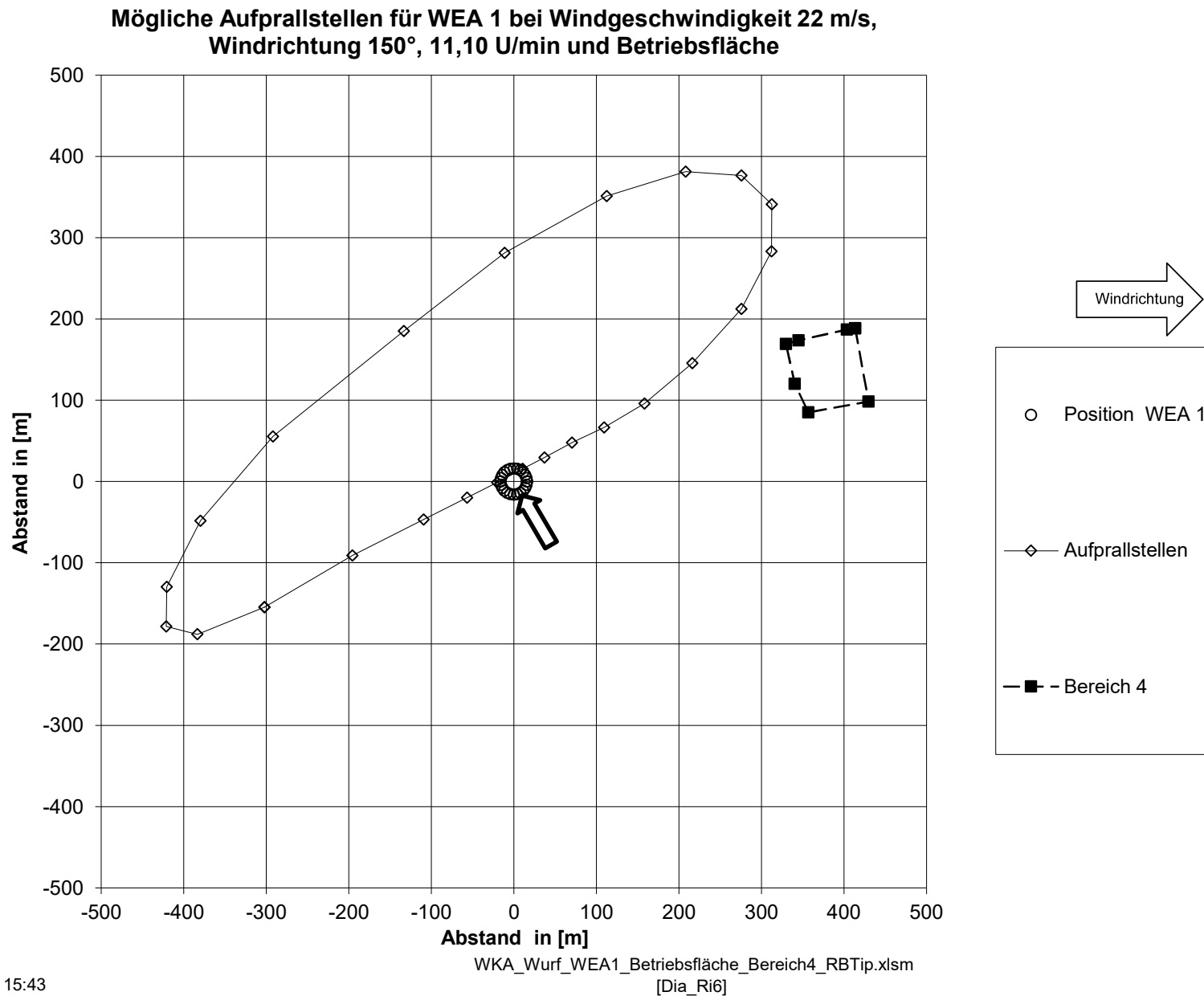


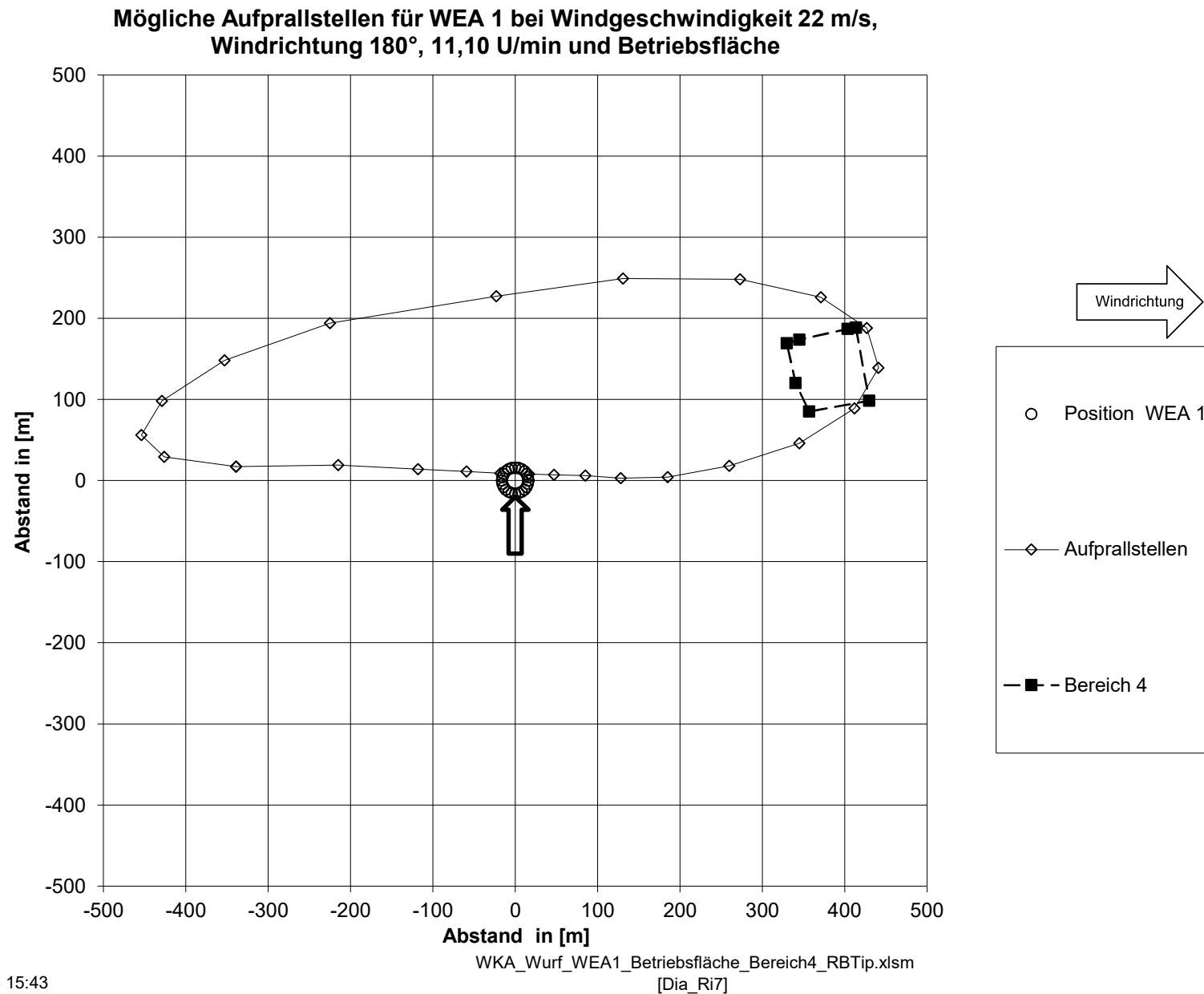


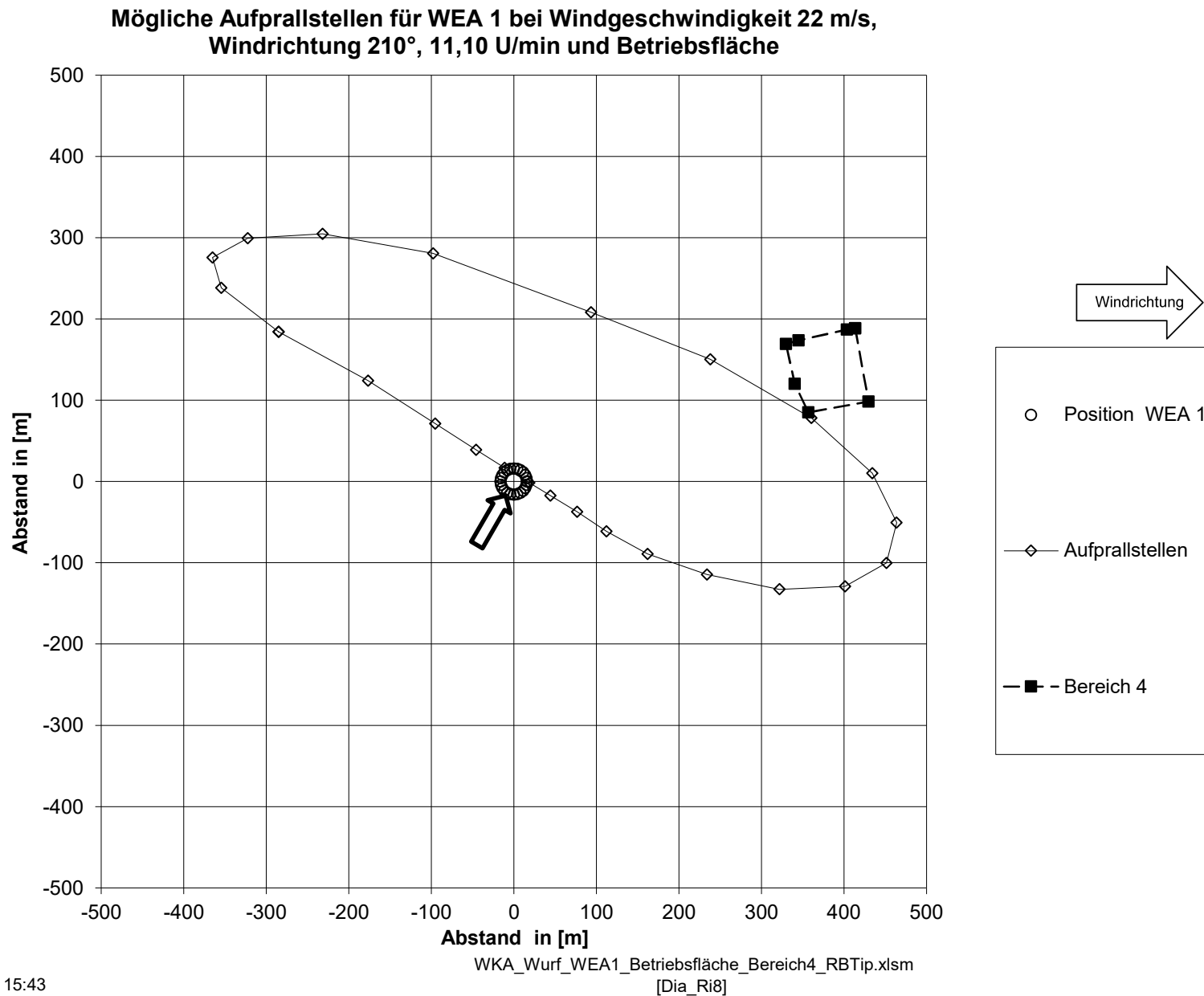


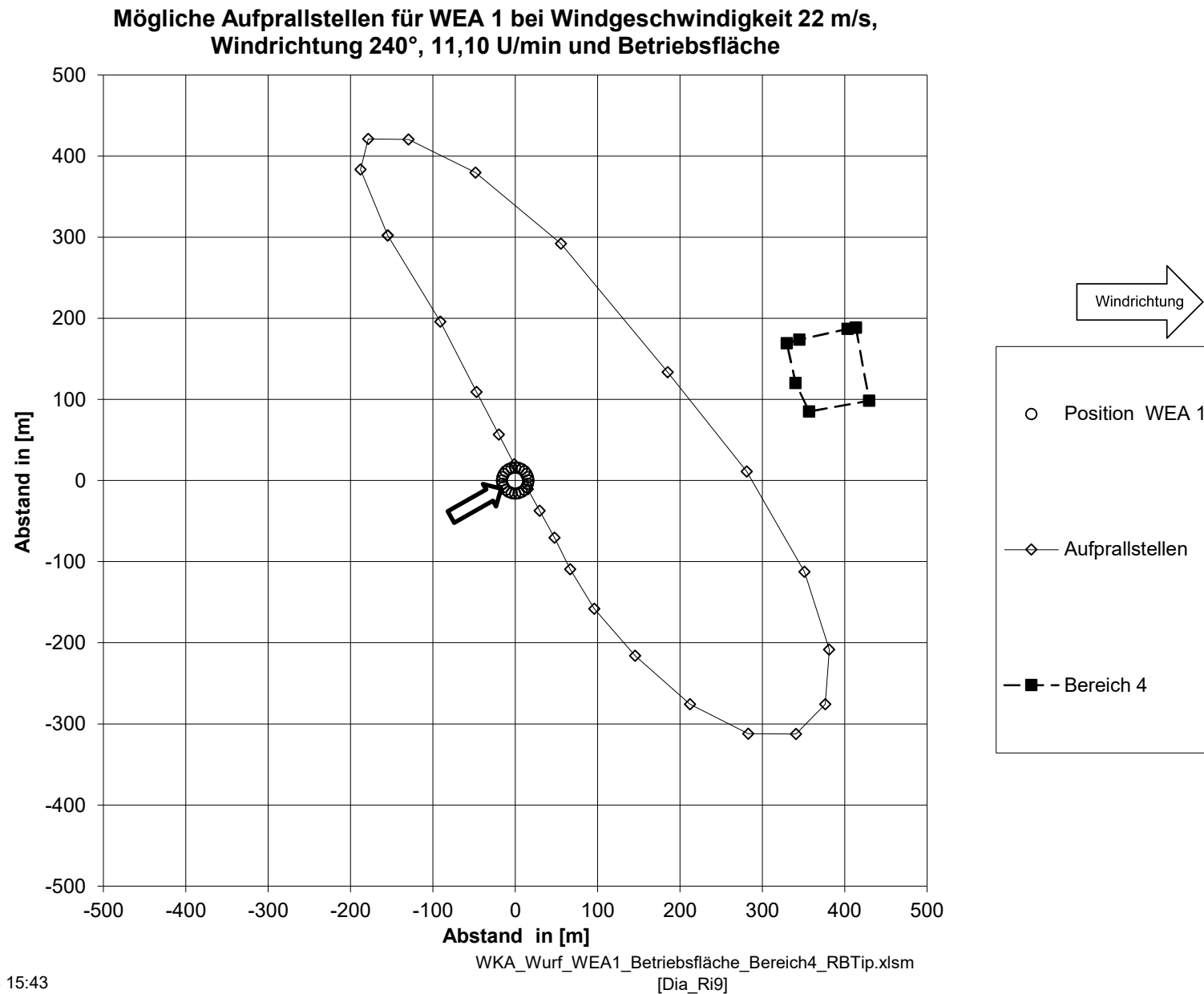


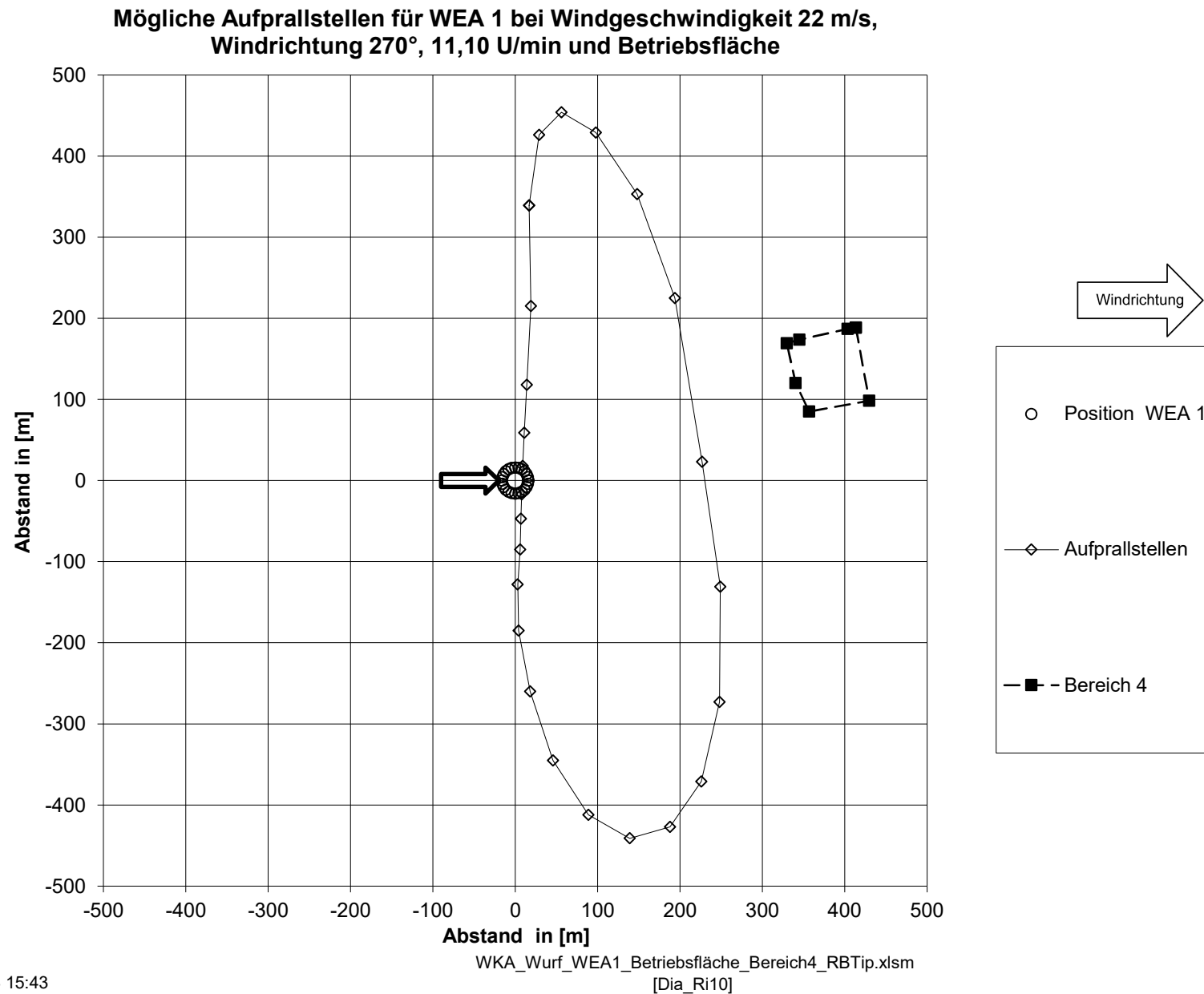


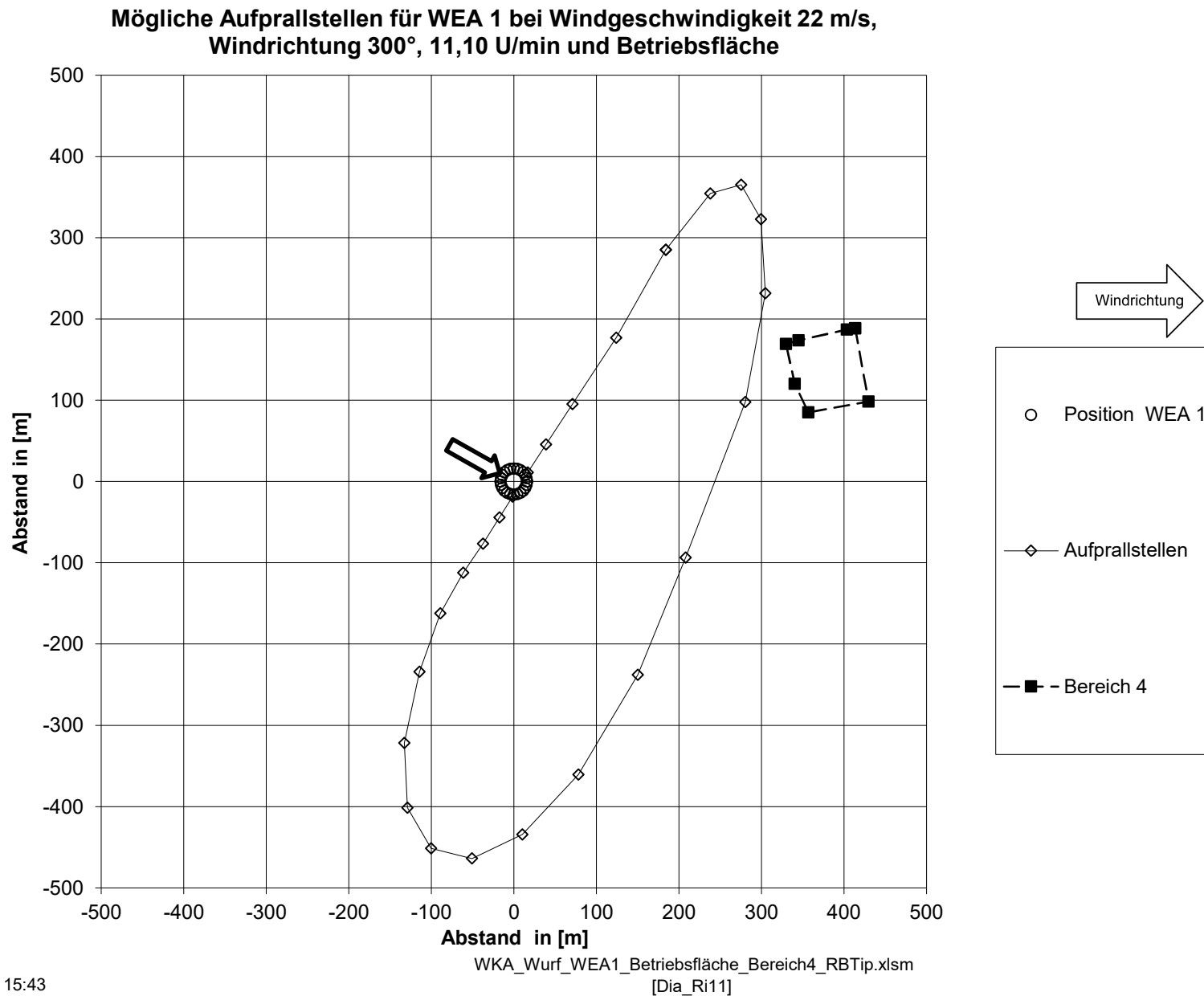


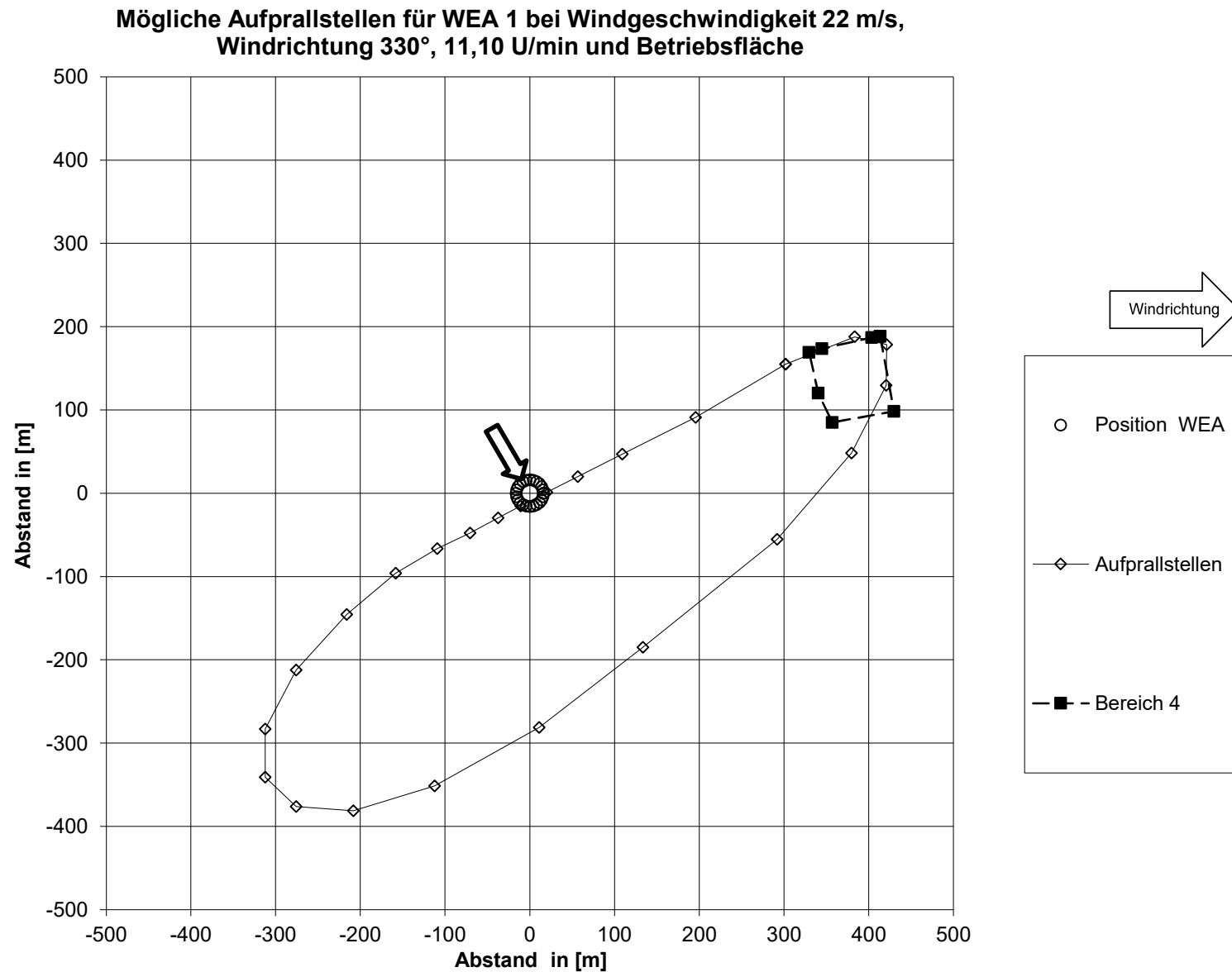












Anlage

A 3 Gefährdung durch Abwurf und Fall von Eisfragmenten

A 3.1.1 WEA 1 – Betriebsfläche - Bereich 1 - Eisfall

A 3.1.2 WEA 1 – Betriebsfläche - Bereich 1 - Eiswurf $w = 20 \text{ m/s}$

A 3.2.1 WEA 1 – Betriebsfläche - Bereich 2 - Eisfall (entfällt nach Kapitel 5.1.2)

A 3.2.2 WEA 1 – Betriebsfläche - Bereich 2 - Eiswurf $w = 20 \text{ m/s}$

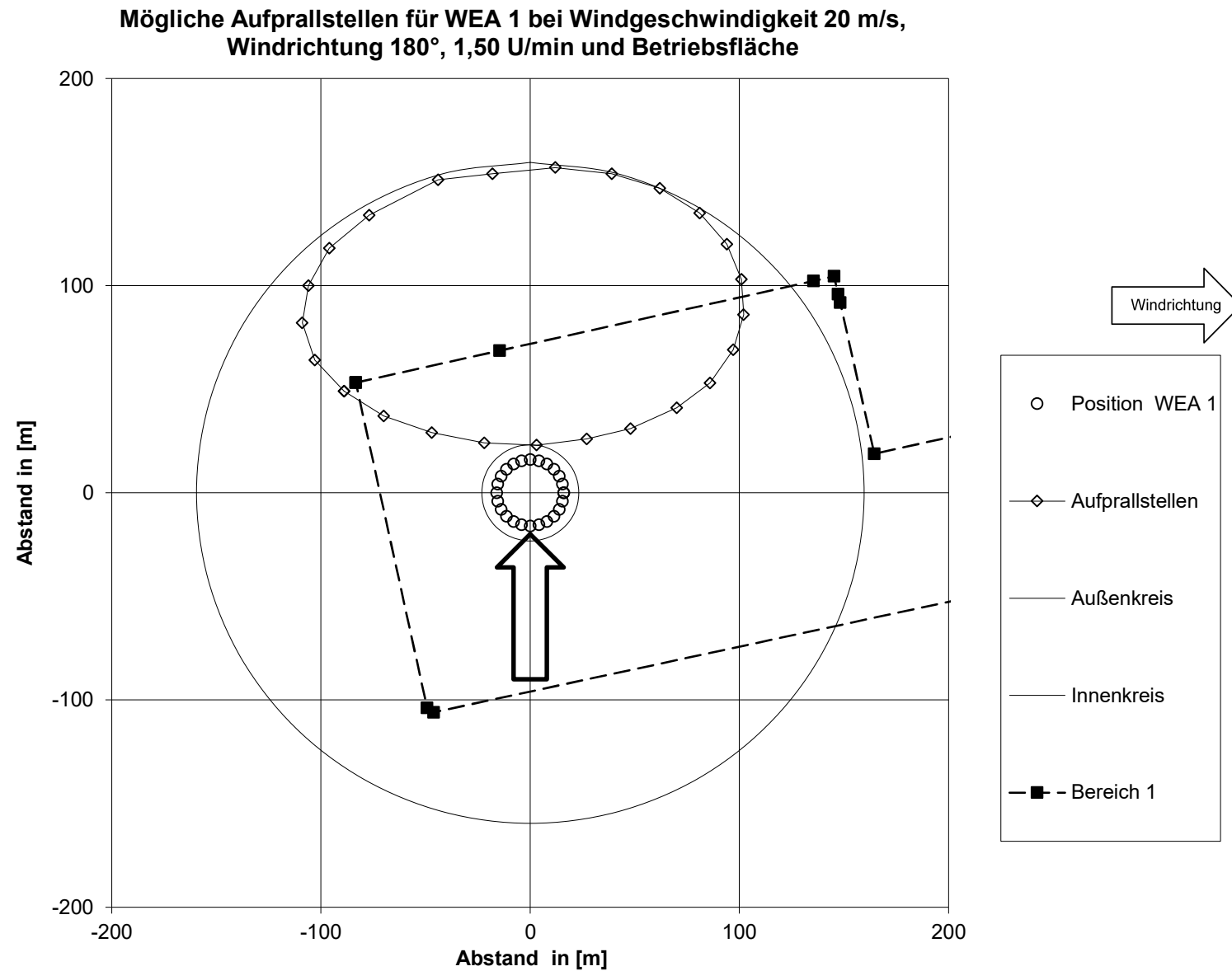
A 3.3.1 WEA 1 – Betriebsfläche - Bereich 3 - Eisfall (entfällt nach Kapitel 5.1.3)

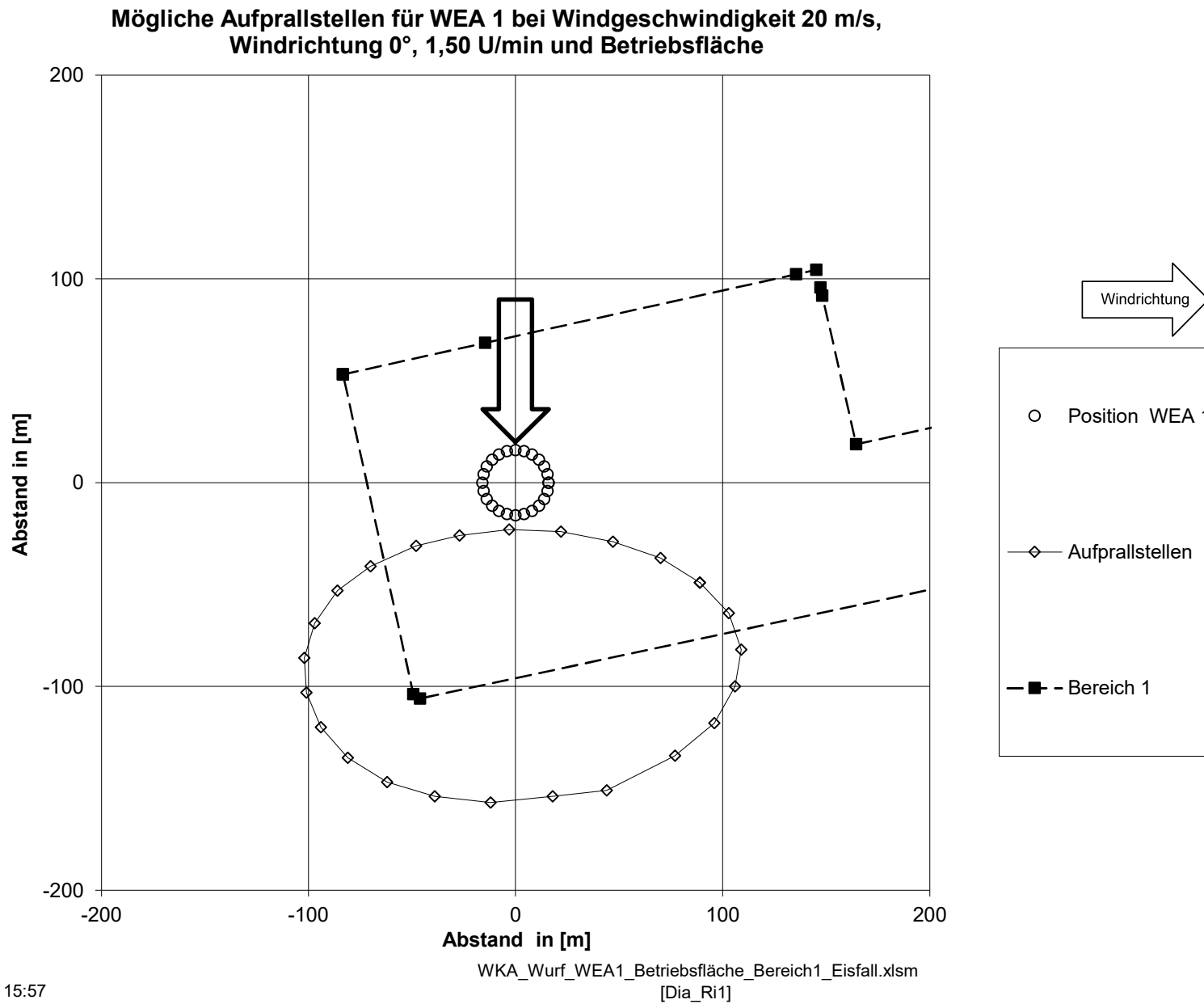
A 3.3.2 WEA 1 – Betriebsfläche - Bereich 3 - Eiswurf $w = 20 \text{ m/s}$

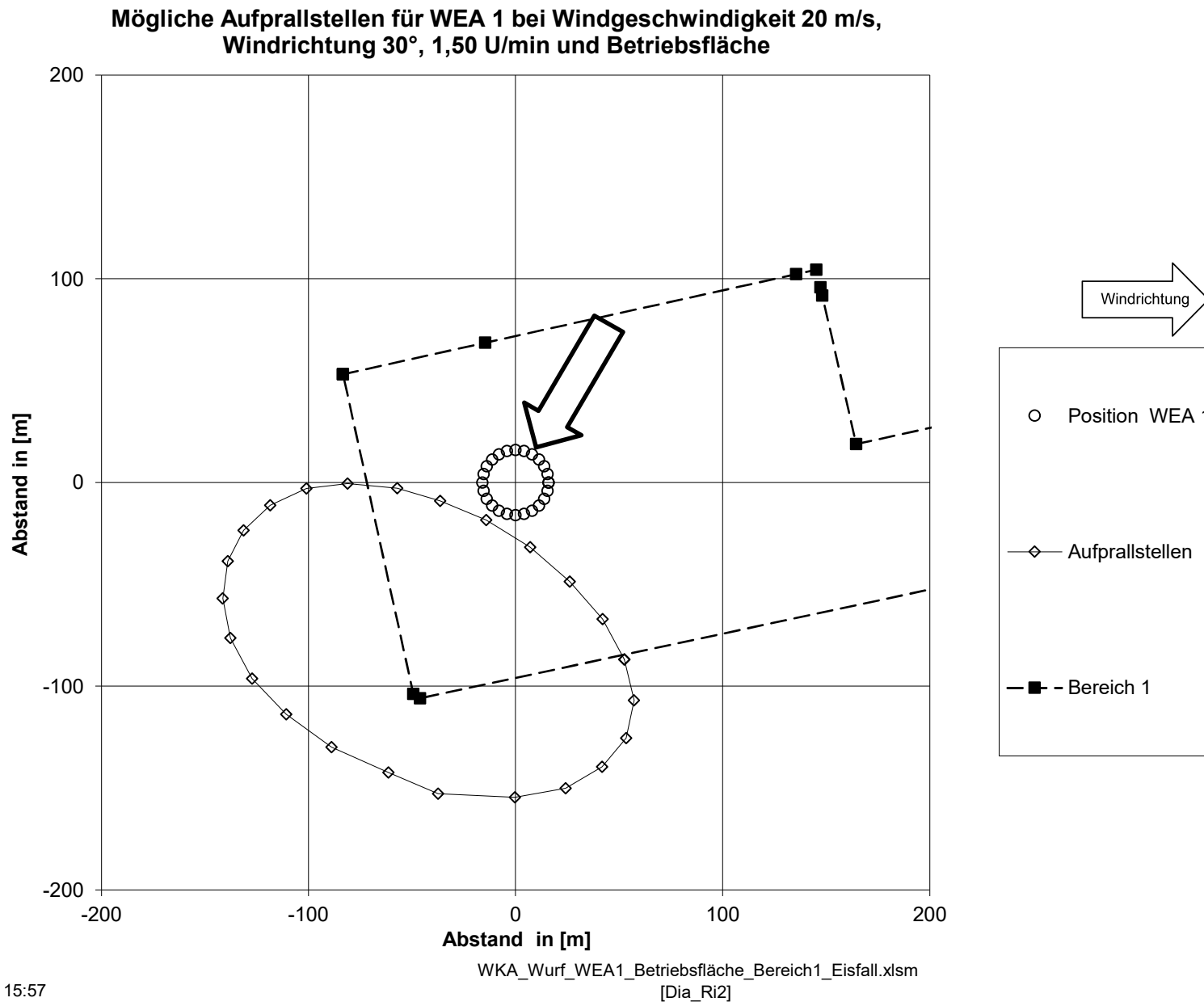
A 3.4.1 WEA 1 – Betriebsfläche - Bereich 4 - Eisfall (entfällt nach Kapitel 5.1.4)

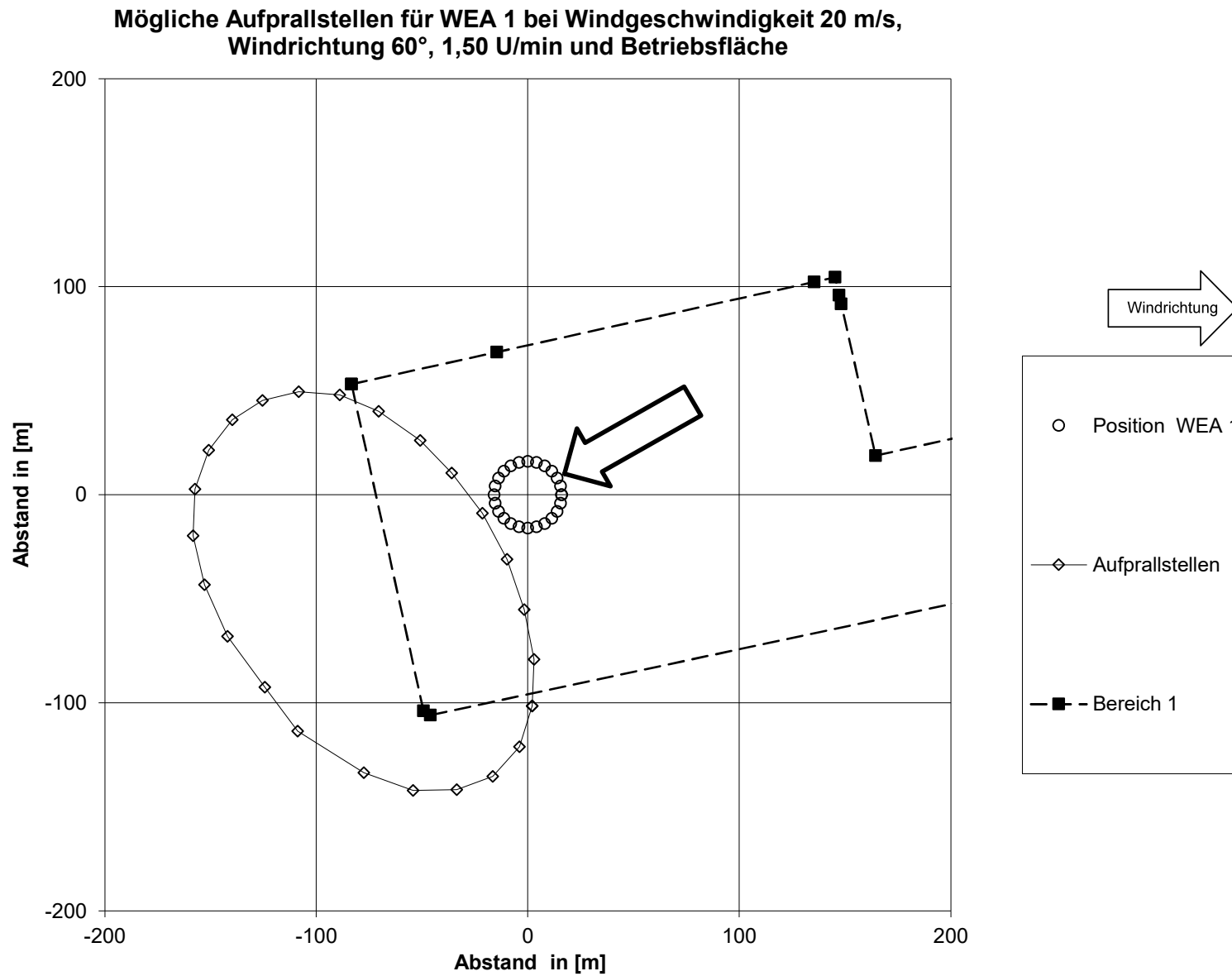
A 3.4.2 WEA 1 – Betriebsfläche - Bereich 4 - Eiswurf $w = 20 \text{ m/s}$

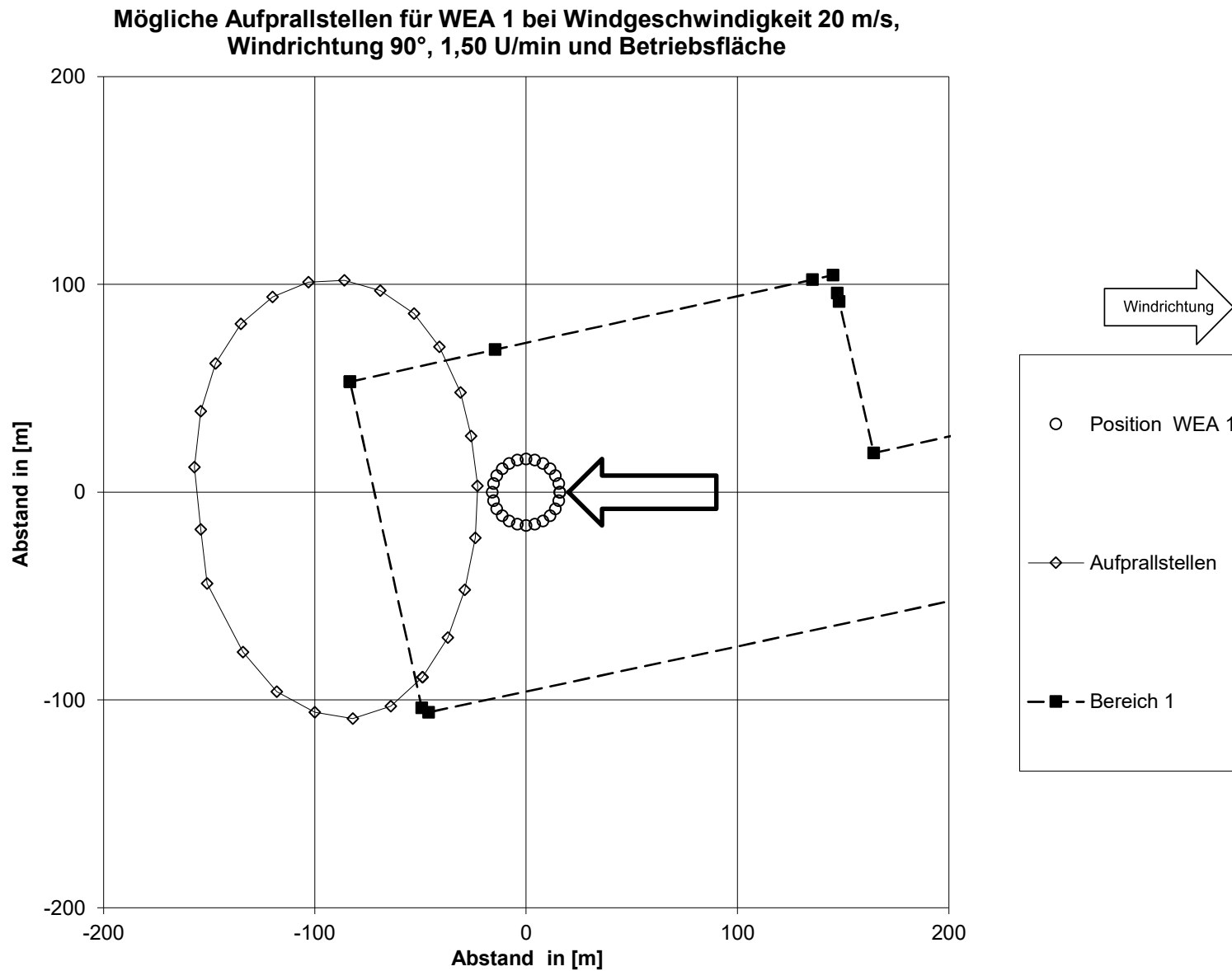
(entfällt nach Kapitel 5.1.4)

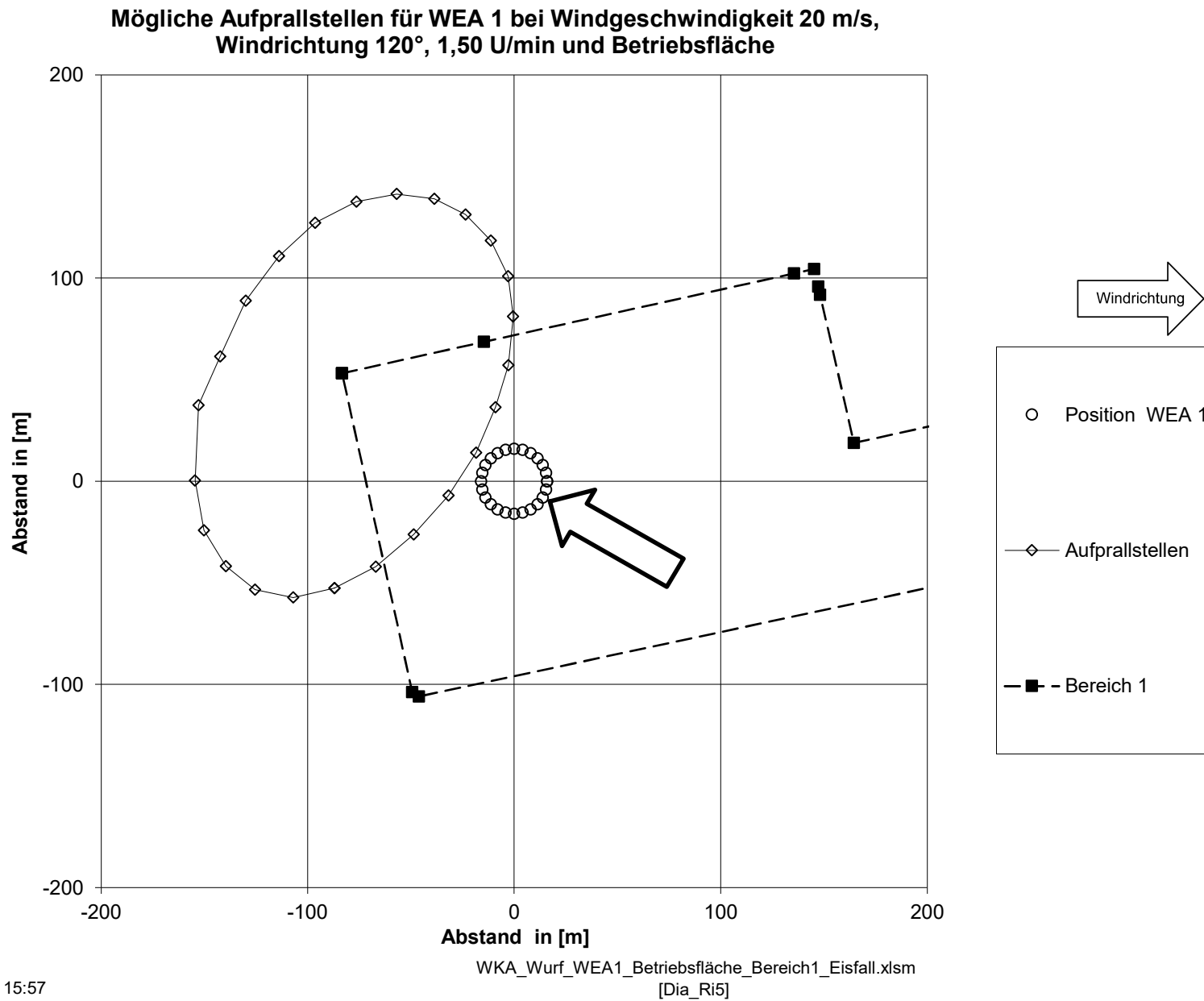


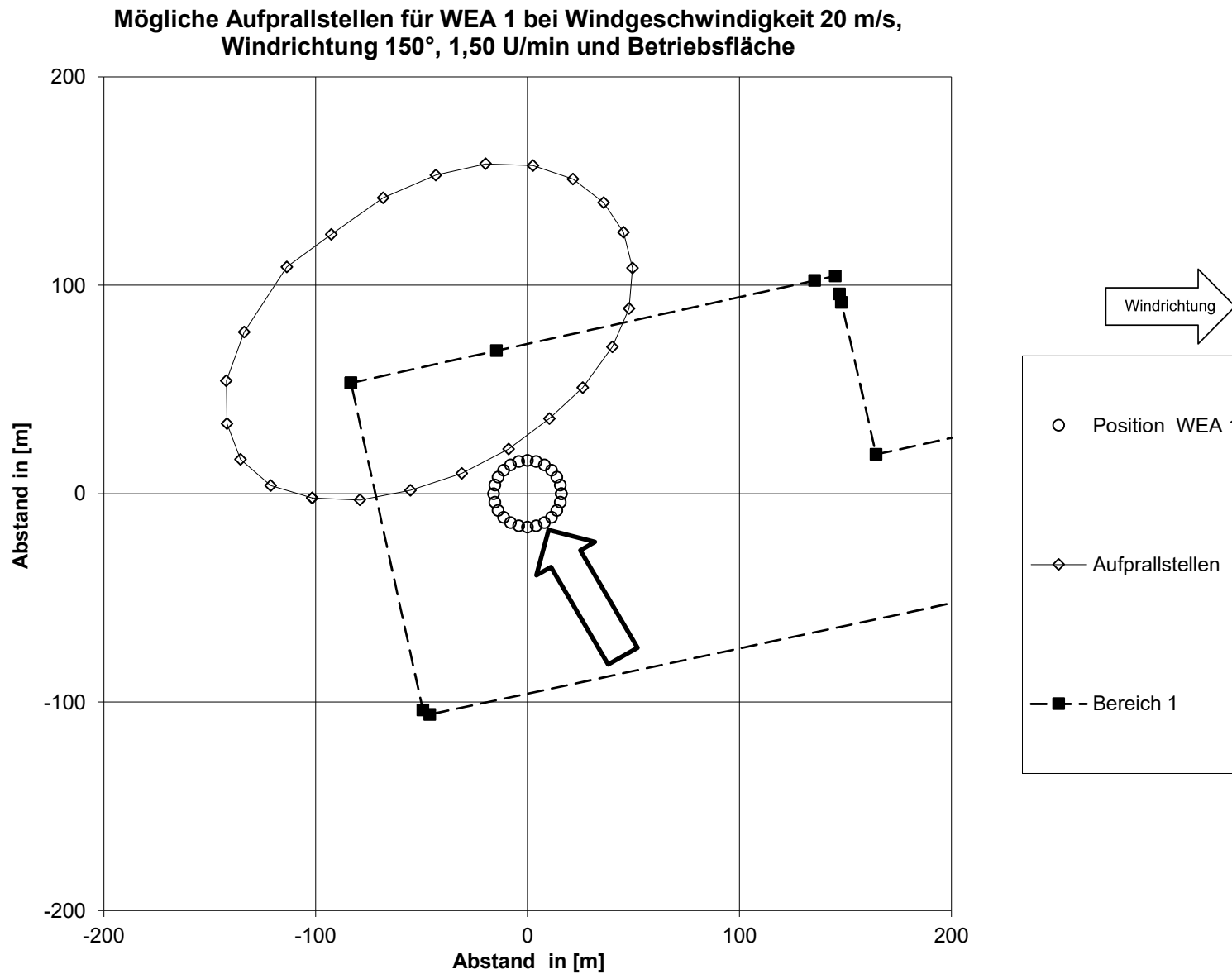


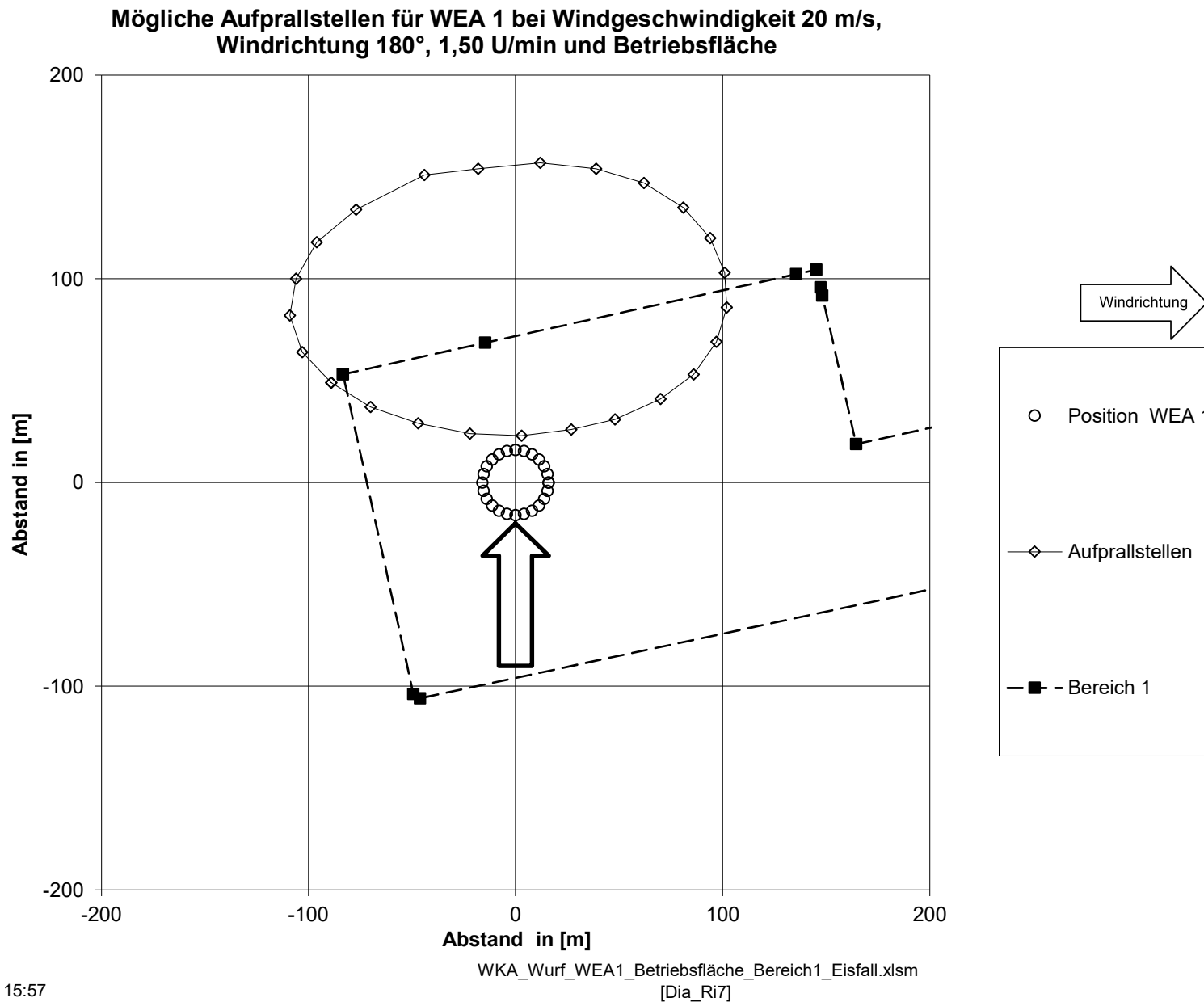


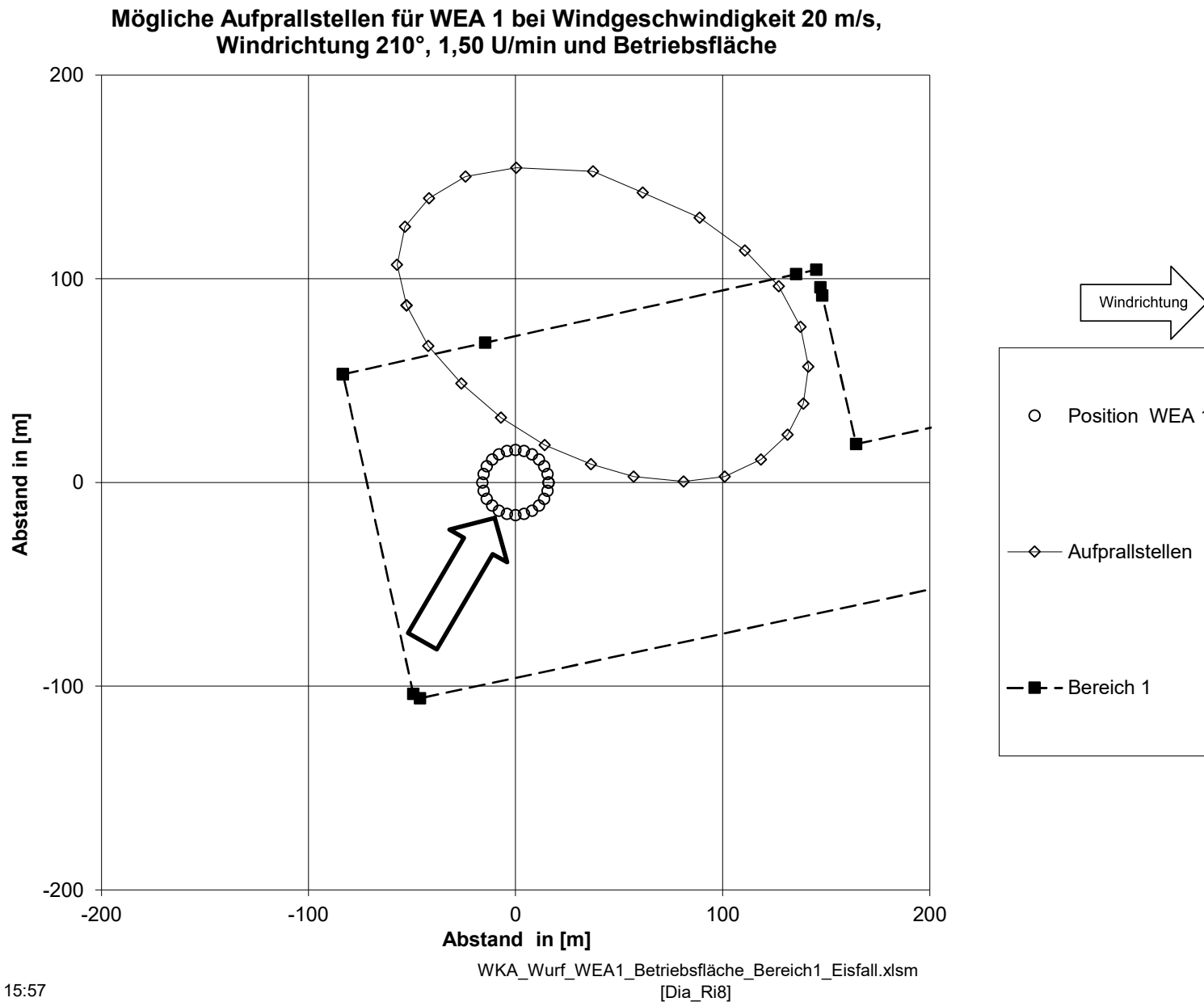


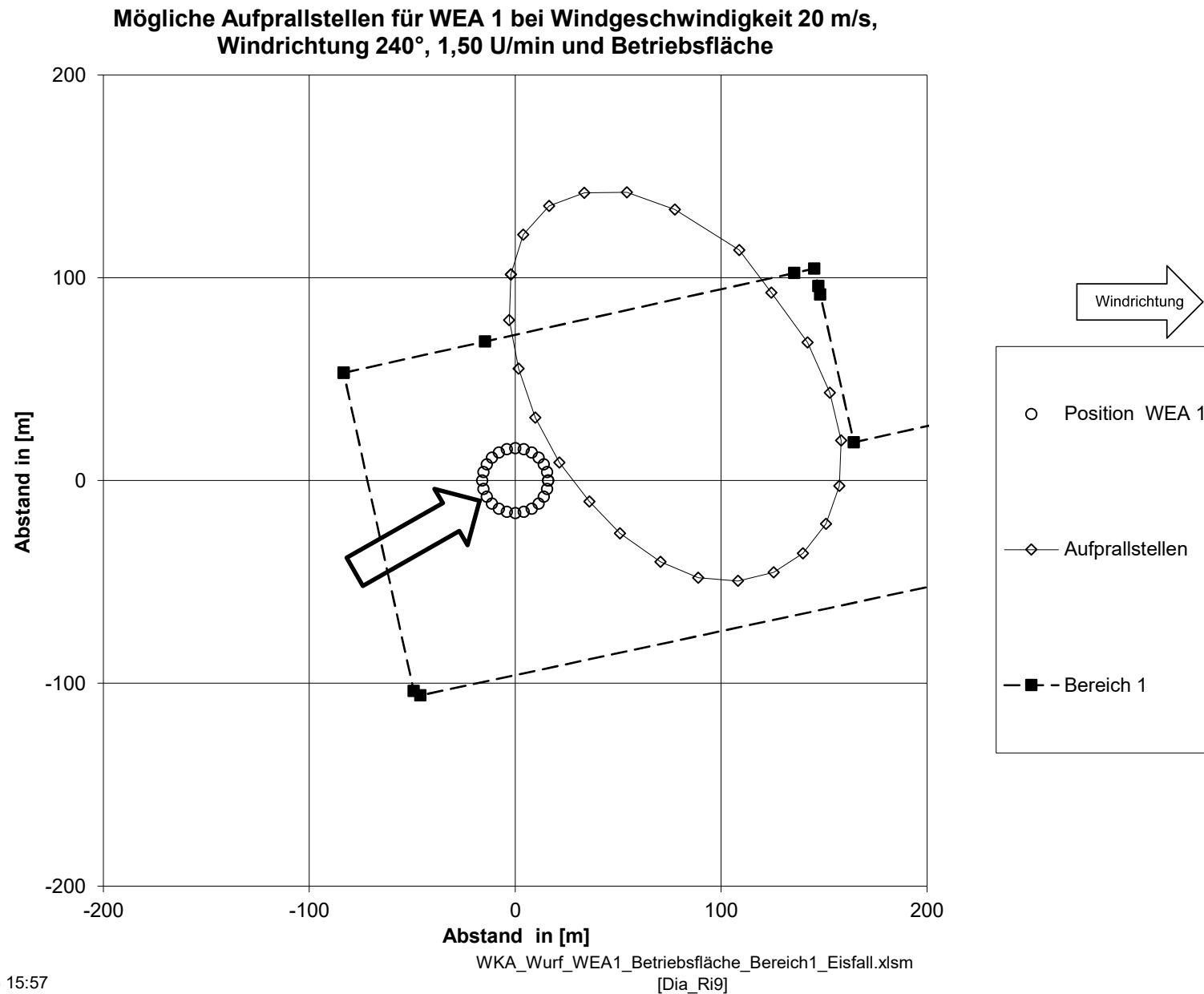


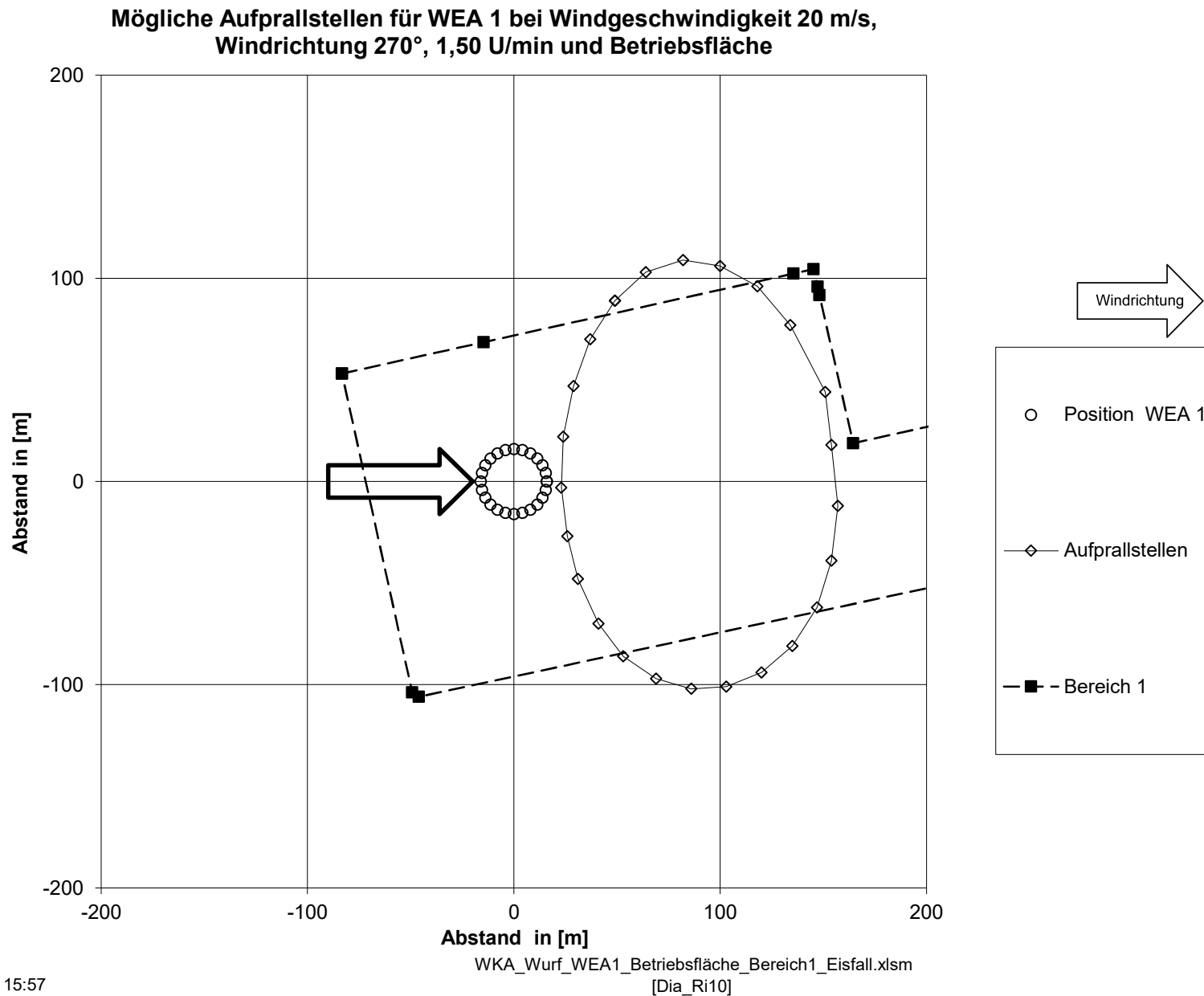


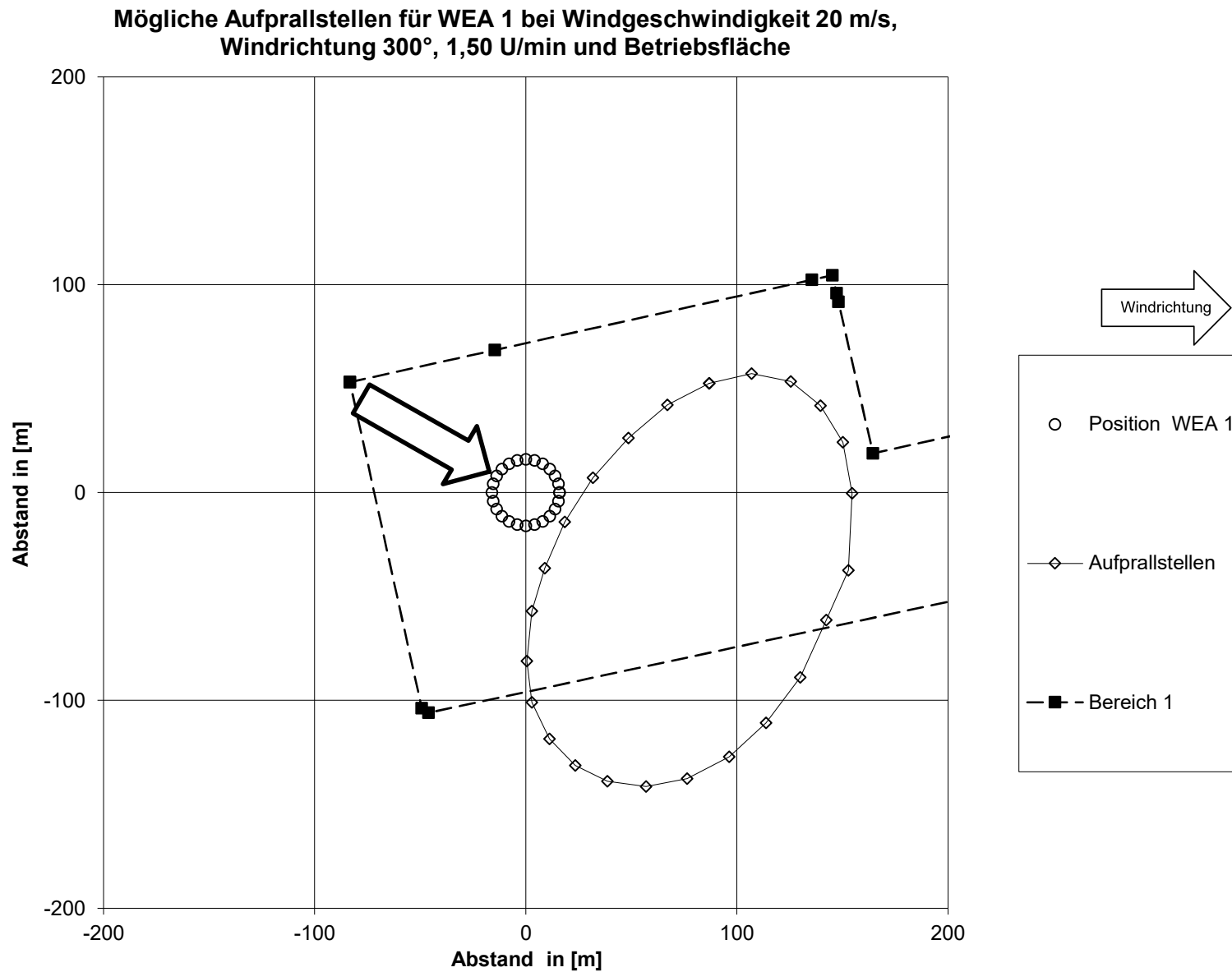


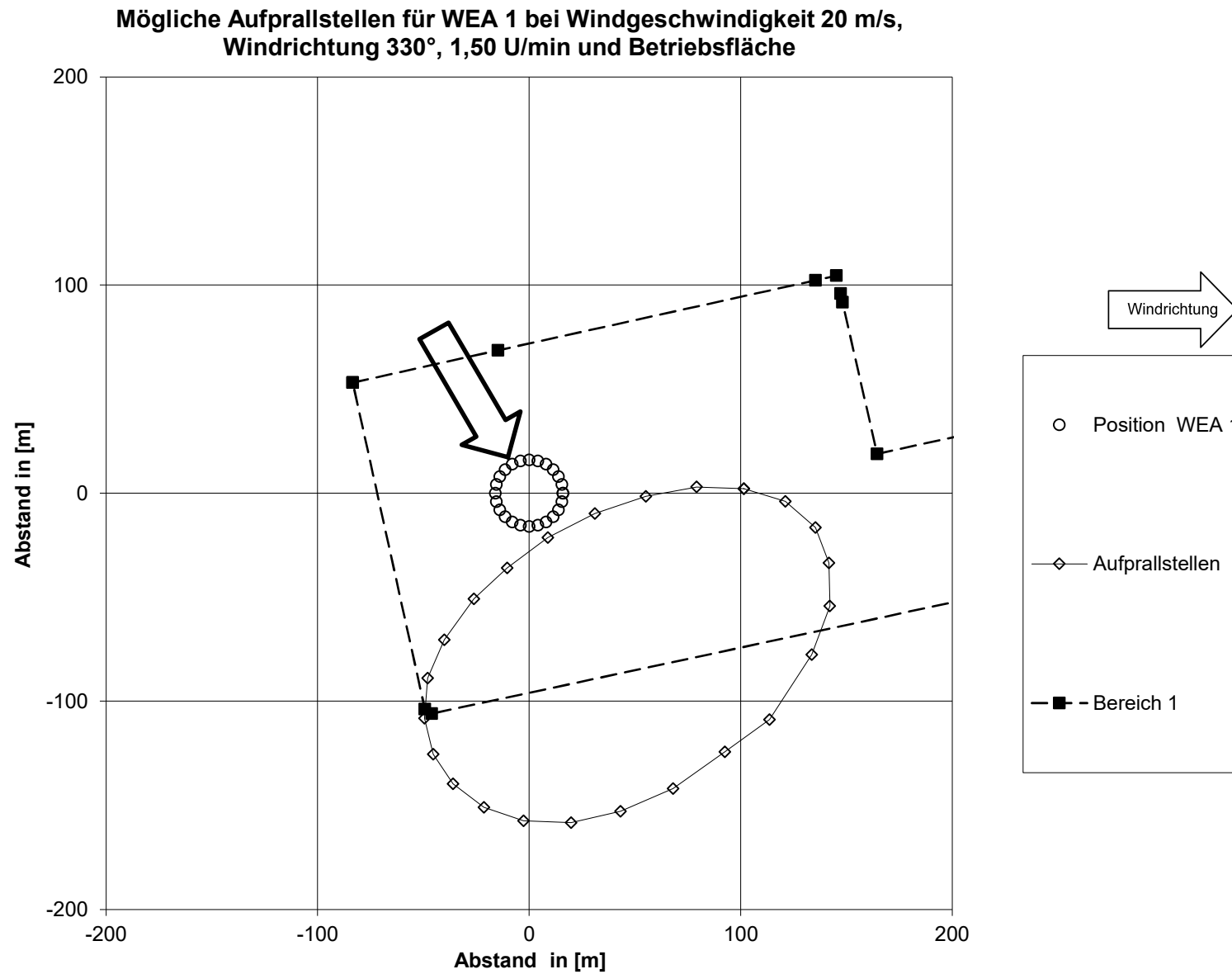


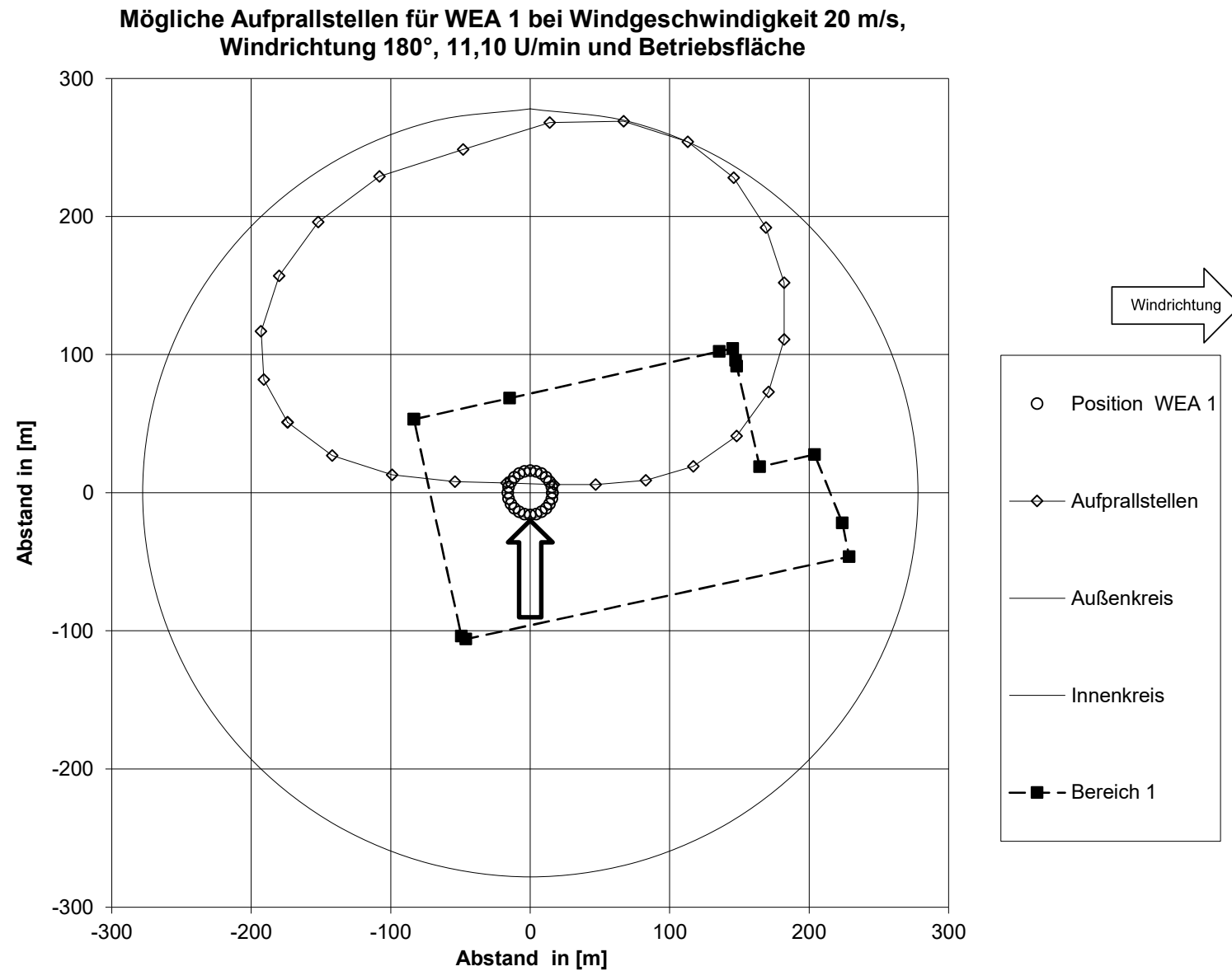


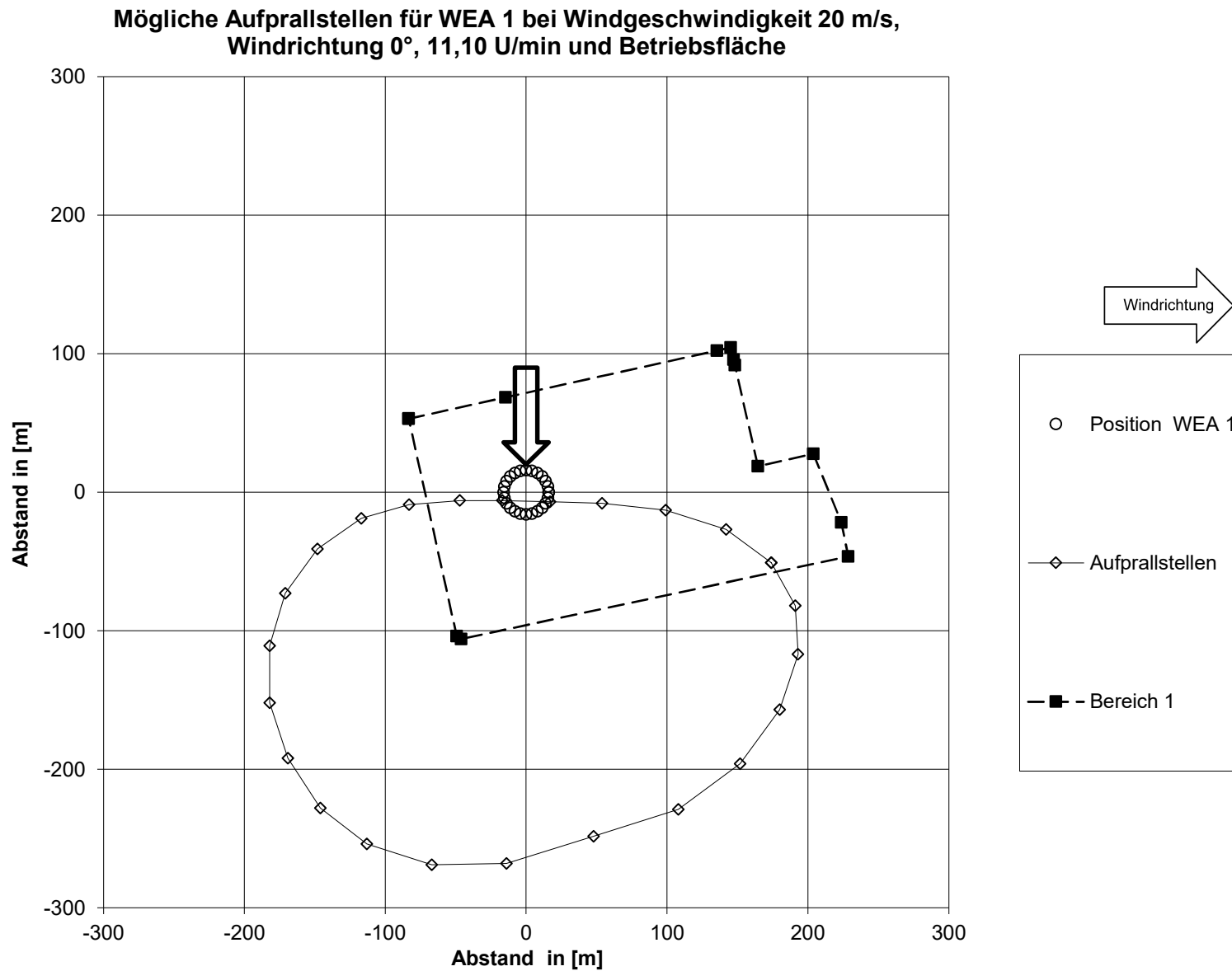


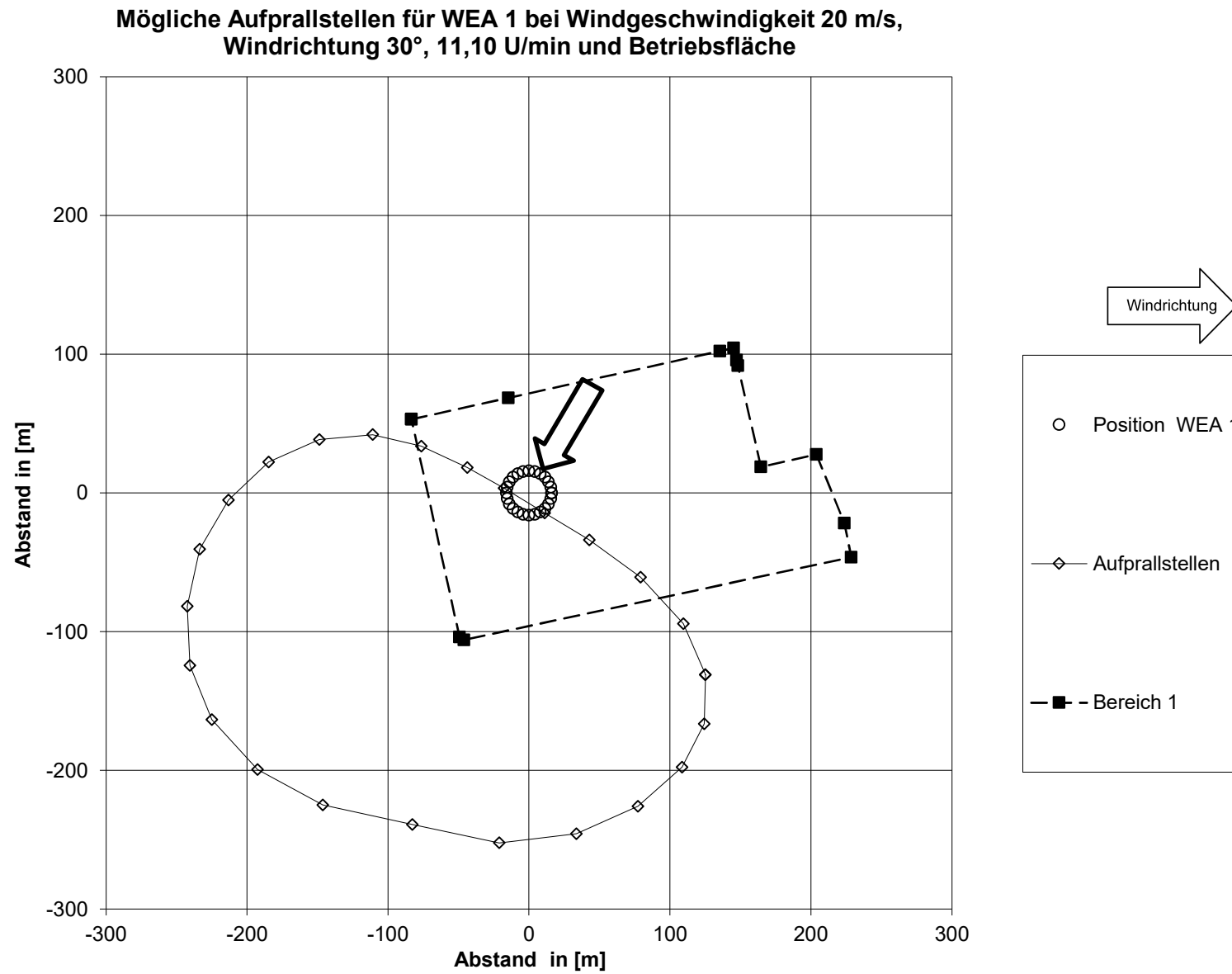


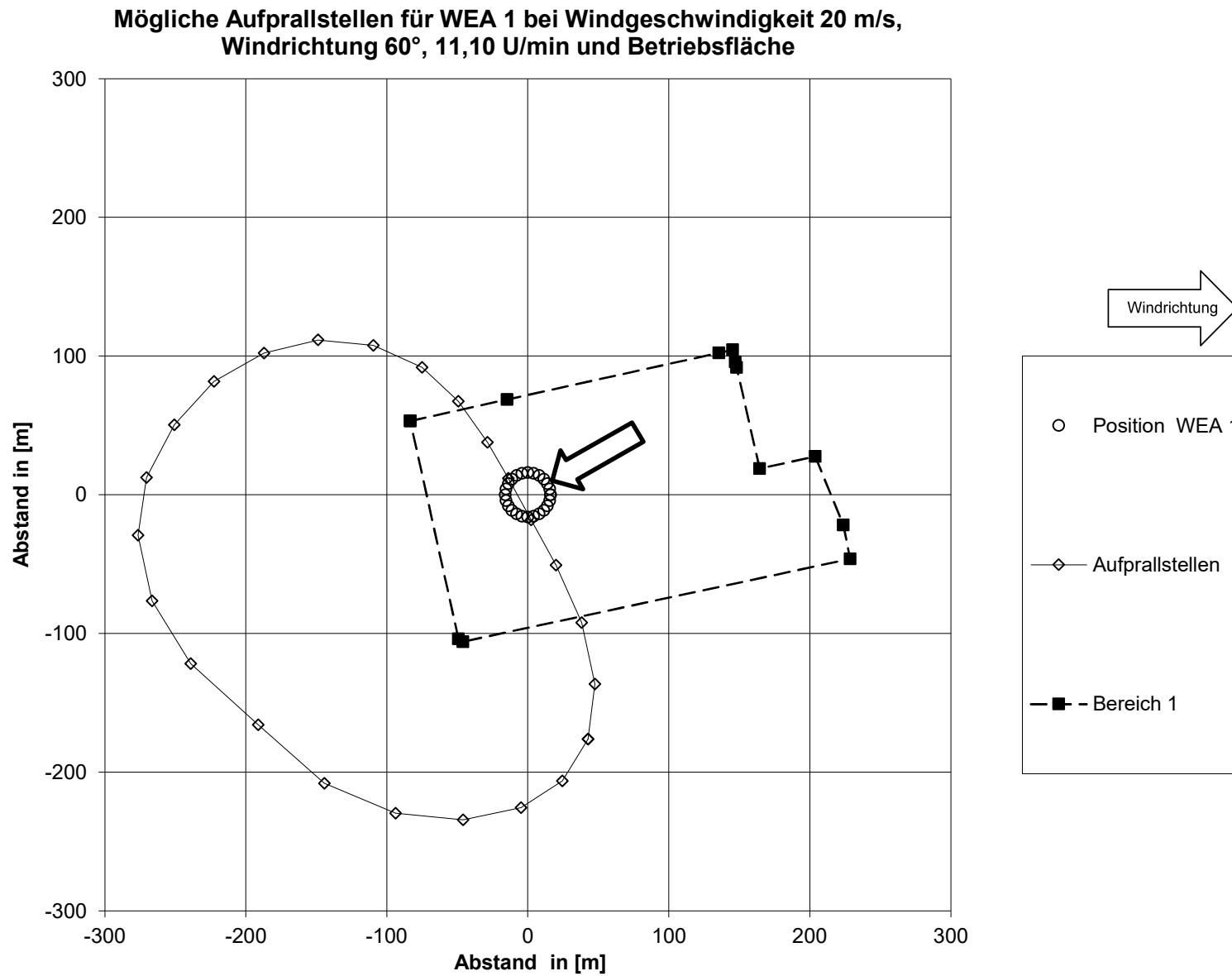


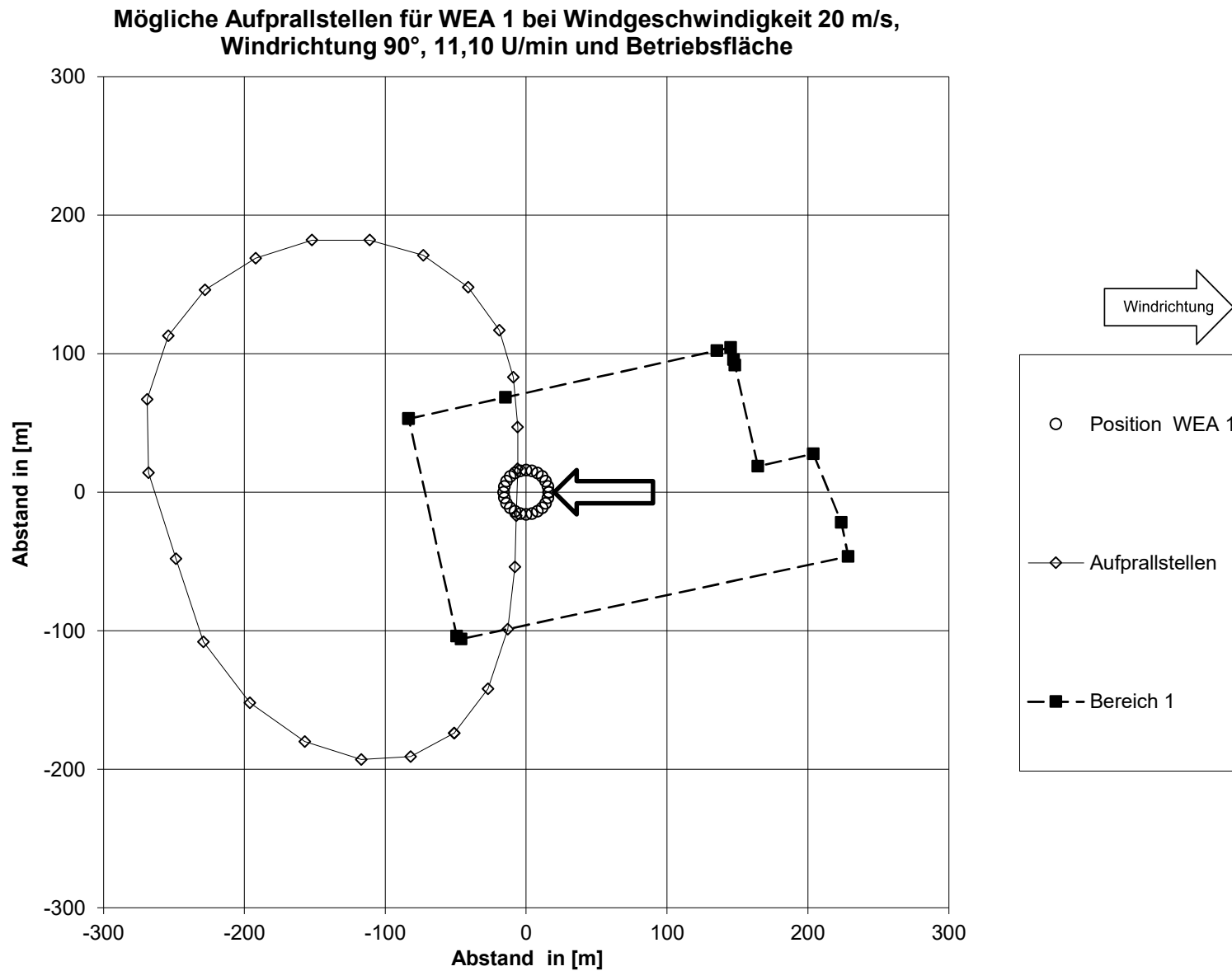


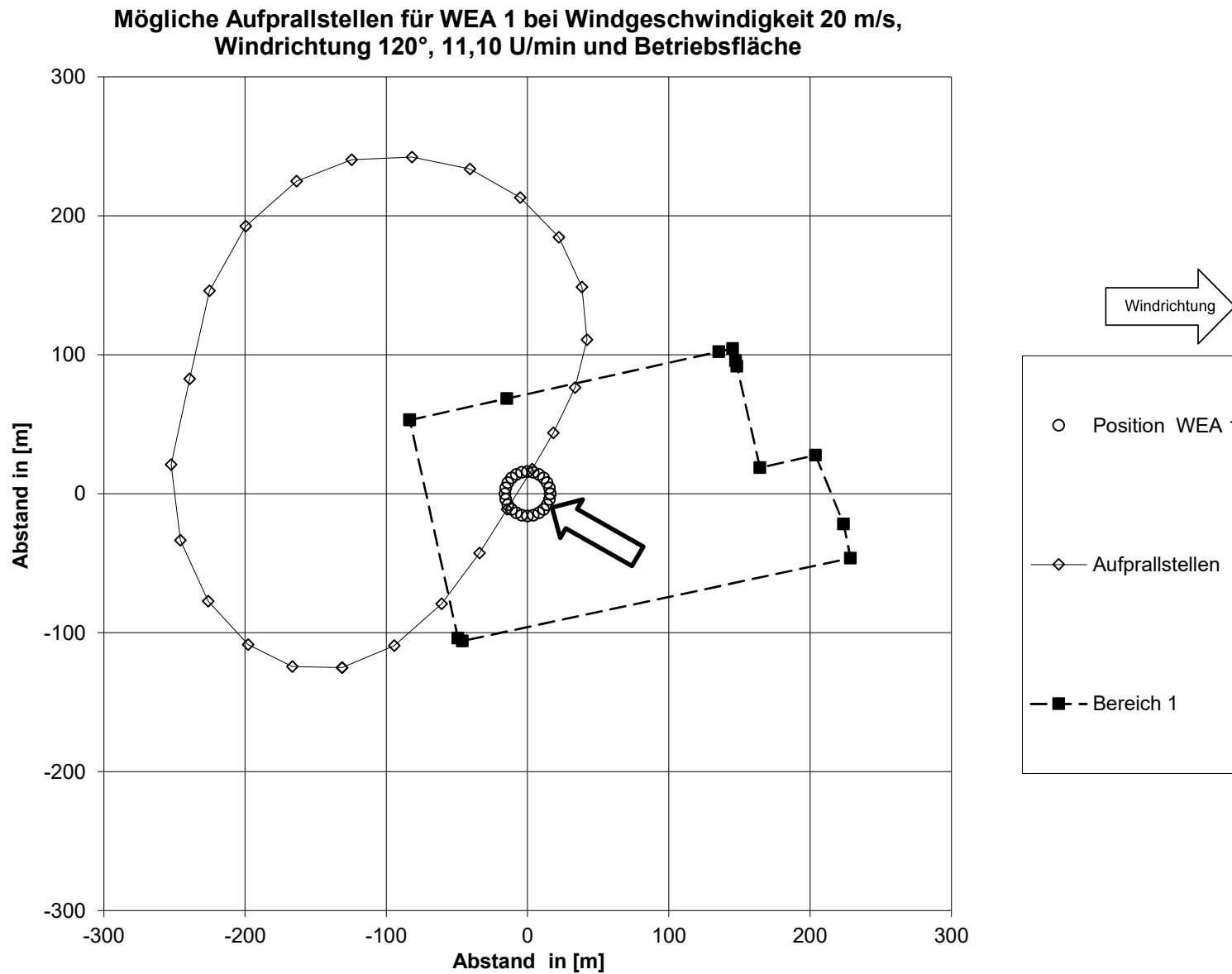


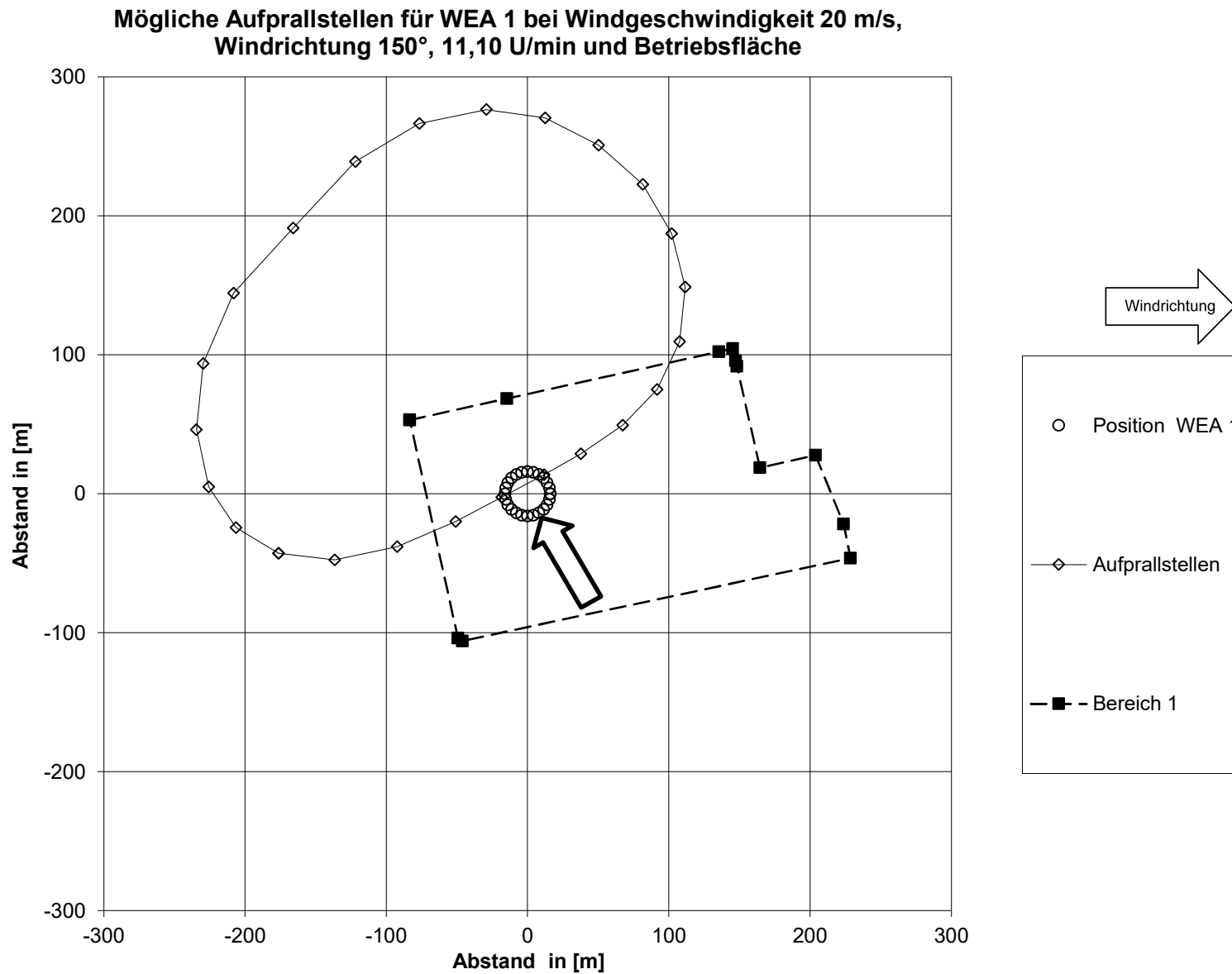


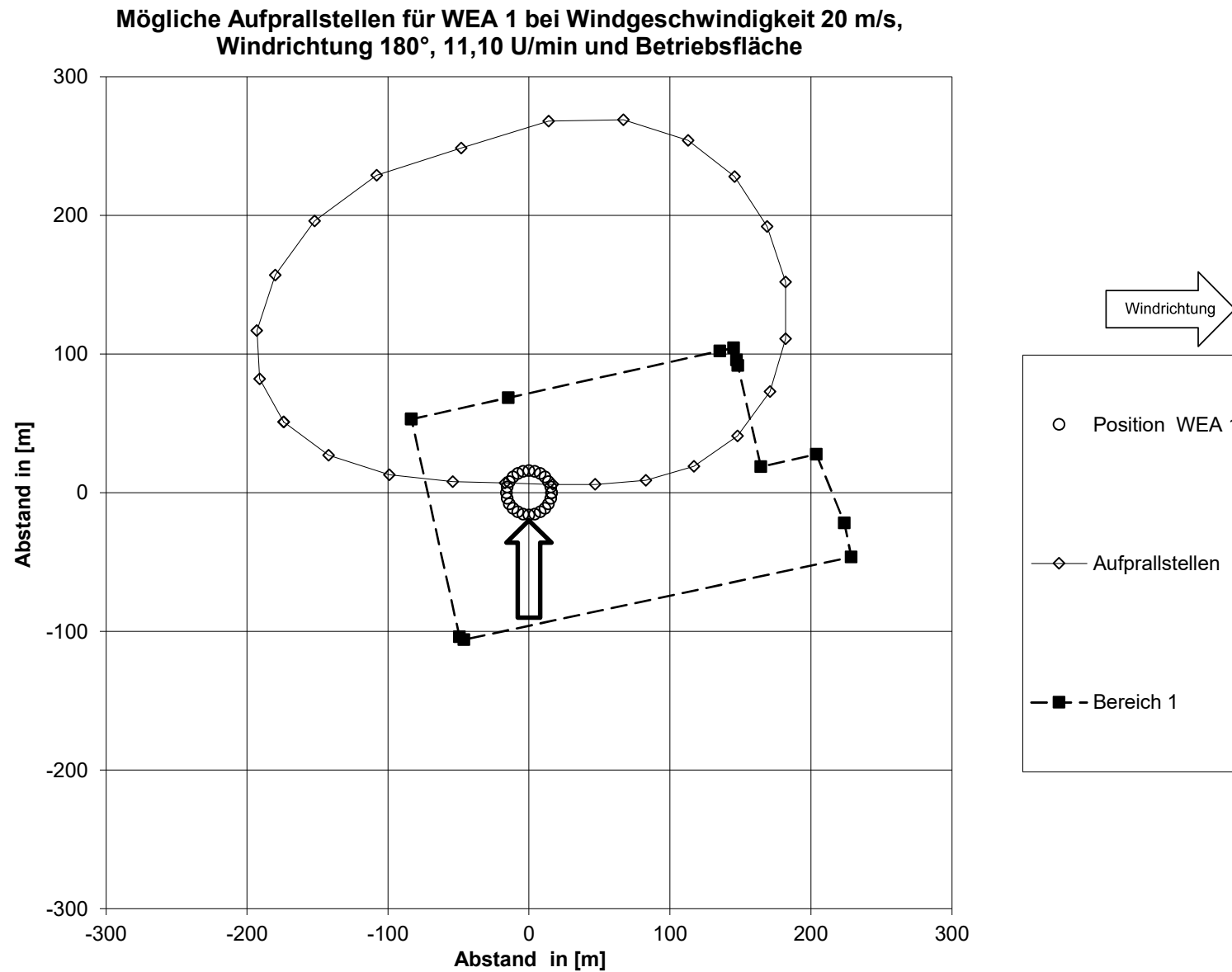


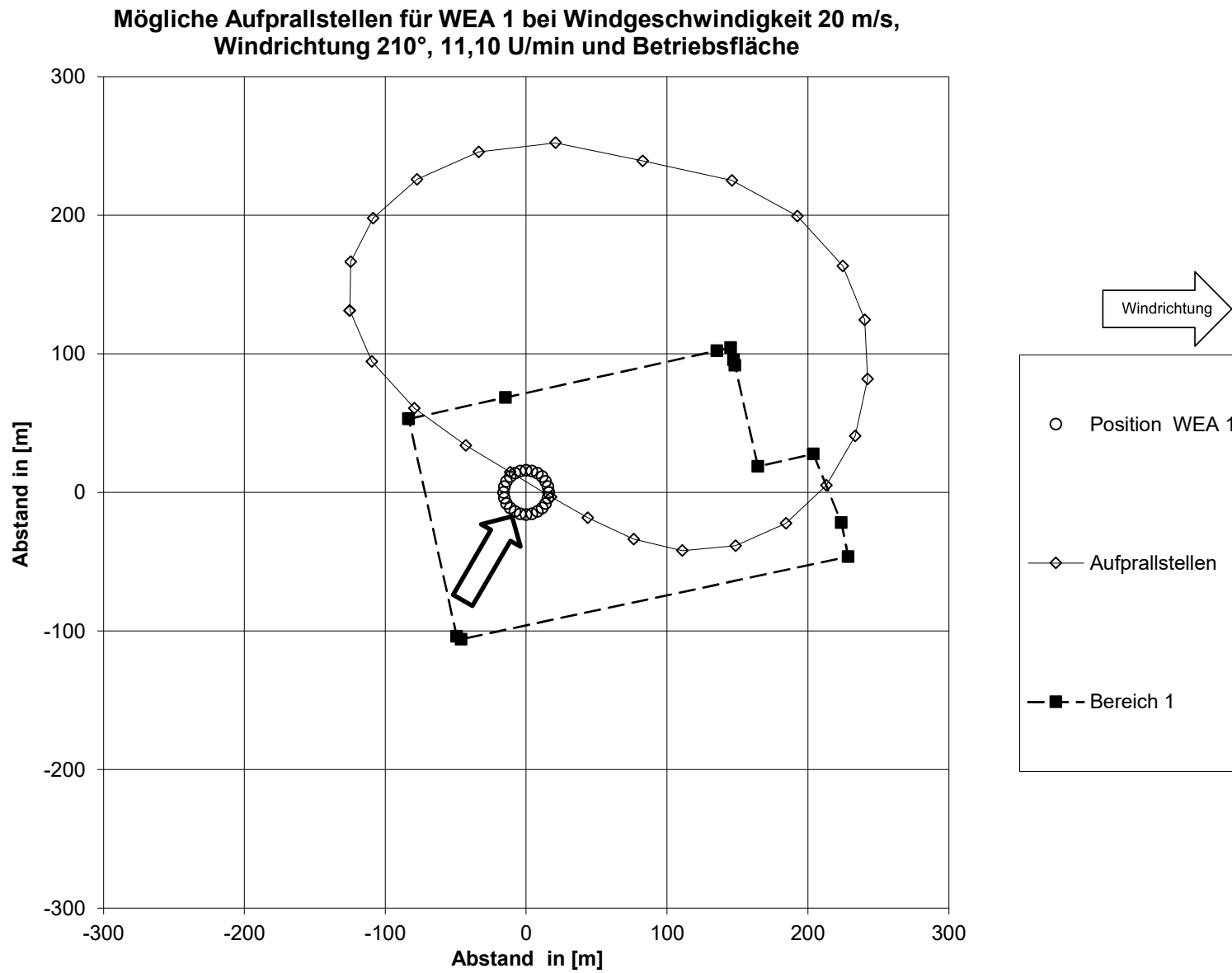


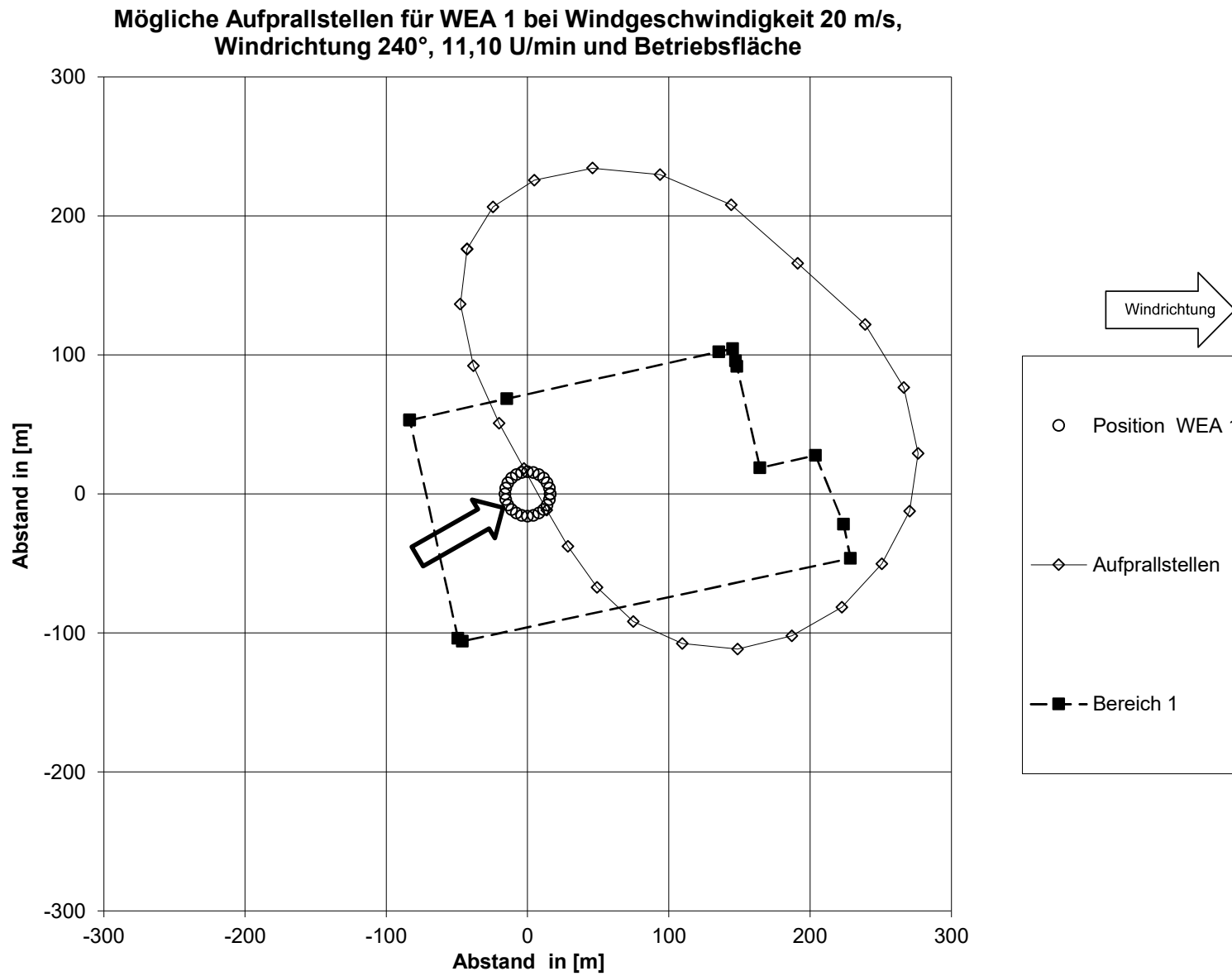


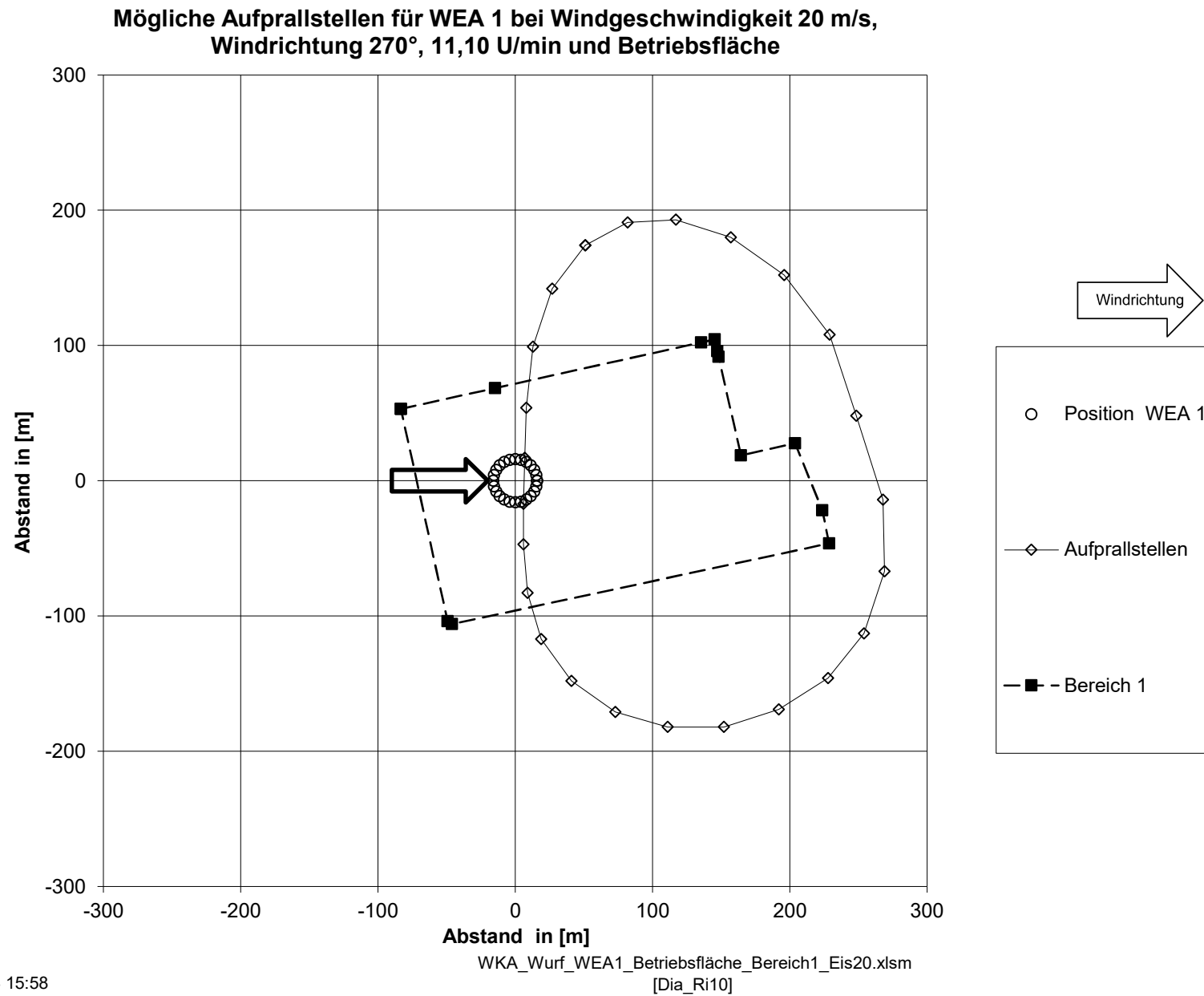


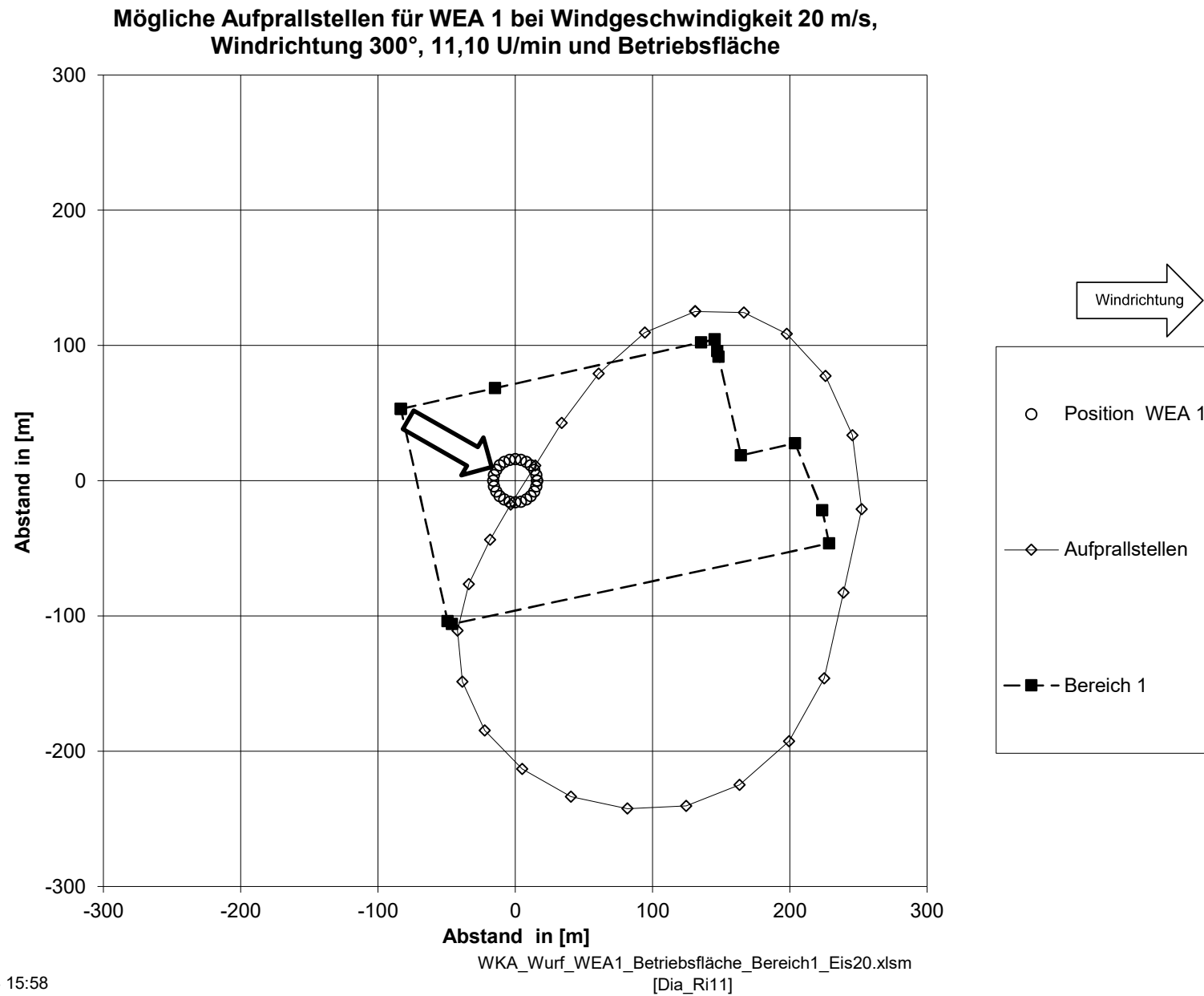


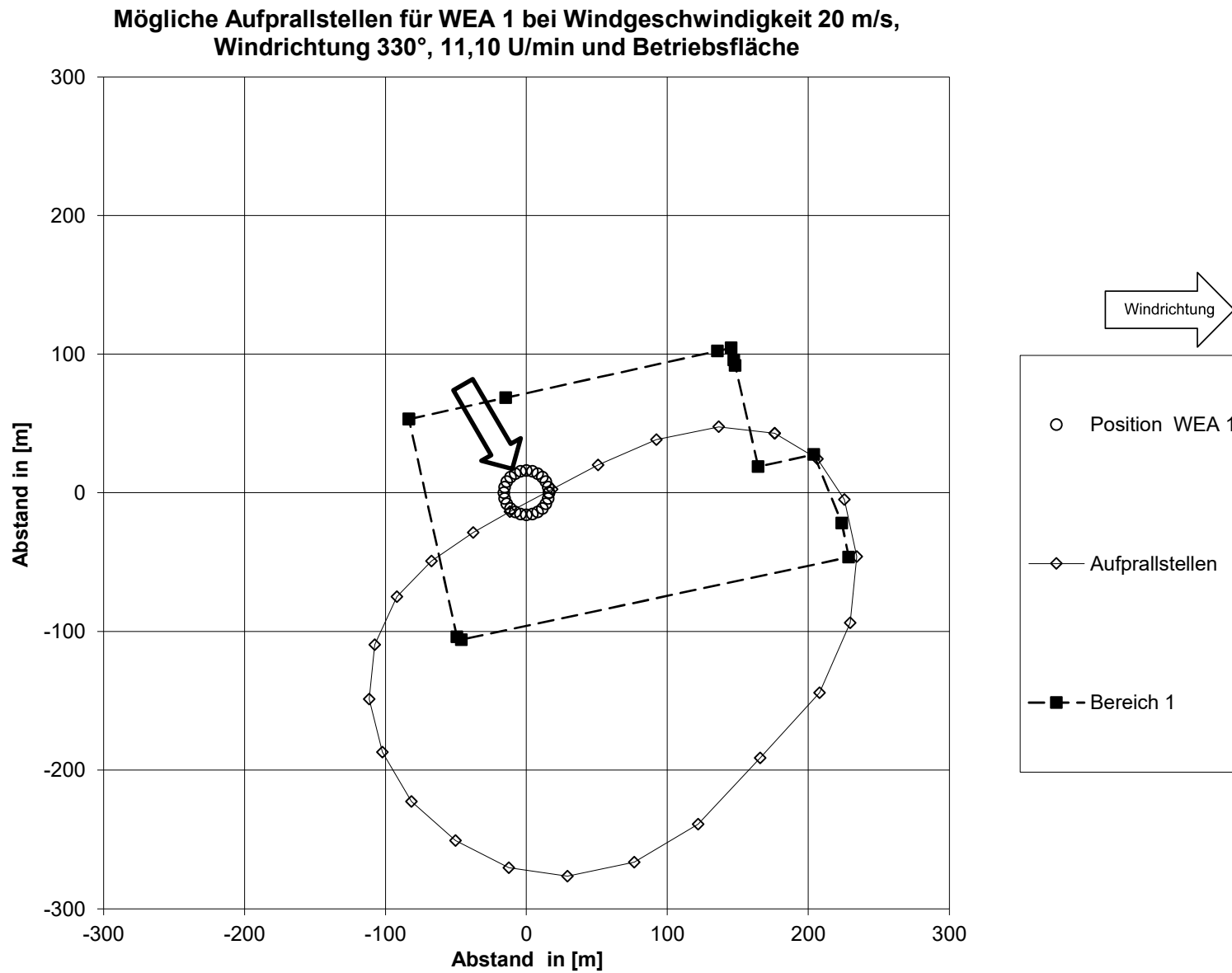


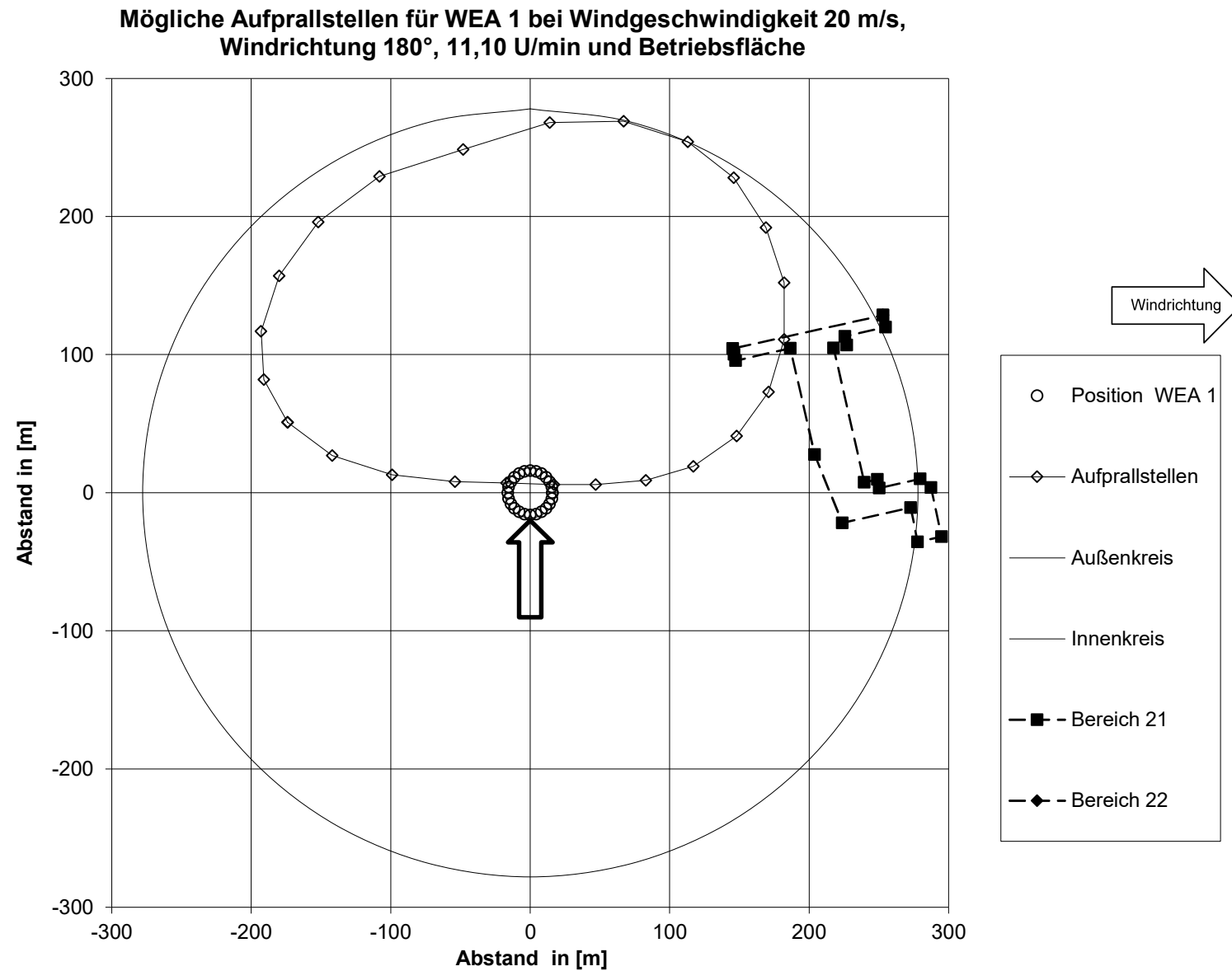


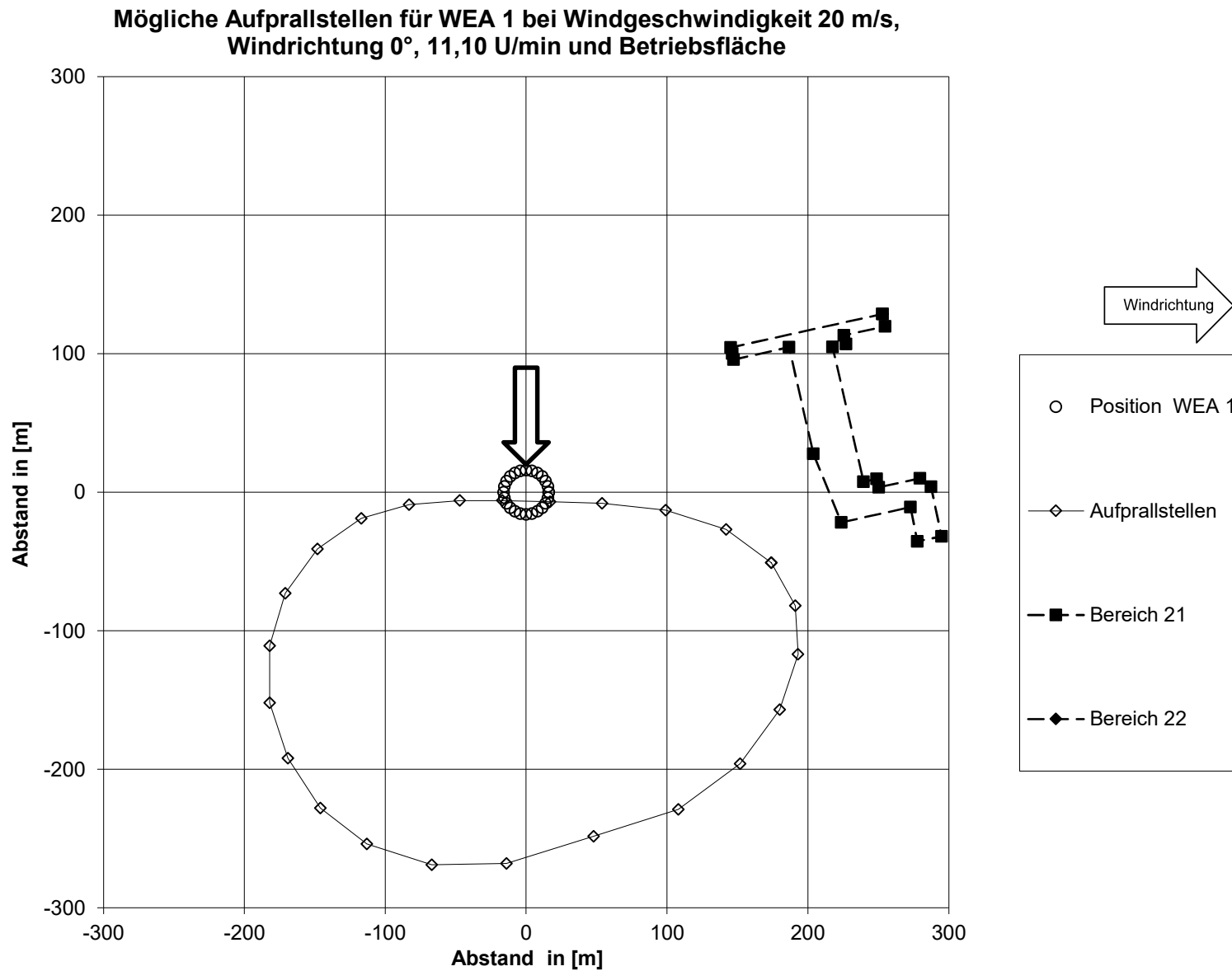


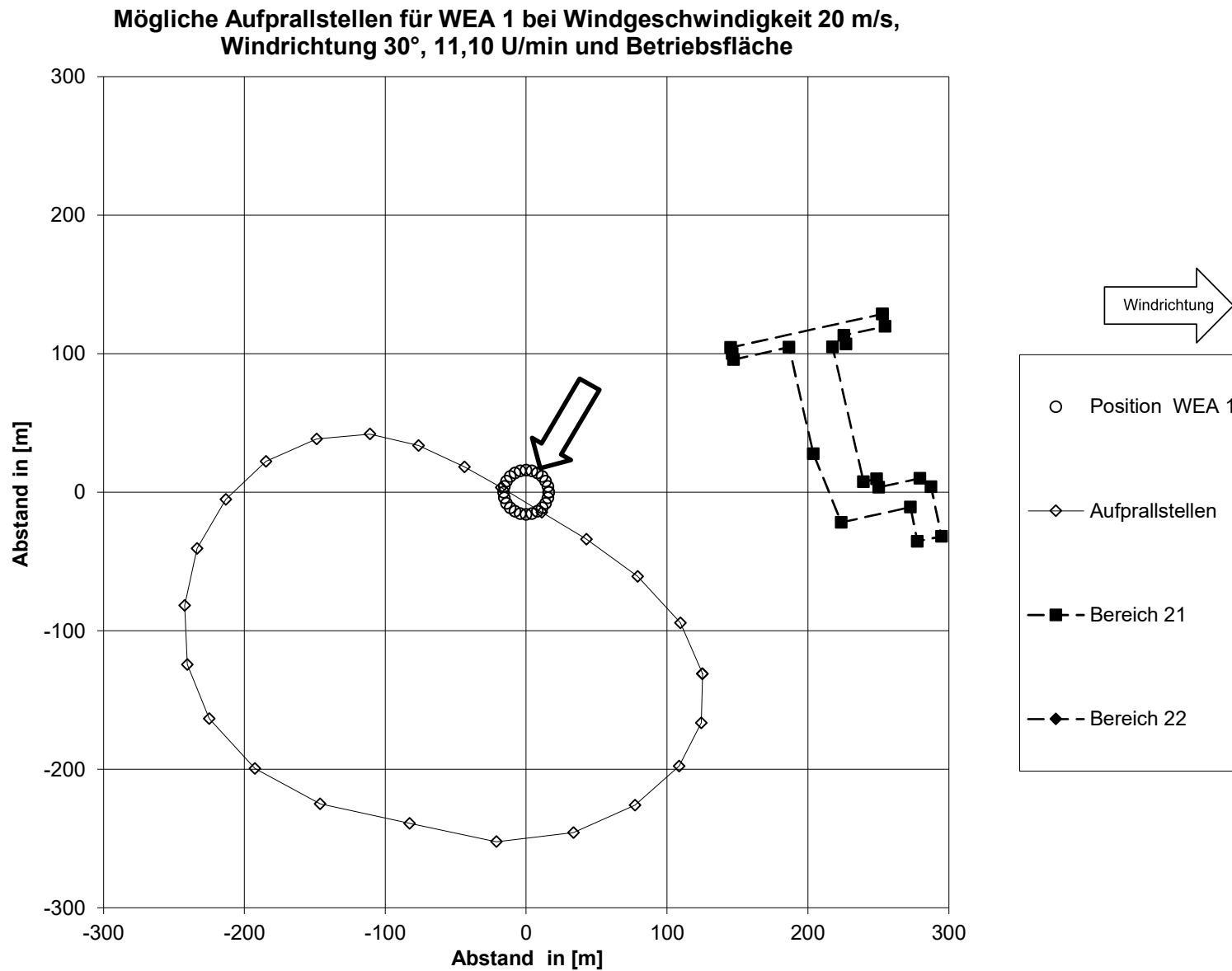


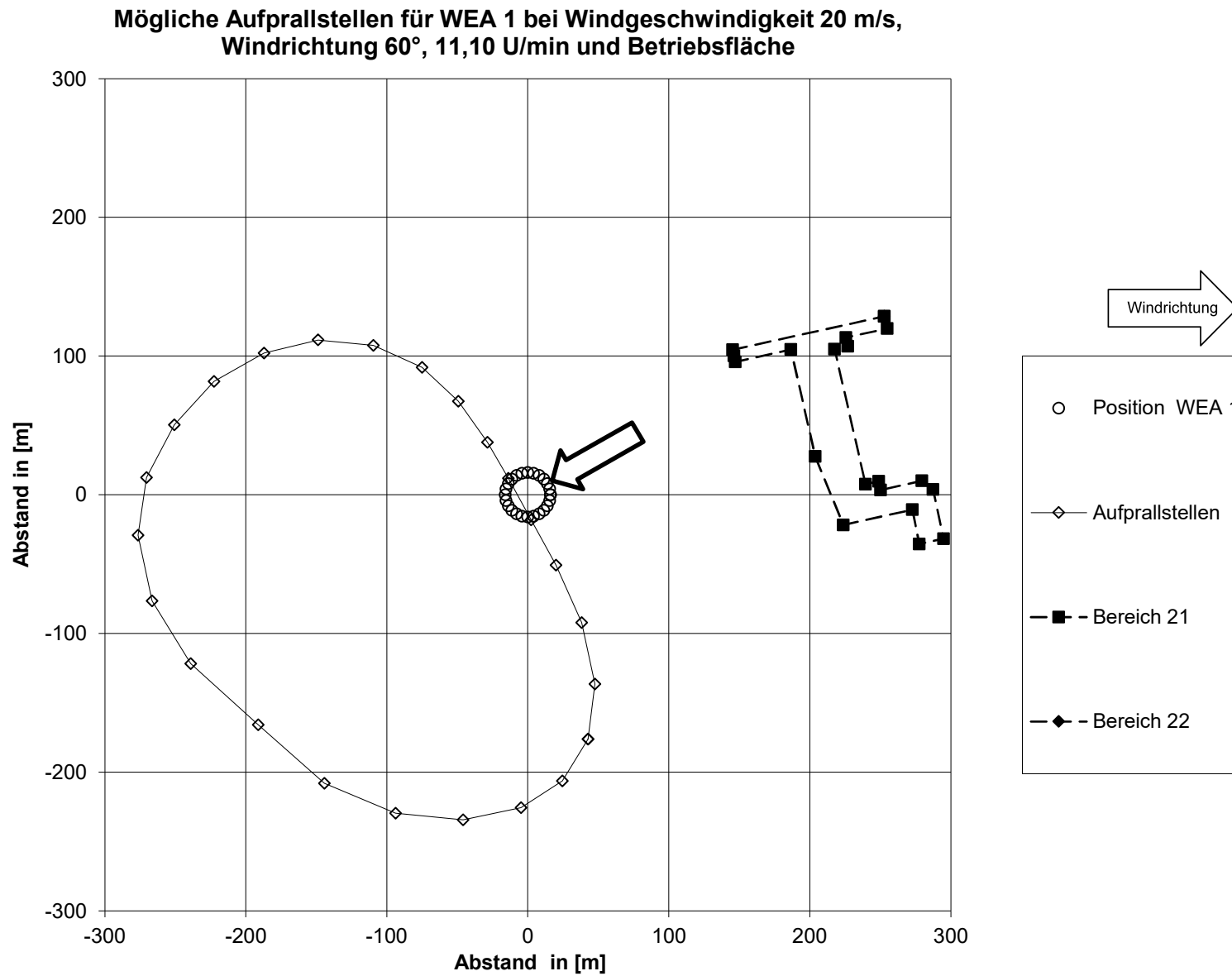


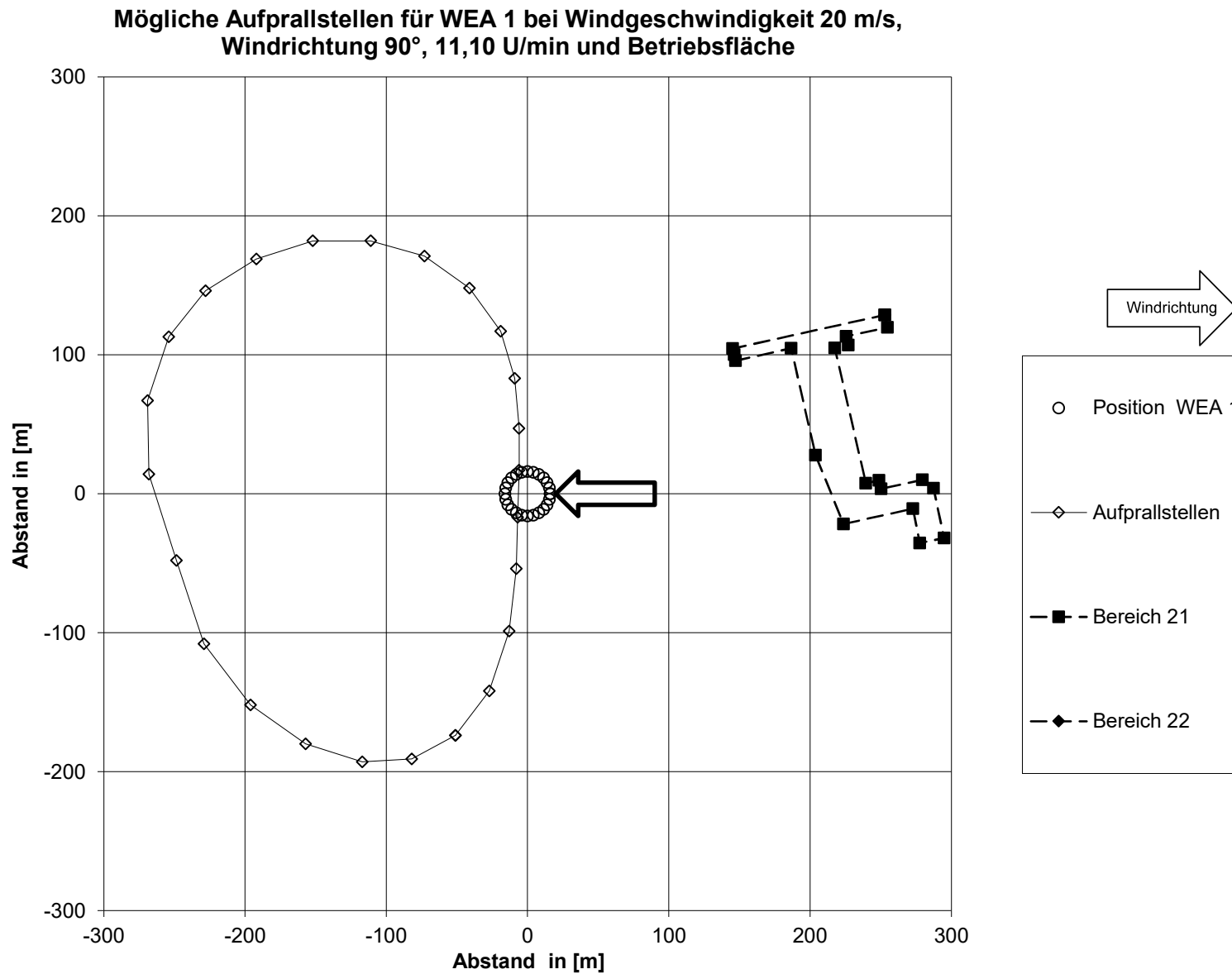


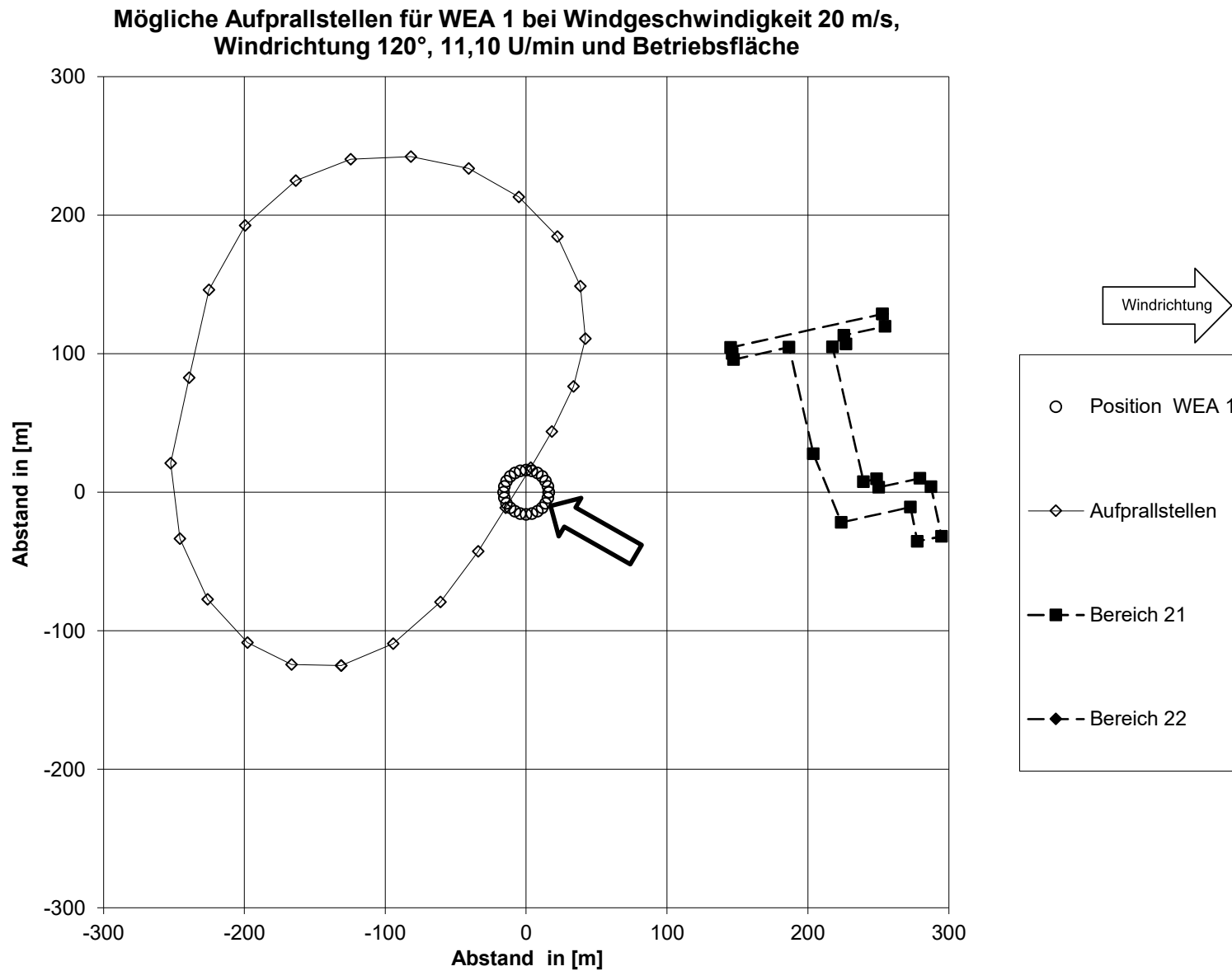


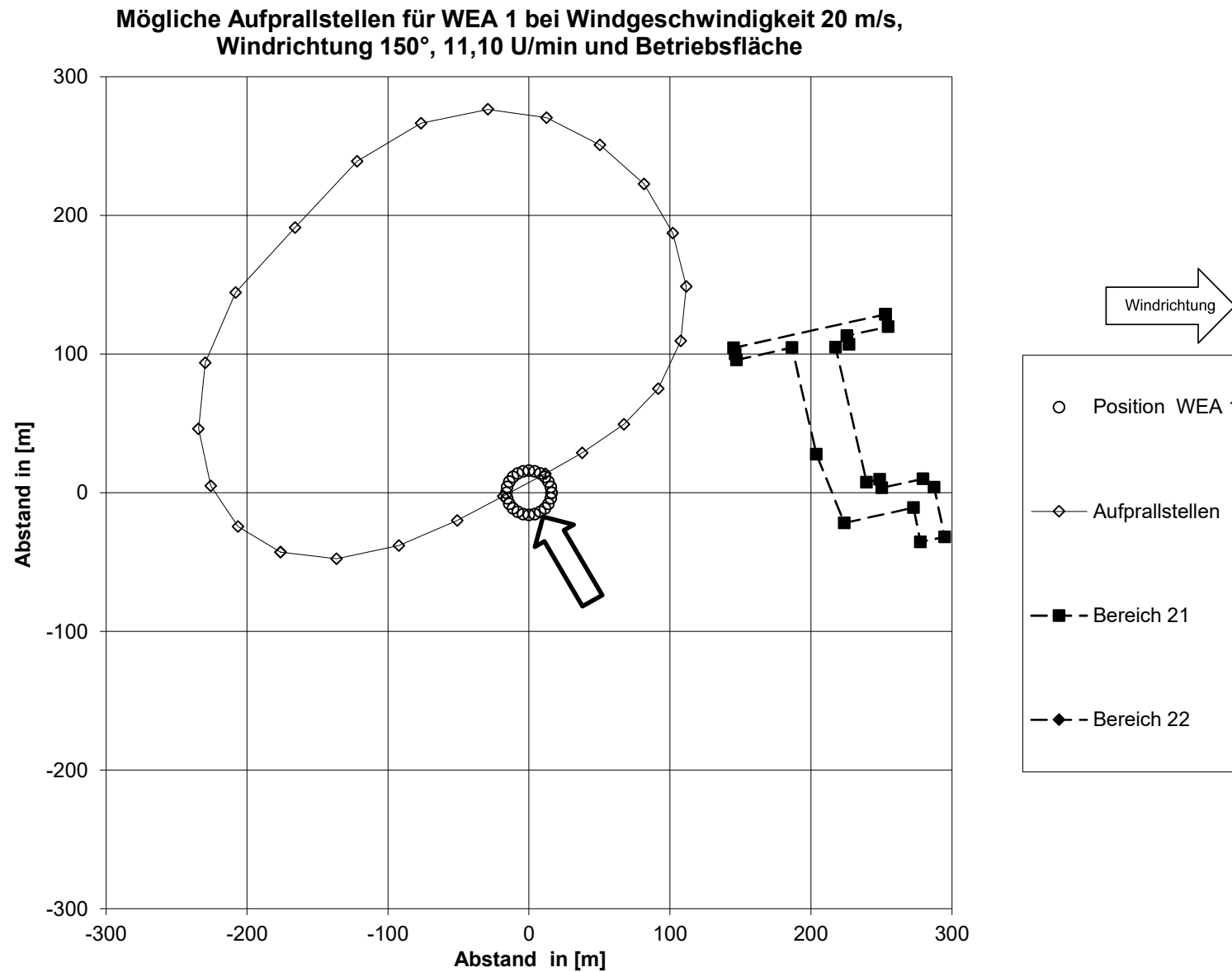


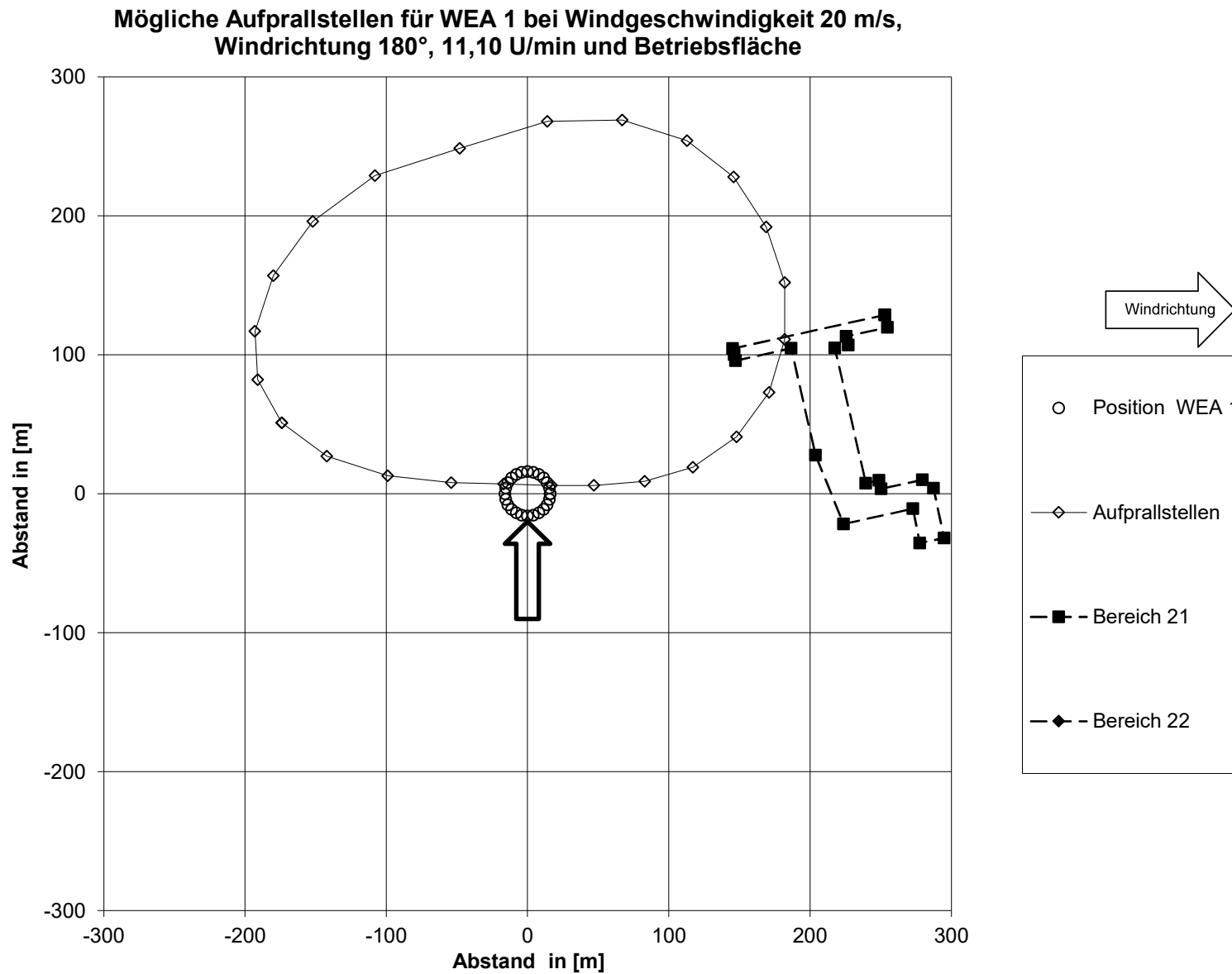


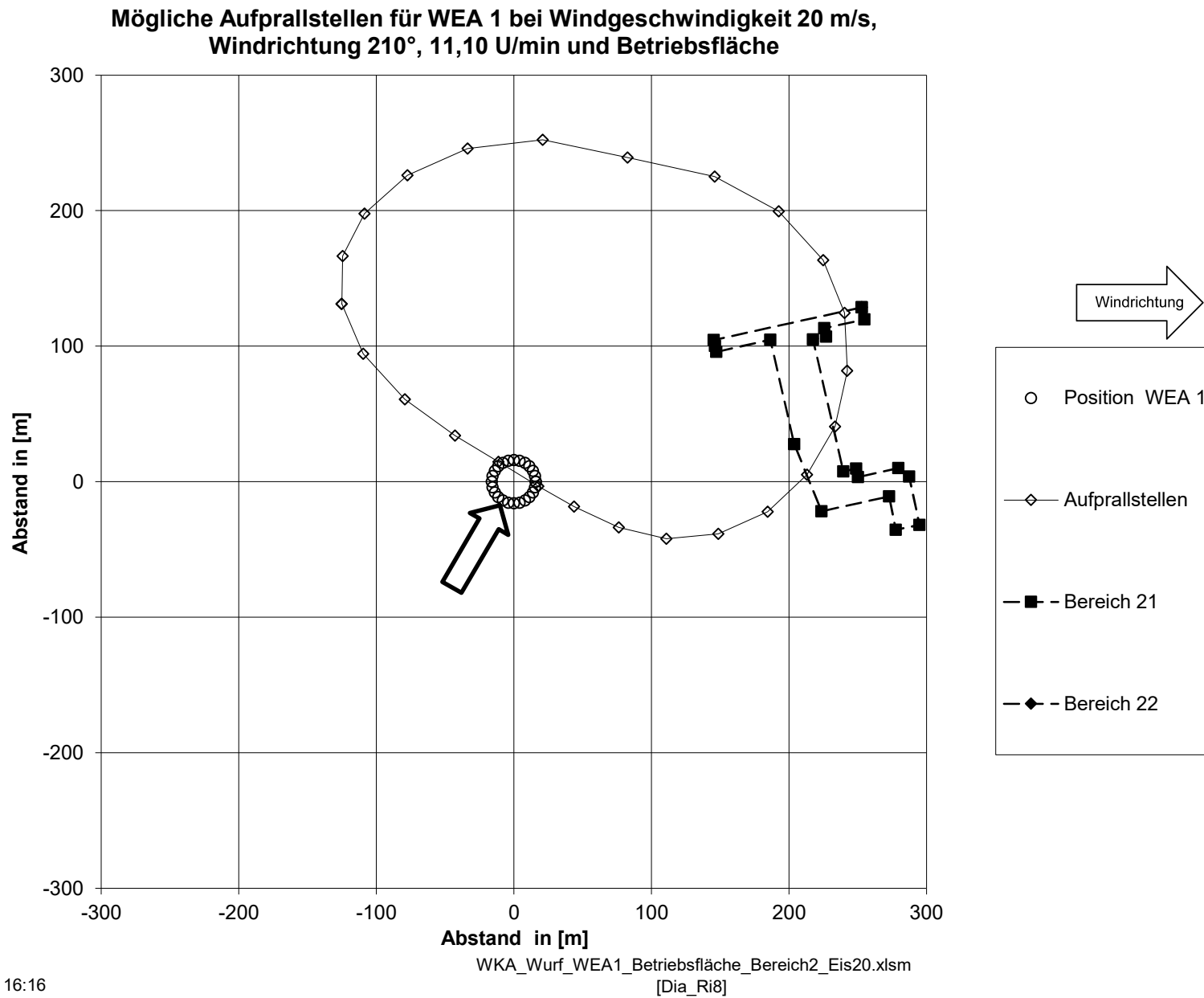


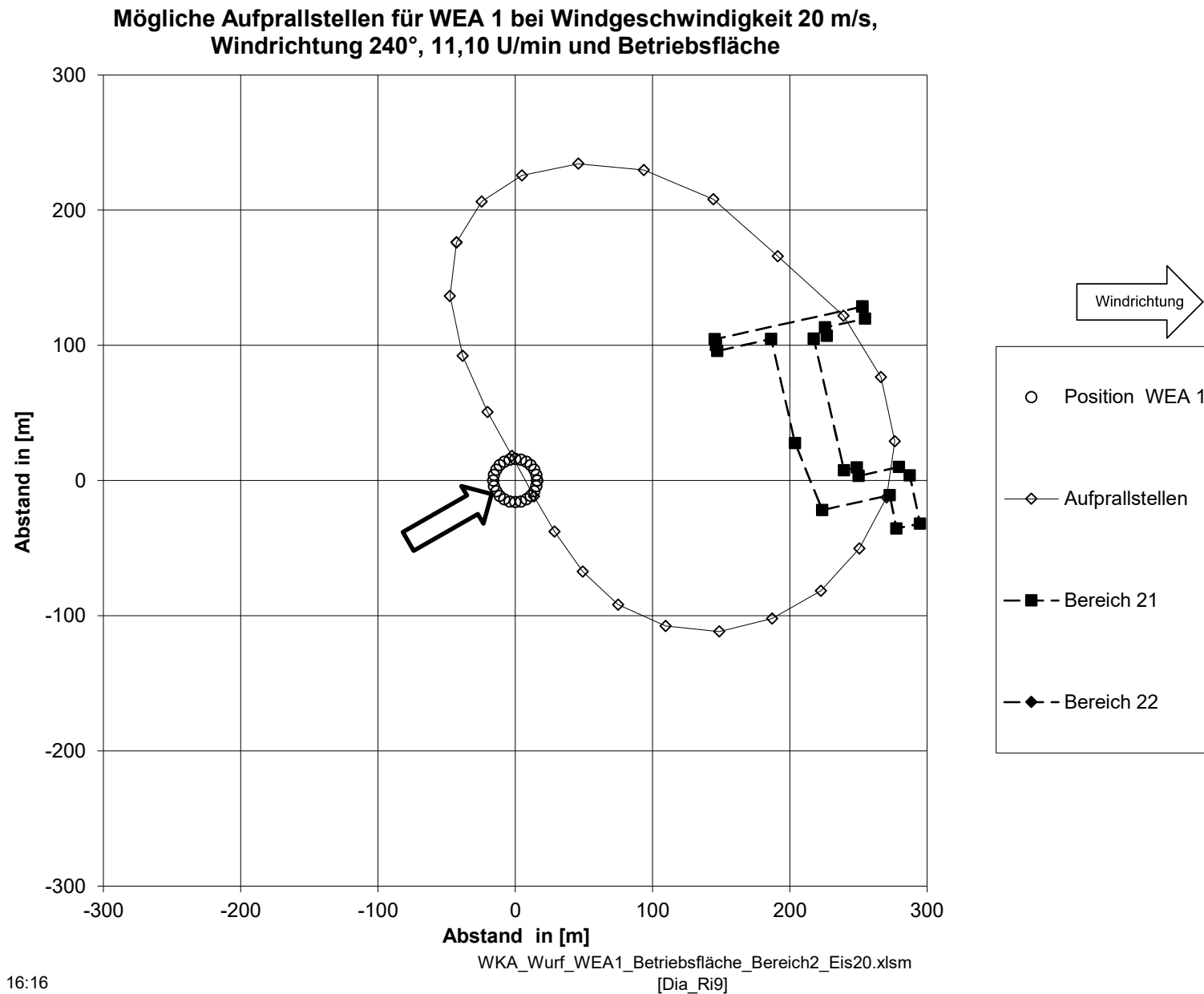


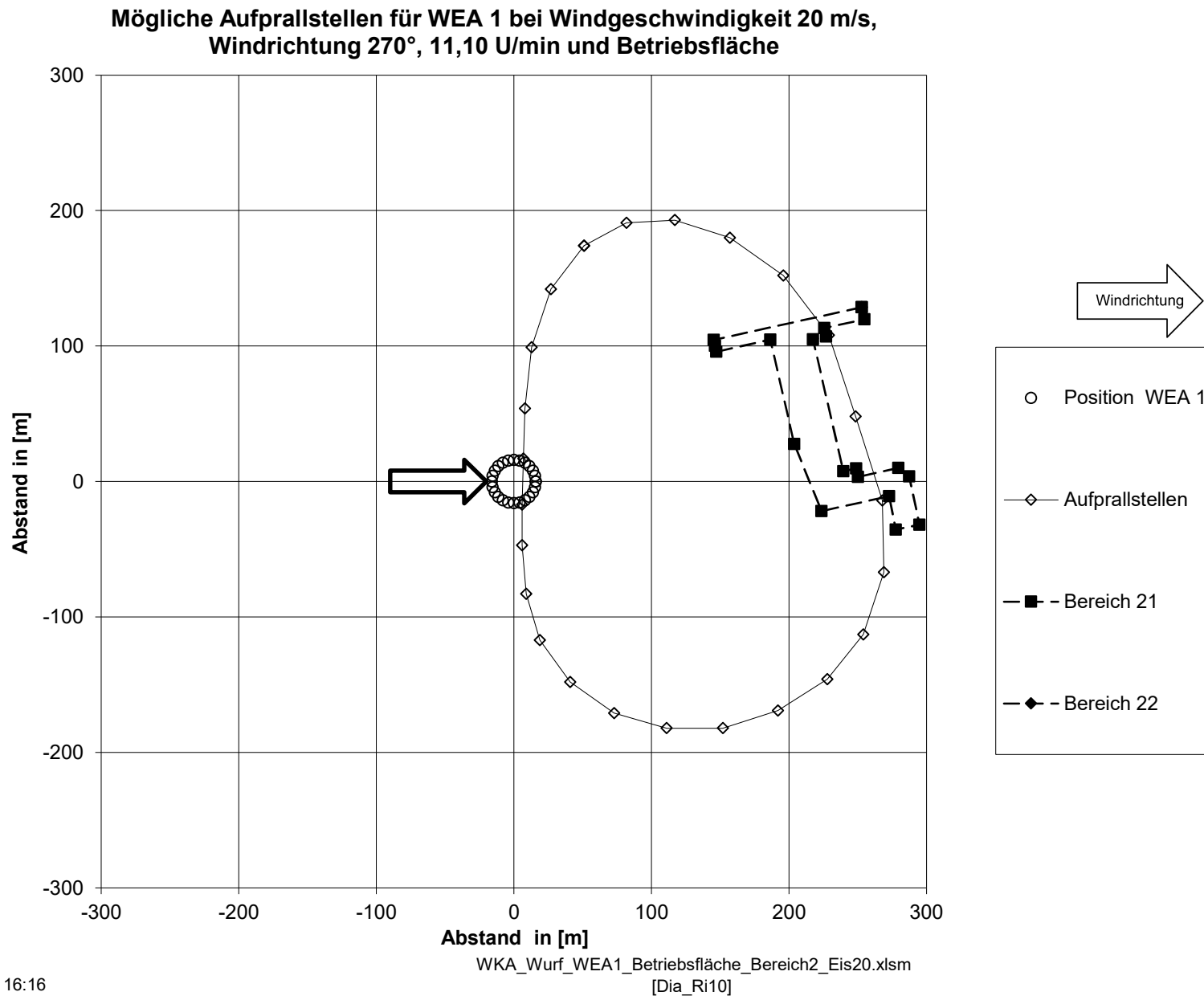


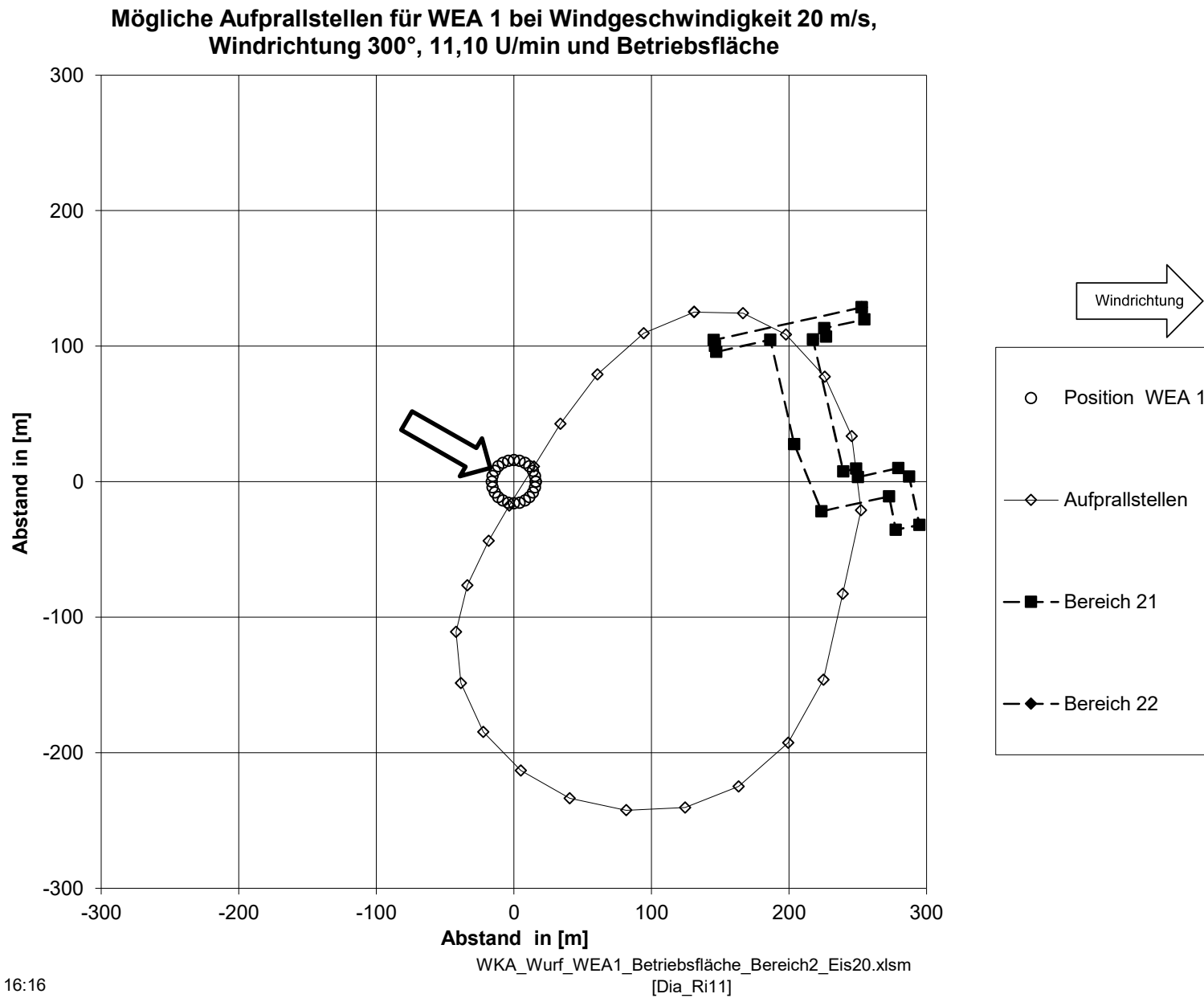


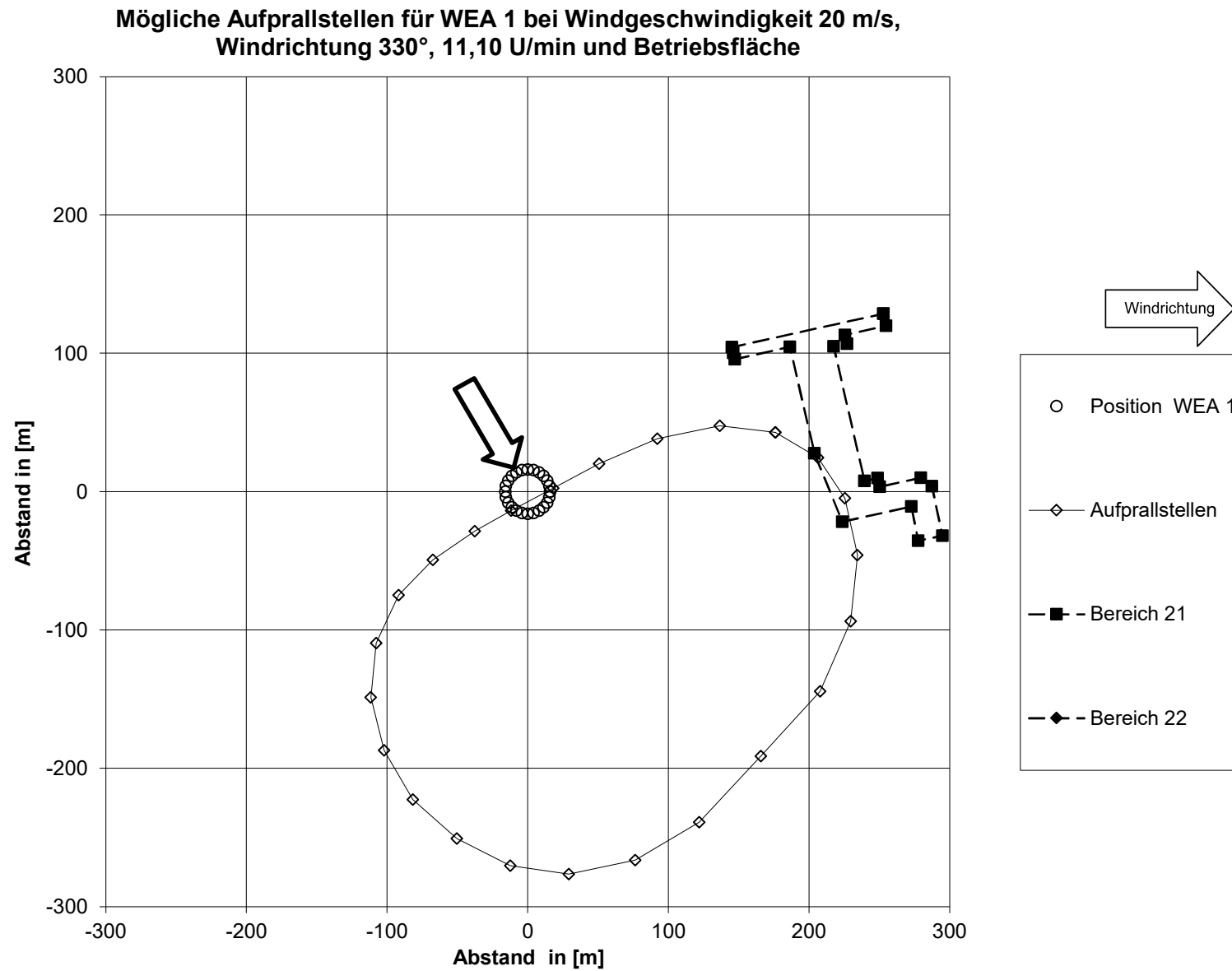












WKA_Wurf_WEA1_Betriebsfläche_Bereich2_Eis20.xlsm
[Dia_Ri12]

