

Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG
Niederlassung Cuxhaven

Antrag auf Planfeststellung
für den
Anleger für verflüssigte Gase mit
Südhafen-Erweiterung in Stade-Bützfleth

Gemäß §§ 68 ff WHG iVm §§ 107 ff NWG

Heft 4

Nautische Simulationsstudie
MTC 81 AVG - Stade

MTC, Hamburg

Nautische Simulationsstudie MTC 81 AVG - Stade

Abschlussbericht



Auftraggeber:

Hanseatic Energy Hub GmbH

Verfasser:



Johannes C. Kluge

Dipl.-Wirtsch.-Ing. für Seeverkehr (FH)

Februar 2021

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	4
2. Aufgaben- und Leistungsbeschreibung	5
3. Methodik und Verfahren	7
4. Untersuchungsgrößen	8
4.1. Bemessungsschiffe	8
4.1.1. Q-Max	9
4.1.2. Q-LNG	10
4.1.3. Global Energy	11
4.2. Untersuchungsgebiet (Seegebiet)	12
4.2.1. Wassertiefen	13
4.2.2. Strömung	14
4.2.3. Liegeplatzbelegung / Traffic Ships	14
4.2.4. Weitere Anpassungen	14
4.2.4.1. Entfernung der Tonne 101	14
4.2.4.2. Entfernung des Sektorenfeuers Bützflethersand	15
4.2.4.3. Verlängerung des bestehenden Anlegers	15
4.2.4.4. Richtfeuer	15
4.3. Umweltbedingungen	16
4.3.1. Wind	16
4.3.1.1. Gefühl für den Wind im Simulator	17
4.3.1.2. Windschatten	17
4.3.1.3. Windstärke zu Beginn einer Simulation	18
4.3.2. Gezeitenströmung	18
4.3.3. Sichtbedingungen und Tageszeiten	20
4.4. Manöurvorgaben	20
4.4.1. Laufliste (geplant)	20
4.4.2. Schleppkräfte	22
4.4.3. Sonstige Restriktionen	22
5. Laufdurchführung	23
5.1. Durchgeführte Läufe (Laufliste)	24
5.2. Steuerung der Assistenzschlepper	26
5.3. Szenarien	27
5.3.1. Szenario 1	27
5.3.2. Szenario 2	27

5.3.3.	Szenario 3	27
5.3.4.	Szenario 4	27
5.3.5.	Szenario 5	27
5.3.6.	Szenario 6	28
5.4.	Datenaufzeichnung	28
6.	Bewertungskriterien	29
7.	Bewertung	29
7.1.	Referenzläufe	29
7.2.	Bewertung Szenario 1	30
7.2.1.	Bewertung Szenario 2	32
7.2.2.	Bewertung Szenario 3	33
7.2.3.	Bewertung Szenario 4	34
7.2.4.	Bewertung Szenario 5	35
7.2.5.	Bewertung Not – Auslauf – Szenarien	36
8.	Management Summary	37
9.	Empfehlungen	38

1. Einleitung

Für das Planfeststellungsverfahren eines geplanten LNG-Terminals im Bereich Bützfleth wurde die Firma MTC Hamburg (im weiteren nur MTC) von der Firma Hanseatic Energy Hub GmbH als Betreiber mit der Durchführung einer nautischen Simulationsstudie beauftragt. Ziel dieser Studie im Simulator ist die sichere Erreichbarkeit (einschließlich sicheren Verlassens (Auslaufen)) der geplanten Hafenanlage mit unterschiedlichen Bemessungsschiffen zu untersuchen, zu bewerten und zu dokumentieren. Dies beinhaltet die Durchführung verschiedener Echtzeit-Simulationsfahrten, die Ermittlung von sicheren Ein- und Auslaufkriterien und Grenzwerten, insbesondere bezüglich des Einflusses von Wind und Strömung, sowie die Ermittlung erforderlicher Assistenzkräfte durch Schlepper. Zu weiteren Untersuchungsobjekten gehören Risikoanalysen bezüglich der Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs, der geplanten baulichen Gestaltung des Anlegers, der Schutzwände, Dalben und Seezeichen und der sich daraus ergebenden zur Verfügung stehenden Wasserflächen und Wassertiefen.

Zu den Untersuchungsschiffen gehörten drei LNG Tankermodelle unterschiedlicher Größen jeweils in abgeladenem und Ballast-Tiefgang. Die Abmessungen der Untersuchungsschiffe betragen zwischen 294,9 m – 345,3 m Länge, 45,8 m – 53,8 m Breite und 9,0 m – 12,5 m Tiefgang.

Am 08.10.20 wurden in einem Kickoff-Meeting bei MTC alle Details und Rahmenbedingungen erörtert und festgelegt.

Im Anschluss erfolgte das Erstellen, Anpassen und Integrieren der verschiedenen Simulationsmodelle, mathematische und visuelle Modelle des Seegebiets und der Schiffe, das Strömungs-, Tiden- und Windmodell sowie das Erstellen der unterschiedlichen Szenarien im Simulator als Sit-Files durch MTC.

Die Simulationsstudie wurde an vier Tagen in der KW 48/49 2020 im MTC durchgeführt. Die insgesamt 34 Simulationsfahrten mit unterschiedlichen Schiffsmodellen unter unterschiedlichen Bedingungen wurden von je zwei täglich wechselnden Elblotsen im 360° Simulator bei MTC durchgeführt und abschließend gemeinsam bewertet. In diesem Abschlussbericht sind neben den Ergebnissen aus den Nachbesprechungen (Expert-Rating) und den allgemeinen Laufbeobachtungen auch die physikalischen Ergebnisgrößen der Simulation eingeflossen. Diese Bewertungsgrundlagen erlauben eine ausführliche Darlegung und präzise Beschreibung der ermittelten Einzelergebnisse sowie eine fundierte Betrachtung dieser Ergebnisse in Hinsicht auf Fehlergrößen, möglichen Risiken, genereller Umsetzbarkeit, Lösungsansätzen und der praktischen Realisierung. Daneben werden ausführliche Projektinformationen hinsichtlich

- Simulationsvorbereitungen
- Simulationsgrundlagen
- Auswertungsverfahren und
- Umsetzbarkeit von Simulationsergebnissen

dargestellt.

2. Aufgaben- und Leistungsbeschreibung

Die Simulationsstudie zum „Anleger für verflüssigte Gase in Stade“ (im weiteren nur AVG-Stade) mit den bestimmten Untersuchungsschiffen besteht im Wesentlichen aus folgenden Aufgaben:

- Planung und Vorbereitungen
- Durchführung der Simulationsläufe
- Zusammenfassung und Bewertung der ermittelten Erkenntnisse in einem Abschlussbericht

Eine der Grundlagen für diese Untersuchungsstudie ist die Leistungsbeschreibung des Auftraggebers:

1. Aufgaben und Zielsetzung der Simulationsstudie

Die primäre Aufgabe der Simulationsstudie „Anleger für Verflüssigte Gase“, kurz AVG, besteht darin, die sichere Erreichbarkeit des in Stade geplanten Anlegers an der Simulationsanlage des Maritimen Training Centers (MTC) zu überprüfen. In einem Abschlussbericht werden die wesentlichen Aufgaben, Vorbereitungen und Randbedingungen aufgeführt und ggf. bewertet.

1.1. Durchführung der Simulationsstudie

Die primäre Aufgabe der Simulationsstudie besteht in der Durchführung und Dokumentation von nautischen Fahrversuchen zur Untersuchung und Ermittlung sicherer An- und Auslaufkriterien für den geplanten AVG gemäß den Ergebnissen des Kick-Off-Meetings vom 08.10.2020.

1.2. Sicherheit und Leichtigkeit des durchlaufenden Verkehrs

Die während der Simulationsstudie durchzuführenden Fahrversuche sind nicht nur auf die An- und Ablegemanöver zu beschränken, sondern es ist dabei auch die Lage der Pier und des Anfahrschutzes zum Elbefahrwasser zu berücksichtigen, um zu überprüfen, ob die Sicherheit und Leichtigkeit des durchlaufenden Verkehrs durch den neuen AVG weiterhin gewährleistet ist.

2. Besondere Fragestellungen

- Können die in dem Kick-Off-Meeting festgelegten Bemessungsschiffe den geplanten AVG grundsätzlich sicher erreichen und wieder verlassen?
- Entspricht die vorgesehene Gestaltung und Formgebung des geplanten Anlegers, einschließlich der Zulaufbereiche, den nautischen Anforderungen oder sind Anpassungen erforderlich?
- Bestehen grundsätzliche Risikobereiche oder Gefährdungspotentiale hinsichtlich der verfügbaren Wasserflächen?
- Bestehen grundsätzliche Risikobereiche oder Gefährdungspotentiale hinsichtlich äußerer Einflüsse (Wind/Strom/verminderte Sicht)?

- Gibt es Lösungsansätze, mögliche Risikobereiche oder Gefährdungspotentiale zu minimieren oder auszuschalten?
- Bestehende Gefährdungspotentiale durch den durchlaufenden oder ruhenden Verkehr?
- Welche Assistenzkräfte sind erforderlich, um sicheres Manövrieren der Bemessungsschiffe zu gewährleisten?

3. Auswertung

Da bei den Simulationsläufen fachkundige Beobachter des WSA, der Lotsenbrüderschaft „Elbe“, des Auftraggebers und von Niedersachsen Ports zugegen sein werden, wird vorgeschlagen auf dem Wege eines „Expert Ratings“ die jeweiligen Simulationsläufe auszuwerten. Dabei werden die für die Untersuchung des jeweiligen Simulationslaufes relevanten Aussagen der beteiligten Experten ausführlich diskutiert und abschließend dokumentiert. Ferner werden während der Simulationsläufe relevante Simulationsdaten aufgezeichnet und dem Abschlussbericht, wo angebracht, beigelegt.

3. Methodik und Verfahren

Die Durchführung, Untersuchung und Verifizierung sowie ggf. Bewertung verschiedener Schiffsmanöver im Simulator ist ein grundsätzlich bewährtes Verfahren. Die Ergebnisgenauigkeit der zu bewertenden physikalischen Größen hängt dabei im Wesentlichen von der Präzision der Eingangsgrößen und der Genauigkeit des Simulators ab. Die Simulationsanlage des MTC Hamburg gehört zu den technisch hochwertigsten Anlagen ihrer Art auf der Welt. Die mathematischen Rechenmodelle entsprechen dem heutigen Stand der Technik. Zur Bewertung der einzelnen Simulationsläufe wurde das sog. „Expert Rating“ verwendet. Im Gegensatz zur Analyse nach statistischen Verfahren, die nur auf Grundlage vieler Simulationsläufe (mindestens ein „kleines Sample“ mit 10 Läufen) unter identischen Bedingungen möglich ist, wird bei dem hier verwendeten Verfahren jeder Lauf individuell von Experten bewertet. Die fachkundigen Berater waren

- Experten des Auftraggebers (Hanseatic Energy Hub GmbH)
- Experten von Niedersachsen Ports
- Lotsen der Lotsenbrüderschaft Elbe
- Experte vom WSA
- Experten vom MTC Hamburg

An dieser Stelle möchte der Verfasser dieses Berichts allen Beteiligten für ihr Engagement und die professionelle Mitarbeit danken.

Die für die Untersuchung bzw. den jeweiligen Simulationslauf relevanten Aussagen wurden in den Debriefing-Gesprächen ausführlich diskutiert und abschließend dokumentiert. Während der Versuchsläufe wurden sorgfältig ausgesuchte physikalische Simulationsdaten in regelmäßigen Intervallen (1 Sekunde) aufgezeichnet. Die Auswertung dieser Daten bildet eine weitere wichtige Grundlage zur endgültigen Bewertung der verschiedenen Untersuchungsszenarien.

Die Zusammenfassung der Bewertungskriterien

- Laufbeobachtungen
- Laufbesprechung (Expert Rating)
- Auswertung der Simulationsdaten

erlauben auch bei einer kleineren Anzahl von Läufen eine ausreichende und aussagekräftige Beurteilung und Bewertung der Ergebnisse. Die physikalischen Daten dienen dabei im Wesentlichen der Stützung und Vertiefung der ermittelten Ergebnisse.

4. Untersuchungsgrößen

Zu den Untersuchungsgrößen und Rahmenbedingungen zählen:

- die Bemessungsschiffe
- das Untersuchungsgebiet
- die Umweltbedingungen
- die Manöurvorgaben

welche im Folgenden näher erläutert werden sollen.

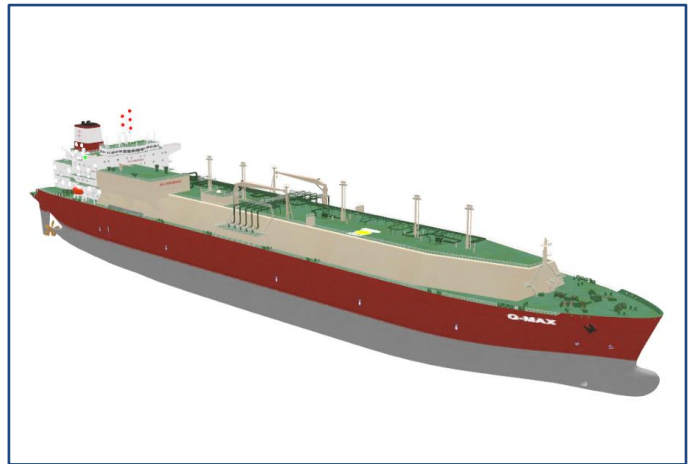
4.1. Bemessungsschiffe

Für die Simulationsstudie wurden vom Auftraggeber drei verschiedene Klassen von LNG-Tankern benannt und priorisiert. Die wesentlichen Kenngrößen werden im Weiteren vorgestellt.

Auflistung der Schiffsdatenblätter und Diagramme der Winddruckkurven – siehe Anhang B.

4.1.1. Q - Max

Bemessungsschiff 1: Q-Max	
Länge über alles (Lüa)	345,3 m
Breite über alles (Büa)	53,8 m
Tiefgang (T) (abgeladen)	12,2 m
Tiefgang (T) (im Ballast)	9,86 m
Verdrängung (∇) (abgeladen)	178.219 to
Verdrängung (∇) (im Ballast)	109.684 to
Seitliche Windangriffsfläche (abgeladen)	7700 m ²
Seitliche Windangriffsfläche (im Ballast)	8410 m ²
Antrieb	2 Festpropeller a 18902 kW
Ruder	2 Semi-Ballanced (synchron)
Bugstrahlruder	0

Abbildung 1: Q-Max (Quelle: www.gcaptain.com)

3D Modell

4.1.2. Q - LNG

Bemessungsschiff 2: Q-LNG	
Länge über alles (Lüa)	297,5 m
Breite über alles (Büa)	45,75 m
Tiefgang (T) (abgeladen)	10,95 m
Tiefgang (T) (im Ballast)	9,00 m
Verdrängung (∇) (abgeladen)	105.000 to
Verdrängung (∇) (im Ballast)	81.385 to
Seitliche Windangriffsfläche (abgeladen)	7711 m ²
Seitliche Windangriffsfläche (im Ballast)	8263 m ²
Antrieb	1 Festpropeller a 26.800 kW (Dampfturbine)
Ruder	1
Bugstrahlruder	0

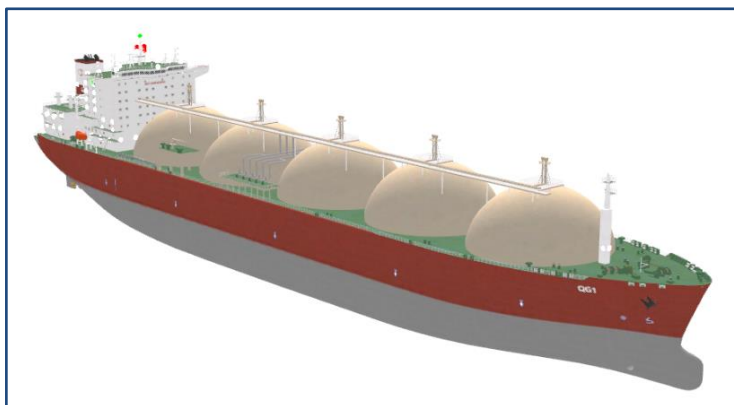


Abbildung 2: Q-LNG Al Wajbah (Quelle: www.aukevisser.nl) 3D Modell

4.1.3. Global Energy

Bemessungsschiff 3: Global Energy	
Länge über alles (Lüa)	294,9 m
Breite über alles (Büa)	46,40 m
Tiefgang (T) (abgeladen)	12,5 m
Tiefgang (T) (im Ballast)	9,40 m
Verdrängung (∇) (abgeladen)	131.225 to
Verdrängung (∇) (im Ballast)	96.299 to
Seitliche Windangriffsfläche (abgeladen)	7055 m ²
Seitliche Windangriffsfläche (im Ballast)	7670 m ²
Antrieb	2 Festpropeller a 12.590 kW
Ruder	2 Full Spade (synchron)
Bugstrahlruder	1 x 2.500 KW



Abbildung 3: Global Energy (Quelle: www.vesselfinder.com)



3D Modell

4.2. Untersuchungsgebiet (Seegebiet)

Ein aktuelles Seegebiet der Elbe ist für den Simulator bereits vorhanden. Für die Durchführung dieser Studie war es notwendig das geplante LNG Terminal (inklusive Schutzwände und Dalben) zu integrieren sowie weitere Anpassungen vorzunehmen. Grundlage hierfür war ein von Niederachsen Ports bereitgestellter Konstruktionsplan (siehe Abbildung 4). Dieser Bauplan wurde im DWG Format übermittelt und von MTC in eine aktuelle elektronische Seekarte (ENC) integriert (siehe Abbildung 6, Abbildung 7, Abbildung 8). Diese ENC mit dem integrierten LNG Terminal diente als Grundlage für das Modellieren eines 3D-Sichtmodells, eines mathematischen Modells des Seegebietes sowie für das Erstellen einer sog. Radarmap.

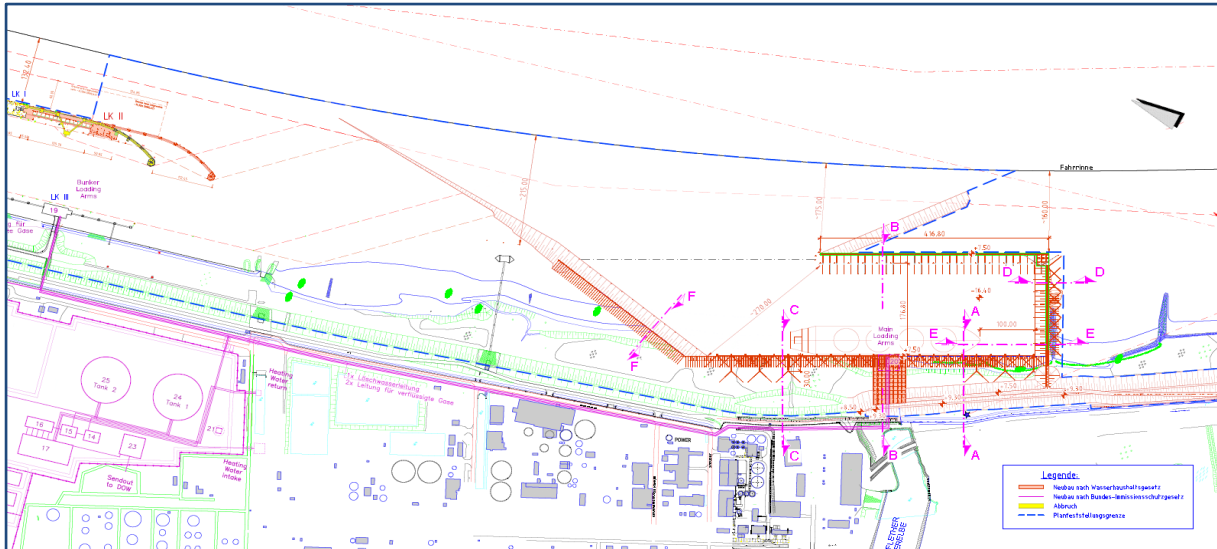


Abbildung 4: Ausschnitt aus Konstruktionszeichnung LNG Anleger Stade



Abbildung 5: 3D-Sichtmodell des geplanten LNG-Terminals

4.2.1. Wassertiefen

Die im Simulator berechneten Wassertiefen ergeben sich aus Tiefenflächen der zugewiesenen ENC's bzw. werden in den Bereichen, in denen keine konstante Wassertiefe vorliegt, ergänzt durch bathymetrische Daten, den sog. b-ENC's. Die b-ENC's enthalten eine Vielzahl von Einzellotungen (single spot soundings). Eine aktuelle b-ENC wurde von Seiten der Lotsenbrüderschaft Elbe zur Verfügung gestellt. Durch die ergänzende b-ENC wurden außerhalb der Tiefenflächen, dem Fahrwasser mit 15,4 m (SKN / LAT) und dem Bereich des LNG Terminals mit 14,5 m (SKN / LAT), die Wassertiefen stets akkurat berechnet. Das Gefälle zwischen diesen beiden Tiefenflächen wurde (von Niedersachsen Ports) mit 1:5 angegeben und in der ENC durch Hinzufügen von drei stufenartigen Tiefenflächen umgesetzt¹ (siehe Abbildung 6 und Abbildung 7).

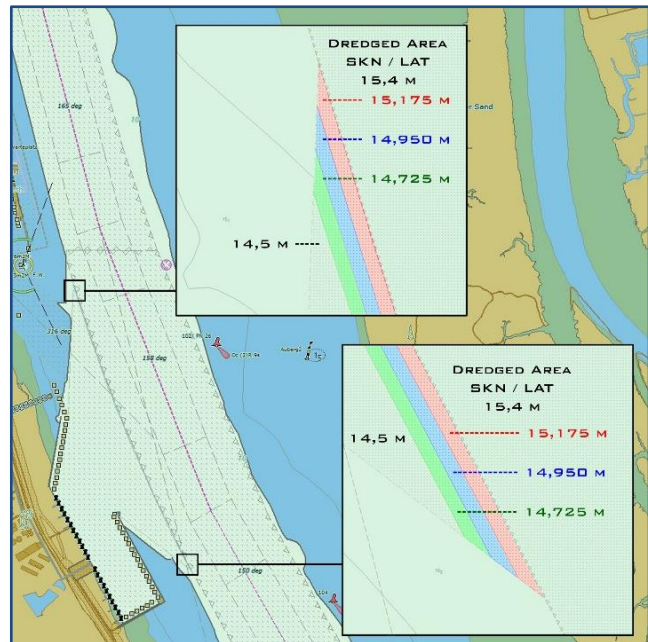


Abbildung 6: Tiefenflächen

Die im Simulator berechneten Wassertiefen bzw. Kieflfreiheiten auf Grundlage der ENC's und b-ENC's wurden ergänzt durch drei dem Seegebiet zugeordnete Tidenhubkurven. Die Daten zum Tidenhub wurden zusammen mit den Strömungsdaten vom DHI berechnet und bereitgestellt (siehe Kapitel 4.3.2.).

An dieser Stelle sei erwähnt, dass die genauen Wassertiefen bzw. Kieflfreiheiten für eine akkurate Simulation natürlich wichtig sind, allerdings zu keinem Zeitpunkt innerhalb des Fahrwassers und des geplanten LNG Terminals sowie dessen Zufahrt einen kritischen Faktor darstellten, da die Wassertiefen selbst bei den Schiffen mit dem größten Tiefgang, stets eine sichere Kieflfreiheit ergaben. Dies trifft auch unter Einbeziehung eines etwaigen Squat-Effekts zu, der allerdings aufgrund der geringen Geschwindigkeiten nur marginal ausfiel.

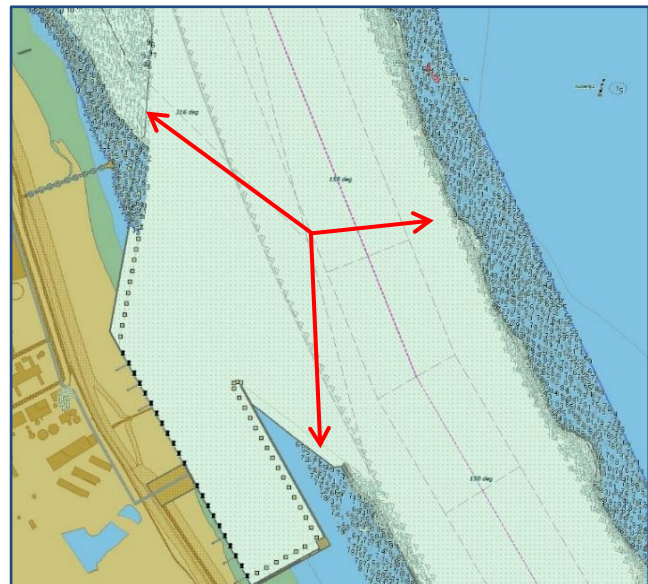


Abbildung 7: Einzellotungen aus b-ENC

¹ Diese Lösung entspricht zwar nicht der zukünftigen Realität, war jedoch die effektivste Lösung, da das Erstellen von Einzellotungen sehr aufwändig und zeitlich nicht realisierbar gewesen wäre. Für den Zweck dieser Studie war diese Lösung ausreichend.

4.2.2. Strömung

Dem Seegebiet wurde zusammen mit dem bereits erwähnten Tidenhubmodell ein Strömungsmodell zugewiesen. Details zu diesem Strömungsmodell werden in Kapitel 4.3.2 erläutert.

4.2.3. Liegeplatzbelegung / Traffic Ships

Um die Simulationsläufe realitätsnah zu halten, wurden am Anleger Stade-Bützfleth zwei sog. 'Traffic ships' als festgemachte Schiffe eingefügt. Dies diente dem Zweck den zur Verfügung stehenden Manöverraum realitätsnah einzuschränken.

An dem nördlichen Liegeplatz wurde ein 230 m langer und 35 m breiter Massengutfrachter, am südlichen Anleger ein 110 m langer und 15 m breiter Chemikalienanker platziert.

Bis auf die Assistenzschlepper wurde auf das Einbeziehen weiteren Verkehrs, fahrend oder ruhend, verzichtet.

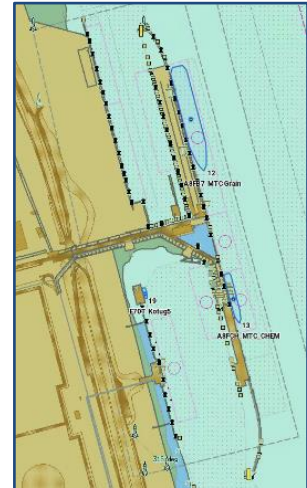


Abbildung 8:
Liegeplatzbelegung

4.2.4. Weitere Anpassungen

Das Seegebiet wurde durch folgende weitere Anpassungen modifiziert:

4.2.4.1. Entfernung der Tonne 101

Da die derzeitige Position der Tonne 101 im Bereich der Zufahrt zum geplanten LNG Terminal liegt, wurde sie zunächst aus der ENC und dem Sichtmodell entfernt. Da dieses Seezeichen aber nicht ersatzlos wegfallen darf, wurde in Absprache mit Herrn Richters vom WSA kurzfristig eine Steuerbord-Lateraltonne als sog. 'floating water object' auf folgende Position eingefügt.

Lat.: 53°38,916' N – Lon.:009°30,983' O²

Die *neue* Tonne 101 war im Sichtmodell sichtbar und wurde ebenfalls in die ENC auf der Simulatorbrücke als sog. 'User symbol' eingefügt und war somit für die Fahrlotsen auch auf der elektronischen Seekarte als auch im Radar erkennbar.

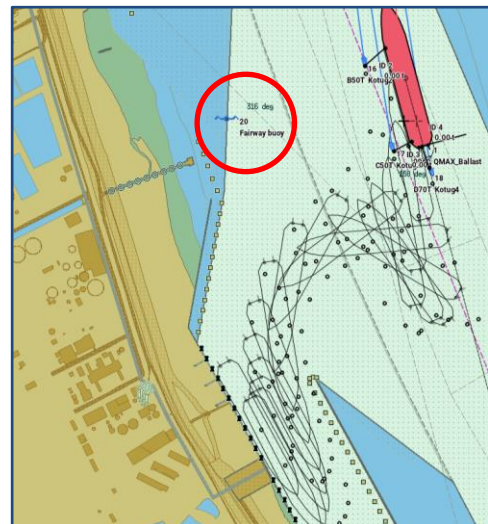


Abbildung 9: Tonne 101

² Die finale zukünftige Position ist noch nicht festgelegt.

4.2.4.2. Entfernung des Sektorenfeuers Bützflethersand

Das Sektorenfeuer Bützflethersand wurde ebenfalls aus der ENC und dem Sichtmodell entfernt, da es für den Zweck der Simulation nicht notwendig war und bei Realisierung des LNG Terminals eine Verlegung vorgesehen ist.

4.2.4.3. Verlängerung des bestehenden Anlegers

Gemeinsam mit dem geplanten LNG Terminal ist eine Erweiterung des bestehenden südlichen Anlegers Stade-Bützfleth um ca. 120 m vorgesehen. Details hierzu wurden ebenfalls dem bereitgestellten Konstruktionsplan entnommen und gleichermaßen in ENC und Sichtmodell übernommen (siehe Abbildung 8 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

4.2.4.4. Richtfeuer

Die vorhandenen Richtfeuerträger bei Stadersand für den Fahrwasserabschnitt Kurs 165° wurden optisch vergrößert, um sie im Simulator visuell besser erkennbar zu machen, da die Richtfeuerträger in Originalmaßen nur schlecht auf größere Entfernung sichtbar waren.

Weiter wurde im Zuge der Simulationsläufe beschlossen eine zusätzliche Richtfeuerlinie einzufügen, die die Einfahrt in das geplante LNG Hafenbecken erleichtern soll. Dazu wurden Richtfeuerträger für Ober- und Unterfeuer (Höhen 100 m und 50 m) auf folgenden Positionen nachträglich eingefügt.

Oberfeuer: Lat.: 53° 37,947' N
Lon.: 009°30,972' O

Unterfeuer: Lat.: 53° 38,136' N
Lon.: 009° 31,003' O

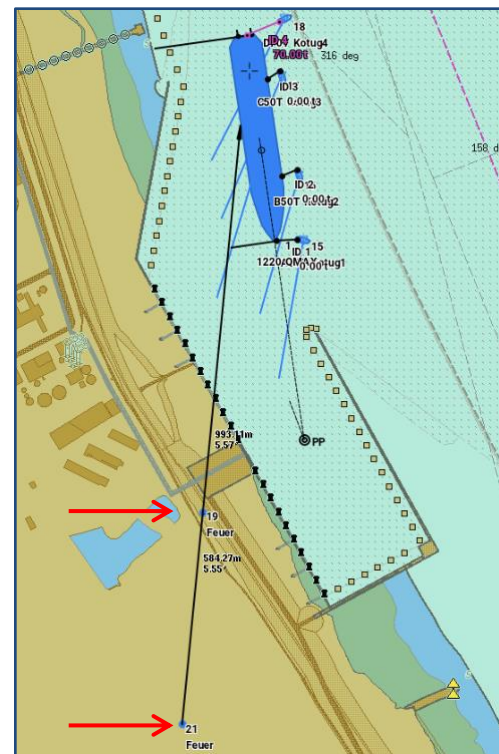


Abbildung 10: Richtfeuerlinie

Die daraus resultierende Richtfeuerlinie ergibt einen Kurs von ca. 185° (siehe Abbildung 10).

Die Richtfeuer und Richtfeuerträger waren optisch gut zu erkennen. Auf eine Integrierung in die elektronischen Seekarten auf der Simulatorbrücke wurde verzichtet.

4.3. Umweltbedingungen

Die Umweltbedingungen, i.e. Stärke und Richtung von Wind und Strömung, wurden im Zuge des Kick-Off Meetings weitestgehend besprochen und festgelegt. Weiter wurde vereinbart, die festgelegten Bedingungen ggf. während der Durchführung der Simulationsläufe erneut zu validieren sich vorbehalten diese ggf. zu ändern³.

4.3.1. Wind

Ein Ziel dieser Untersuchungsstudie ist die Ermittlung von Grenzwerten der Umweltbedingungen. Es wurde beschlossen die Simulationsläufe unter den schwierigsten möglichen Bedingungen durchzuführen und die Windstärke auf Bft. 7 in Böen 8 – 9, vorbehaltlich möglicher Änderungen während der Simulationen, festgelegt.

Die Windrichtung wurde für die einzelnen Simulationsläufe unterschiedlich auf Nordost, Ost oder Südwest festgelegt. Siehe dazu die Laufliste in Kapitel 4.4.1 und 5.1.

Um eine gewisse Realitätsnähe zu gewährleisten, und das manuelle Nachjustieren der Einstellungen für Windrichtung- und Stärke zu vermeiden, wurde anstatt der Verwendung von statischen Windbedingungen ein Windmodell mit variierenden Windrichtungen und Windstärken erstellt. Dieses Windmodell wechselt eigenständig Windrichtung- und -stärke innerhalb vorgegebener Parameter.

Die Windstärke variiert hier in drei Stufen. In der unteren Stufe liegt die Windstärke ungefähr bei der oberen Grenze von Bft. 6 (26,45 kn) für eine Dauer von ca. 107 Sekunden. In der mittleren Stufe beträgt die Windstärke Bft. 8 (mittlere 8 Bft. = im Mittel 37,81 kn) für eine Dauer von ca. 3,5 Minuten, und die höchste Stufe entspricht einer Sturmbö mit einer Stärke von Bft. 9 (43,65 kn) für eine Dauer von ca. 100 Sekunden. Die Realisierung einer größeren Varianz im Wechsel der Windstärken- und -richtungen ist nicht möglich gewesen.

Auch die Windrichtung variierte um insgesamt 35°. Eine eingestellte Windrichtung von beispielsweise 225° (SW) ergab eine Varianz zwischen 216° und 251° (siehe Diagramm 1).

Im Mittel ergaben sich an Beispiel des Laufes Nr. 3 folgende Werte.

- Vorgegebene Werte: 225° Bft. 7, in Böen Bft. 8 – 9
- Gemittelte Windstärke: 36,066 kn (entspricht Bft. 8)
- Gemittelte Windrichtung: 223,5°

Dieses Windmodell wurde allgemein akzeptiert.

³ Die ursprünglich beschlossenen Umweltbedingungen wurden, bezügliche der Grenzwertbetrachtung, auf ein maximal schwieriges Niveau festgelegt. Während der Simulationsdurchführung wurden Änderungen vorgenommen.

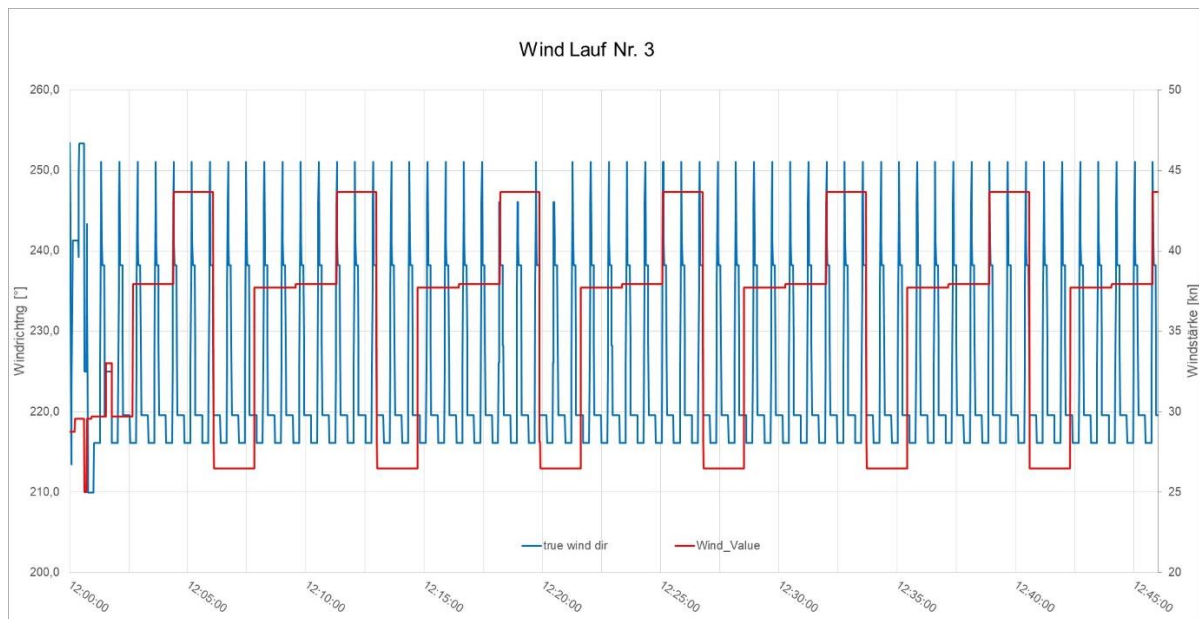


Diagramm 1: Windmodell

Die tatsächlich vorherrschenden Windbedingungen sind den Diagrammen der einzelnen Simulationsläufe zu entnehmen (siehe Anhang A).

4.3.1.1. Gefühl für den Wind im Simulator

Das *Gefühl* für den vorherrschenden Wind im Simulator ist im Vergleich zu einem Schiff in der Realität deutlich schlechter. Aufgrund fehlender Windgeräusche und visueller Hilfen durch Referenzobjekte an Land oder Wellenbildung auf der Wasseroberfläche lassen sich die Windbedingungen im Simulator nur anhand der Brückeninstrumentenanzeigen ablesen. Daher wurden die Böen (i.e. die drei Windstufen), sofern es der aktuelle Arbeitsaufwand des Instructors zuließ, per Sprechfunk an die Simulatorbesatzung angekündigt, um zu vermeiden, dass eine Änderung der Windbedingung evtl. unbemerkt blieb oder zu spät bemerkt wurde.

4.3.1.2. Windschatten

In Landnähe, insbesondere innerhalb des LNG Terminals, ist je nach Windrichtung in der Realität von einer gewissen Reduktion der Windstärke aufgrund von Abschattungen (durch Deiche, Schutzwände oder sonstige Objekte) auszugehen. Es wurde jedoch beschlossen auf das Einbeziehen einer etwaigen Windabschattung zu verzichten. Diese Entscheidung beruhte auf folgenden Gründen:

1. Mangelnde Daten:

Es lagen keine Daten hierzu vor. Eine verlässliche Einbindung von Windabschattungen war somit nicht möglich.

2. Implementierung im Simulator:

Die Implementierung von Windabschattungen im Simulator ist zwar grundsätzlich möglich, jedoch mit einem erheblichen Aufwand verbunden, der aufgrund der Kürze der zur Verfügung stehenden Vorbereitungszeit nicht möglich war.

3. Zusätzliche Sicherheit:

Wo immer es im Simulator nicht möglich ist die Realität exakt nachzubilden, ist das

Bestreben die Bedingungen so einzustellen, dass sie im Vergleich zur Realität etwas schwieriger sind. Dadurch ergibt sich bei der Bewertung, insbesondere hinsichtlich einer Grenzwertbetrachtung, ein gewisser Sicherheitspuffer. Durch die fehlende Windabschattung ergab sich ein gewisser Sicherheitspuffer, da in der Realität davon auszugehen ist, dass sich die Windbedingungen zu einem gewissen Grad als einfacher darstellen.

4.3.1.3. Windstärke zu Beginn einer Simulation

Zu Beginn eines jeden Simulationslaufes wurde die Windstärke, für eine kurze Dauer von ca. ein bis zwei Minuten, etwas niedriger eingestellt. Dies ist ein gängiges Verfahren, um eine unrealistische Abdrift direkt nach dem Start eines Simulationslaufes zu vermeiden, da der Simulator i.d.R. zu Beginn eine kurze Zeit benötigt um sich 'einzupendeln'.

4.3.2. Gezeitenströmung

Hinsichtlich der Grenzwertermittlung stellen die Strömungsgeschwindigkeiten- und Richtungen bei An- und Ablegemanövern sowie dem Eindrehen ins Fahrwasser einen signifikanten Faktor dar. Die Strömungsbedingungen werden durch Bauwerke wie das geplante LNG Terminal signifikant beeinflusst und mussten daher für diese Simulationsstudie als Strömungsmodell neu erstellt werden.

An dieser Stelle sei erwähnt, dass die südliche Schutzwand des geplanten LNG Terminals teilweise durchlässig ist, so dass im Bereich der Liegewanne Strömung vorherrscht.

Das Danish Hydraulic Institute (DHI) wurde beauftragt ein realistisches Strömungsmodell zu erstellen. Grundlage dazu war ebenfalls die in Kapitel 4.2 erwähnte Konstruktionszeichnung.

Das DHI berechnete daraufhin folgende vier verschiedene Strömungsmodelle (für jeweils einen Tidenlauf) für den Bereich der deutschen Küste bis Hamburg sowie die dazugehörigen Tidenhubdaten:

- Mittlere Tide mit Oberflächen-Strömungsgeschwindigkeiten
- Mittlere Tide mit Tiefengemittelten-Strömungsgeschwindigkeiten
- Sturmflut Tide mit Oberflächen-Strömungsgeschwindigkeiten
- Sturmflut Tide mit Tiefengemittelten-Strömungsgeschwindigkeiten

Nach Absprache mit den beteiligten Elblotsen wurde entschieden, das Tidenszenario der mittleren Tide mit Tiefengemittelten-Strömungsgeschwindigkeiten zu verwenden. Begründet wurde diese Entscheidung aufgrund der Tatsache, dass bei Tiefgängen zwischen 9 m – 12 m die Tiefengemittelte-Strömungsgeschwindigkeit realitätsnäher ist als die Oberflächen-Strömungsgeschwindigkeit, die eher für Fahrzeuge mit kleinem Tiefgang relevant wäre. Des Weiteren unterscheiden sich die Strömungsgeschwindigkeiten zwischen dem mittleren Tidenszenario und dem Sturmflutszenario nur gering. Größere Unterschiede sind hier vor allem beim Tidenhub vorhanden, der in dieser Studie eine eher geringe Bedeutung hat.

Die Daten zu dem Strömungsmodell wurden im ASCII Format übermittelt und enthalten über 100.000 einzelne Vektorpunkte die über einen Zeitraum von 750 Minuten (in Zeitschritten von je 10 Minuten) jeweils die Strömungsrichtung- und Stärke angeben.

Die ASCII Datei(en) wurde(n) über einen Linux–Shell-Befehl in ein für den Simulator lesbares Format konvertiert und dem mathematischen Seegebietsmodell zugewiesen.

Zur Veranschaulichung der Strömungs- und Tidendaten wurde eine Messung im Simulator an zwei Positionen, im Fahrwasser vor dem geplanten LNG Terminal und in der Liegewanne des geplanten LNG Terminals (siehe Abbildung 8), über den Zeitraum einer kompletten Tidenkurve vorgenommen⁴ (siehe Diagramm 2).

Die dazugehörigen Tidenhubdaten für die Standorte Glückstadt, Stadersand und St. Pauli wurden im Excelformat übermittelt, manuell als Modell in den Simulator eingefügt und gleichermaßen dem Tidenmodell (respektive dem Seegebietsmodell) zugewiesen. Die Berechnung des Tidenhubs im Simulator zwischen den genannten Standorten erfolgt durch Interpolation (siehe Diagramm 3).

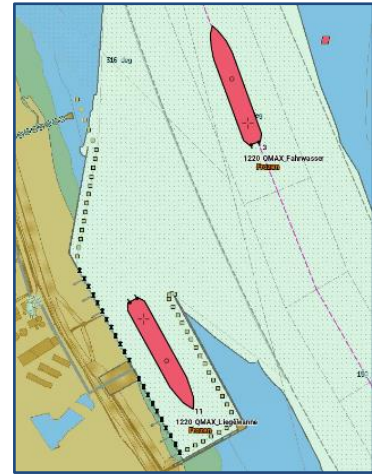


Abbildung 11: Messpositionen

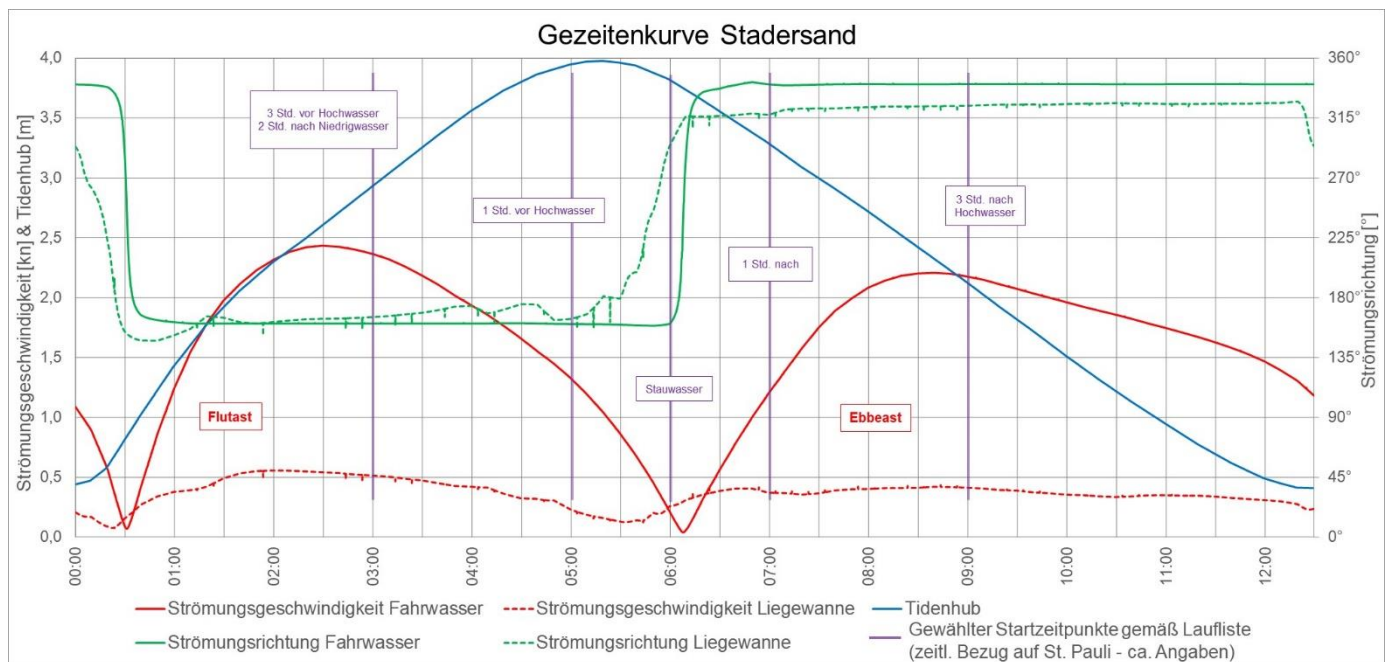


Diagramm 2: Gezeitenkurve Stadersand

⁴ Die Strömungsgeschwindigkeit im Bereich der Liegewanne unterliegt stärkeren Schwankungen. Abseits des Messpunktes in der Liegewanne treten abweichende Werte in Richtung und Stärke auf.

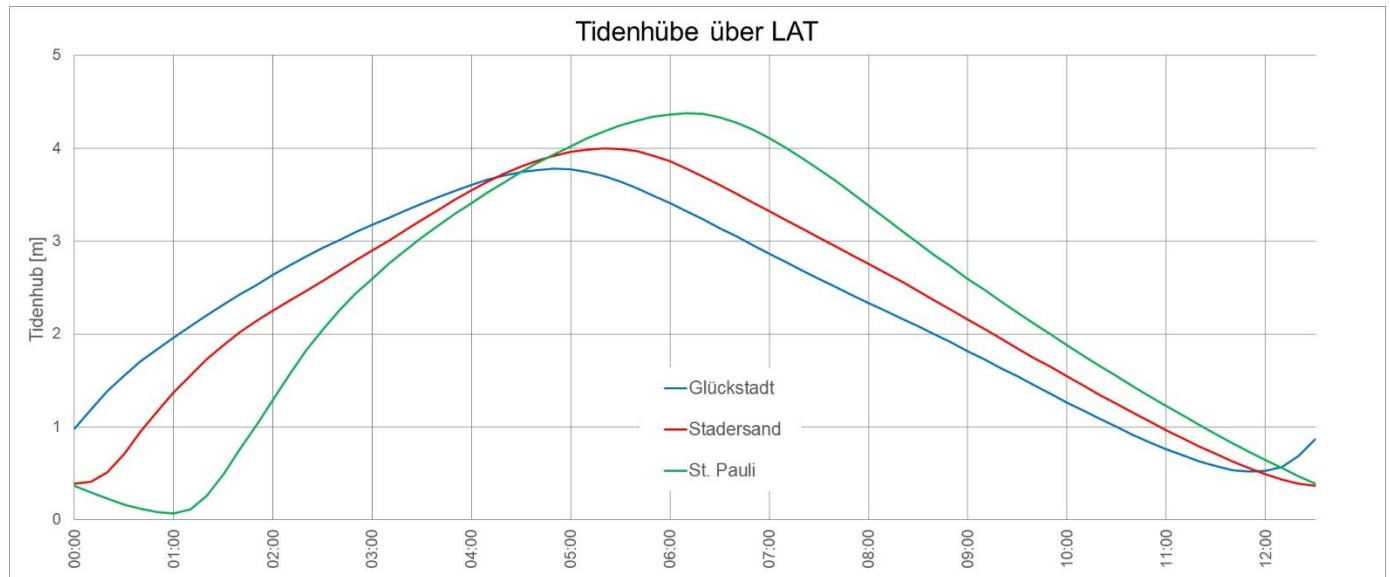


Diagramm 3: Tidenhübe

4.3.3. Sichtbedingungen und Tageszeiten

Zu den im Kick-Off Meeting beschlossenen Rahmenbedingungen zählten auch die Sichtverhältnisse und Tageszeiten. Es wurde allgemein beschlossen alle Simulationsläufe am Tag bei guter Sicht zu fahren. Auf Simulationen mit verminderter Sicht oder bei Dunkelheit wurde verzichtet.

4.4. Manöर्वorgaben

Die Manöर्वorgaben sind relativ einfach gehalten. Für alle drei Bemessungsschiffe gilt die Vorgabe unter den gegebenen Umweltbedingungen (Wind und Strömung – siehe Laufliste Kapitel 4.4.1 und 5.1) unter Zuhilfenahme der gegebenen Assistenzschleppkräfte **vorwärts** in das geplante LNG Terminal einzulaufen. Gleichmaßen gilt für das Auslaufmanöver, **über den Achtersteven** die Liegewanne zu verlassen und das Schiff außerhalb der Liegewanne ins Fahrwasser Richtung See einzudrehen. Eine Schiffseite, über die gedreht werden sollte, wurde nicht vorgegeben.

4.4.1. Laufliste (geplant)

Die folgende Tabelle zeigt die Liste der geplanten Simulationsläufe mit den unterschiedlichen Bemessungsschiffen unter den unterschiedlichen Umweltbedingungen gemäß dem Beschluss des Kick-Off Meetings. Die durchgeführten Simulationsläufe wurden zum Teil mit (leicht) abweichenden Umweltbedingungen durchgeführt, vergleiche Kapitel 5.1.

#	Szenario	Ship	In/out	Tide	NW-Zeit St. Pauli	Stromstärke im Fahrwasser	Wind	Kommentar
1		Q-MAX (F)	In	0	06:00	0	0	Null Lauf Referenz
2		Q-MAX (B)	Out	0	06:00	0	0	Null Lauf Referenz
3	1	Q-MAX (F)	In	1 h vor HW	07:00	1,2 kn	7 (8-9) / SW	
4	2	Q-MAX (F)	In	1 h nach HW	05:00	1,5 kn	7 (8-9) / SW	
5	3	Q-MAX (F)	In	Stau	06:00	0 kn	7 (8-9) / NO	Stauwasser (Hochwasser)
6	4	Q-MAX (B)	Out	2 h nach NW	09:00	2,4 kn	7 (8-9) / SW	
7	5	Q-MAX (B)	Out	3 h nach HW	03:00	2,2 kn	7 (8-9) / O	
8	6	Q-MAX (F)	In	3 h vor HW	09:00	2,4 kn	7 (8-9) / SW	Max. Flutstrom (Optional)
9		Q-LNG (F)	In	0	06:00	0	0	Null Lauf Referenz
10		Q-LNG (B)	Out	0	06:00	0	0	Null Lauf Referenz
11	1	Q-LNG (F)	In	1 h vor HW	07:00	1,2 kn	7 (8-9) / SW	
12	2	Q-LNG (F)	In	1 h nach HW	05:00	1,5 kn	7 (8-9) / SW	
13	3	Q-LNG (F)	In	Stau	06:00	0 kn	7 (8-9) / NO	Stauwasser (Hochwasser)
14	4	Q-LNG (B)	Out	2 h nach NW	09:00	2,4 kn	7 (8-9) / SW	
15	5	Q-LNG (B)	Out	3 h nach HW	03:00	2,2 kn	7 (8-9) / O	
16	6	Q-LNG (F)	In	3 h vor HW	09:00	2,4 kn	7 (8-9) / SW	Max. Flutstrom (Optional)
17		Global Energy (F)	In	0	06:00	0	0	Null Lauf Referenz
18		Global Energy (B)	Out	0	06:00	0	0	Null Lauf Referenz
19	1	Global Energy (F)	In	1 h vor HW	07:00	1,2 kn	7 (8-9) / SW	
20	2	Global Energy (F)	In	1 h nach HW	05:00	1,5 kn	7 (8-9) / SW	
21	3	Global Energy (F)	In	Stau	06:00	0 kn	7 (8-9) / NO	Stauwasser (Hochwasser)
22	4	Global Energy (B)	Out	2 h nach NW	09:00	2,4 kn	7 (8-9) / SW	
23	5	Global Energy (B)	Out	3 h nach HW	03:00	2,2 kn	7 (8-9) / O	
24	6	Global Energy (F)	In	3 h vor HW	09:00	2,4 kn	7 (8-9) / SW	Max. Flutstrom (Optional)

Tabelle 1: Geplante Laufliste

4.4.2. Schleppkräfte

Als Ziel der Simulationsstudie gilt auch die Ermittlung erforderlicher Schleppkräfte. Während des Kick-Off Meetings wurde zunächst beschlossen, dass in jedem Lauf vier Assistenzschlepper, je zwei Schlepper mit 70 to Pfahlzug und je zwei Schlepper mit 50 to Pfahlzug eingesetzt werden. Welche Schlepper an welcher Stelle des Schiffes eingesetzt werden, oblag (wie in der Realität) dem jeweiligen Fahrlotsen und wurde zu Beginn einer jeden Simulation abgesprochen.

Allerdings stellte sich bereits beim ersten Lauf unter Wind- und Strömungsbedingungen (nach den ersten beiden Referenzläufen) heraus, dass die vereinbarten Schleppkräfte nicht ausreichend waren. So wurde während des Laufes Nr. 3 der Pfahlzug der beiden 50 to Schlepper auf 70 to erhöht. Dies wurde für alle weiteren Simulationsläufe beibehalten.

Ein spezifischer Schleppertyp ist nicht festgelegt worden. Allerdings wurde bereits nach dem ersten Referenzlauf im Einvernehmen aller Beteiligten beschlossen, dass die an der Schiffsseite eingesetzten Drückerschlepper in der Lage sein sollen gleichermaßen abzutauen. Das bedeutet, dass die beiden mittig eingesetzten Schlepper eine Schleppleinenverbindung z.B. an der Springklüse (vorne und achtern) zum Schiff haben, dabei aber in der Lage sind so viel Leine auszustecken um an den Druckpositionen (mit bestehender Leinenverbindung) das Schiff drücken zu können. Dieses Prinzip nennt sich „Arbeiten auf Leine an der Seite“. Dabei ist zu beachten, dass für diese Arbeitsweise eine entsprechend geschulte Schlepperbesatzung erforderlich ist.

Weitere Details zum Einsatz der Assistenzschleppkräfte sind in Kapitel 5.2 aufgeführt, bzw. die tatsächlich eingesetzten Schleppkräfte sind den Diagrammen der einzelnen Simulationsläufe zu entnehmen (siehe Anhang A).

4.4.3. Sonstige Restriktionen

Diese Simulationsstudie verfolgt hauptsächlich das Ziel die nautischen Möglichkeiten, Schwierigkeiten und Risiken bezüglich des Ein- und Auslaufens in das geplante LNG Terminal mit den bestimmten Bemessungsschiffen unter den bestimmten Umweltbedingungen zu untersuchen und zu bewerten, sowie die Ermittlung von Grenzwerten bezüglich der Umweltbedingungen und der erforderlichen Schleppkräfte.

Ausgeschlossen sind ausdrücklich etwaige Restriktionen von dritter Seite wie (aber nicht reduziert auf) etwa dem Betreiber der Schiffe oder der Schiffsführung. Derlei Einschränkungen wie z.B. (aber nicht reduziert auf) maximale Geschwindigkeiten bei Ein- und Auslaufen, maximale Drehraten (RoT) oder sonstiges wurden im Zuge dieser Studie nicht berücksichtigt.

5. Laufdurchführung

Die Durchführung der Simulationsläufe erfolgte an vier Tagen in den Kalenderwochen 48 – 49 im MTC. Am ersten Tag (23.11.2020) wurden die Simulationsläufe mit dem Bemessungsschiff 1 (Q-Max), am zweiten Tag (24.11.2020) mit dem Bemessungsschiff 2 (Q-LNG) und am dritten Tag (25.11.2020) mit dem Bemessungsschiff 3 (Global Energy) durchgeführt. Zu Beginn der jeweiligen ersten drei Tage wurden zwei Referenzläufe (Ein- und Auslaufen) ohne Einfluss von Wind oder Strömung, zur Gewöhnung an den Simulator und zur Verifizierung der Schiffsmodelle, durchgeführt.

Am vierten Tag (01.12.2020) wurden verschiedene Simulationsläufe der vorangegangenen Tage nachgefahren sowie vier nachträglich aufgenommene Not-Auslaufmanöver durchgeführt. Auf Referenzläufe musste, aufgrund der engen Zeitplanung und der Tatsache, dass unterschiedliche Modelle simuliert wurden, verzichtet werden.

Von den ursprünglich 24 geplanten Simulationsläufen wurden insgesamt 34 Simulationsläufe durchgeführt. Drei der 24 geplanten Simulationsläufe wurden ersatzlos gestrichen (Szenario 6). Vier der 24 geplanten Simulationsläufe wurden z.T. mehrfach wiederholt (eine bis drei Wiederholungen pro Lauf, insgesamt neun Wiederholungen, siehe Kapitel 5.1). Zusätzlich wurden vier Not-Auslaufmanöver mit jeweils nur zwei Assistenzschleppern gefahren, die jedoch nicht weiter in die Wertung dieser Studie einfließen.

Die Startposition der Bemessungsschiffe bei den einlaufenden Simulationsläufe lag in der Mitte der einlaufenden Fahrwasserseite querab Tonne 99. Die Geschwindigkeiten zu Beginn der Simulationsläufe betrugen zwischen 6,9 kn und 9 kn über Grund (siehe Laufprotokolle und Diagramme in Anhang A). Die Assistenzschlepper waren zu Beginn bereits mit dem Bemessungsschiff verbunden.

Die einlaufenden Simulationsläufe wurden nach Erreichen einer sicheren Position in der Liegewanne beendet.

Die Startposition der Bemessungsschiffe bei den auslaufenden Simulationsläufen lag in geringer Distanz parallel zum Liegeplatz. Die Geschwindigkeiten zu Beginn der Simulationsläufe betrug 0 kn über Grund (siehe Laufprotokolle und Diagramme in Anhang A). Die Assistenzschlepper waren zu Beginn bereits mit dem Bemessungsschiff verbunden. Eine Leinenverbindung des Bemessungsschiffes zum Land bestand nicht.

Die auslaufenden Simulationsläufe wurden nach Erreichen einer verkehrsgerechten Position im Fahrwasser beendet.

5.1. Durchgeführte Läufe (Laufliste)

Die folgende Tabelle zeigt, im Vergleich zur geplanten Laufliste (vergleiche Kapitel 4.4.1), die Umweltbedingungen der tatsächlich durchgeführten Simulationsläufe.

Abweichungen sind mit einem **X** markiert, Abweichungen bei wiederholten Läufen sind mit einem **/** gekennzeichnet (siehe Kommentarzeile). Die abweichenden Werte sind ebenfalls in der Liste in **roter Schrift** angegeben.

Weiter sind in der folgenden Tabelle die Reihenfolge der Durchführung sowie die Anzahl der Versuche der einzelnen Läufe inklusive einer einfachen Bewertung angegeben. Ein 'X' im Bewertungsfeld bedeutet, dass dieser Lauf nicht bewertet wurde.

Sicher (ausreichend Reserven)	Sicher (wenig Reserven)	Kritisch (keine Reserven)	Kein sicheres Manöver oder Kollision
----------------------------------	----------------------------	------------------------------	---

#	Szenario	Reihenfolge	Abweichung	Ship	In/out	Tide	NW-Zeit St. Pauli	Stromstärke im Fahrwasser	Wind	Versuche / Bewertung				Kommentar
1		1		Q-MAX (F)	In	0	06:00	0	0		-	-	-	Null Lauf Referenz
2		2		Q-MAX (B)	Out	0	06:00	0	0		-	-	-	Null Lauf Referenz
3	1	3 / 29		Q-MAX (F)	In	1 h vor HW	07:00	1,2 kn	7 (8-9) / SW			-	-	2ter Lauf mit reduzierter Windstärke (6 in Böen 7-8 kn)
4	2	4		Q-MAX (F)	In	1 h nach HW	05:00	1,3 kn	6 (7-8) / SW		-	-	-	Reduzierte Windstärke (6 in Böen 7-8 kn)
5	3	5		Q-MAX (F)	In	Stau	06:00	0 kn	6 (7-8) / NO		-	-	-	Reduzierte Windstärke (6 in Böen 7-8 kn)
6	4	6		Q-MAX (B)	Out	2 h nach NW	09:00	2,4 kn	6 (7-8) / SW		-	-	-	Reduzierte Windstärke (6 in Böen 7-8 kn)
7	5	7		Q-MAX (B)	Out	3 h nach HW	03:00	2,2 kn	6 (7-8) / O			-	-	Reduzierte Windstärke (6 in Böen 7-8 kn)
8	6			Q-MAX (F)	In	3 h vor HW	09:00	2,4 kn	7 (8-9) / SW					Lauf nicht durchgeführt
9		8		Q-LNG (F)	In	0	06:00	0	0		-	-	-	Null Lauf Referenz
10		9		Q-LNG (B)	Out	0	06:00	0	0		-	-	-	Null Lauf Referenz
11	1	10		Q-LNG (F)	In	1 h vor HW	07:00	1,2 kn	7 (8-9) / SW		-	-	-	Windstärke erst ab min 13 auf voller Stärke
12	2	11		Q-LNG (F)	In	1 h nach HW	05:00	1,3 kn	7 (8-9) / SW		-	-	-	
13	3	16		Q-LNG (F)	In	Stau	06:00	0 kn	7 (8-9) / NO		-	-	-	
14	4	12		Q-LNG (B)	Out	2 h nach NW	09:00	2,4 kn	7 (8-9) / SW		-	-	-	
15	5	13/ 14/ 15/ 30		Q-LNG (B)	Out	3 h nach HW	03:00	2,2 kn	7 (8-9) / O		X			3ter + 4ter Lauf mit reduzierter Windstärke (6 in Böen 7-8 kn)
16	6			Q-LNG (F)	In	3 h vor HW	09:00	2,4 kn	7 (8-9) / SW					Lauf nicht durchgeführt
17		17		Global Energy (F)	In	0	06:00	0	0		-	-	-	Null Lauf Referenz
18		18		Global Energy (B)	Out	0	06:00	0	0		-	-	-	Null Lauf Referenz
19	3	19		Global Energy (F)	In	Stau		0 kn (konstant)	6 (7-8) / SW		-	-	-	Tide d. Läufe 19 / 21 getauscht / Red Wind
20	2	20		Global Energy (F)	In	1 h nach HW	05:00	1,3 kn	6 (7-8) / SW		-	-	-	Reduzierte Windstärke (6 in Böen 7-8 kn)
21	1	24 / 25 / 32		Global Energy (F)	In	1 h vor HW	07:00	1,2 kn	6 (7-8) / NO		X		-	Tide d. Läufe 19 / 21 getauscht / Lauf 2 abgebrochen, unbewertet
22	4	21		Global Energy (B)	Out	2 h nach NW	09:00	2,4 kn	6 (7-8) / SW		-	-	-	Reduzierte Windstärke (6 in Böen 7-8 kn)
23	5	22/ 23/ 33/ 34		Global Energy (B)	Out	3 h nach HW	03:00	2,2 kn	6 (7-8) / O					Reduzierte Windstärke (6 in Böen 7-8 kn)
24	6			Global Energy (F)	In	3 h vor HW	09:00	2,4 kn	7 (8-9) / SW					Lauf nicht durchgeführt
25		26 / 31		Q-MAX (F)	Out	3 h nach HW	03:00	2,2 kn	6 (7-8) / O		x	x	-	2 Schlepper Not-Auslaufmanöver / 2ter Lauf Schlepper achtern
26		27 / 28		Q-LNG (B)	Out	3 h nach HW	03:00	2,2 kn	6 (7-8) / O		x	x	-	2 Schlepper Not-Auslaufmanöver

Tabelle 2: Laufliste mit Änderungen

5.2. Steuerung der Assistenzschlepper

Die Steuerung der Assistenzschlepper (Fremdschiffschlepper) erfolgte durch die Instrukturen.

Schlepperkommandos erfolgten von der Simulatorbrücke per Sprechfunk und wurden entsprechend der jeweiligen Situation von den Instrukturen umgesetzt. Sowohl Positionierung als auch Leistung wurden entsprechend der dynamischen Situation des Schiffes (Fahrt durchs Wasser) gemäß nebenstehender Tabelle eingestellt.

Die Tabelle gibt Annäherungswerte für reduzierte Schleppkräfte bei Fahrt durchs Wasser. Die Werte basieren auf Erfahrungen von Fachleuten.

For pushing and foreward towing tugs					
70 t Bollard Pull			50 t Bollard Pull		
Ownship WT	Tug Force [t]		Ownship WT	Tug Force [t]	
Speed [kn]	Pull	Push	Speed [kn]	Pull	Push
0	70	70	0	50	50
1	64	58	1	46	42
2	58	47	2	42	33
3	53	35	3	38	25
4	47	23	4	33	17
5	41	12	5	29	8
6	35	0	6	25	0
7	29	0	7	21	0
8	23	0	8	17	0
9	18	0	9	13	0
10	12	0	10	8	0
11	6	0	11	4	0
12	0	0	12	0	0

Tabelle 3: Reduzierte Schleppleistung bei Fahrt durchs Wasser

Die Assistenzschlepper hatten zu Beginn einer jeden Simulation gemäß Absprache mit dem jeweiligen Fahrlotsen bereits eine Leinenverbindung mit dem Schiff.

5.3. Szenarien

5.3.1. Szenario 1

Lauf Nr. 3; 11; 21

- Einlaufen ca. 1 Stunde vor Hochwasser (St. Pauli)
- Strömungsgeschwindigkeit bei Start (Tonne 99) ca. 1,2 kn abnehmend
- Windrichtung: Südwest; Windstärke Bft. 7 (in Böen 8 – 9)⁵

5.3.2. Szenario 2

Lauf Nr. 4; 12; 20

- Einlaufen ca. 1 Stunde nach Hochwasser (St. Pauli)
- Strömungsgeschwindigkeit bei Start (Tonne 99) ca. 1,3 kn zunehmend
- Windrichtung: Südwest; Windstärke Bft. 7 (in Böen 8 – 9)⁵

5.3.3. Szenario 3

Lauf Nr. 5; 13; 19

- Einlaufen bei Flut-Stauwasser (Stadersand)
- Strömungsgeschwindigkeit bei Start (Tonne 99) ca. 0 kn
- Windrichtung: Nordost; Windstärke Bft. 7 (in Böen 8 – 9)⁵

5.3.4. Szenario 4

Lauf Nr. 6; 14; 22

- Auslaufen ca. 2 Stunden nach Niedrigwasser (St. Pauli)
- Strömungsgeschwindigkeit bei Start (im Fahrwasser) ca. 2,4 kn abnehmend
- Windrichtung: Südwest; Windstärke Bft. 7 (in Böen 8 – 9)⁵

5.3.5. Szenario 5

- Auslaufen ca. 3 Stunden nach Hochwasser (St. Pauli)
- Strömungsgeschwindigkeit bei Start (im Fahrwasser) ca. 2,2 kn abnehmend
- Windrichtung: Ost; Windstärke Bft. 7 (in Böen 8 – 9)⁵.

⁵ Bzw. Bft 6 (in Böen 7-8) – siehe Laufprotokolle im Anhang A

5.3.6. Szenario 6⁶

- Einlaufen ca. 3 Stunden vor Hochwasser (St. Pauli)
- Strömungsgeschwindigkeit bei Start (Tonne 99) ca. 2,4 kn abnehmend
- Windrichtung: Südwest; Windstärke Bft. 7 (in Böen 8 – 9)

5.4. Datenaufzeichnung

Die Daten der einzelnen Simulationsläufe wurden folgendermaßen gesichert.

- Bildschirmaufzeichnungen (Screenshots) nach Ende eines jeweiligen Simulationslaufes in jeweils drei Vergrößerungsstufen (siehe Anhang A).
- Sicherung des jeweils gesamten Simulationslaufes innerhalb des Simulators als sog. *Replay File (Rex file)*.
Replay Files ermöglichen die nachträgliche Wiedergabe eines Simulationslaufes inkl. der Möglichkeit einer nachträglichen Daten-Extrahierung im Simulator.
- Tabellarische Datensicherung mittels externer Software.
- Handschriftliche Notizen der einzelnen Simulationsläufe und deren Nachbesprechungen.

⁶ Nach Erkenntnis, dass Bedingungen zu schwierig seien wurde beschlossen dieses Szenario nicht durchzuführen.

6. Bewertungskriterien

Die im folgenden Kapitel 7 vorgestellten Ergebnisse berücksichtigen die relevanten hydrodynamischen Einflussgrößen, Umweltfaktoren sowie genutzte und verfügbare Ressourcen. Die Einflussgrößen der Umweltbedingungen stellen für die geforderte sichere Manöverdurchführung signifikante Parameter dar. Aufgrund der beschlossenen Rahmenbedingungen für die einzelnen Simulationsläufe fließen die Einflussgrößen kombiniert in die Bewertung ein. Eine differenzierte Zuordnung einzelner Einflussgrößen auf die Manöver erfolgte im Rahmen der Nachbesprechung (Expert Rating), soweit dies möglich war.

Im Rahmen der Bewertungen der einzelnen Simulationsläufe wurde in der Nachbesprechung die generelle Sicherheit des jeweiligen Manövers in Bezug auf sichere Abstände sowie vorhanden Reserven eingeordnet. Reserven bezeichnen hier in erster Linie die eingesetzten bzw. noch verfügbaren Schlepperkräfte. Weiter zählen zu den Reserven die genutzte bzw. noch vorhandene Manöverfläche (Manöverraum), sowie schiffseigene Ressourcen wie Hauptmaschine, Ruder und Bugstrahlruder.

7. Bewertung

Im Rahmen der viertägigen Untersuchung wurden insgesamt 34 Simulationsläufe mit Ein- und Auslaufmanövern zum und vom geplanten LNG-Terminal AVG-Stade gemäß der Aufgabenstellung aus der Leistungsbeschreibung mit den drei Bemessungsschiffen durchgeführt.

Auf Grundlage der ermittelten Daten, der Experteneinschätzung sowie den Erfahrungen aus vorhergehenden Simulationsstudien können belastbare Ergebnisse zu den Grenzwerten der Ein- und Auslaufbedingungen abgeleitet werden.

Nachfolgend wird die Auswertung der Simulationsläufe in der Reihenfolge der Szenarien teils zusammengefasst wiedergegeben.

Die Windparameter (Stärke und Richtung) entsprechen, im Rahmen der Grenzwertbetrachtung, den schwierigsten anzunehmenden Bedingungen (worst case szenarios).

7.1. Referenzläufe

Die Analyse der Referenzläufe⁷ ergibt, dass sowohl das Ein- als auch das Auslaufen mit den drei unterschiedlichen Bemessungsschiffen, ohne den Einfluss von Wind und Strömung, sicher und kontrolliert durchgeführt werden kann. Die verfügbaren Schlepperkräfte waren insofern mehr als ausreichend, als dass die eingesetzten Schlepperkräfte fast ausschließlich im mittleren Bereich lagen. Der Einsatz maximaler Schleppkräfte erfolgte kaum und wenn auch nur sehr kurzzeitig. Die Manöver der Referenzläufe wurden als jederzeit sicher bewertet, Reserven waren stets ausreichend vorhanden.

⁷ Nach Laufliste: Nr. 1;2; 9:10: 17; 18

7.2. Bewertung Szenario 1

Lauf Nr. 3; 11; 21

Einlaufen ca. 1 Stunde vor Hochwasser (St. Pauli), Strömungsgeschwindigkeit bei Start (Tonne 99) ca. 1,2 kn abnehmend. Windrichtung: Südwest; Windstärke Bft. 7 (in Böen 8 – 9).

Die Bewertung dieses Szenarios erfolgt für die jeweiligen Bemessungsschiffe unterschiedlich. Die Parameter wurden teilweise leicht geändert. So wurde ein wiederholter Lauf dieses Szenarios mit dem Bemessungsschiff Q-Max mit reduzierter Windstärke durchgeführt. Der Lauf mit dem Bemessungsschiff Global Energy wurde mit Winden aus nordöstlicher Richtung durchgeführt. Weiter wurden nach dem ersten Lauf die Schlepperkräfte (von 2 x 50 t + 2 x 70 t auf 4 x 70 t Pfahlzug) erhöht und für alle weiteren Läufe⁸ beibehalten.

Erwartungsgemäß stellten die mitlaufende Strömung und der auflandige Wind erschwerende Faktoren für das Einlaufmanöver dar. Die auf das Schiff wirkenden externen Kräfte mussten mit den verfügbaren Manöverelementen und Schlepperkräften ausgeglichen werden. Durch die geringere Fahrt durchs Wasser wurde das Schiff frühzeitiger von der Windkraft beeinflusst.

Bemessungsschiff Q-Max (Laufnummer. 3 & 3 B)

Der erste Lauf (Nr. 3) mit dem Bemessungsschiff Q-Max wurde als unsicher bewertet.

- Das Schiff lief in sicheren Abständen zu der Dalbenreihe und der äußeren Schutzwand in die Liegewanne ein.
- Nach dem Aufstoppen des Schiffes war der Abstand zur südlichen Spundwand für die Einsatzfähigkeit des vorderen Schleppers nicht mehr ausreichend. Aus diesem Grund wurde dieser Lauf für unsicher befunden.

Aus diesem Lauf folgte die Erkenntnis, dass die Windkräfte zu stark und gleichzeitig Schlepperkräfte als nicht ausreichend angesetzt waren. Es wurde daraufhin im Einvernehmen aller Beteiligten im Einverständnis des Auftragsgebers beschlossen für dieses Bemessungsschiff die Windstärke um eine Windstärke (auf Bft. 6 in Böen 7 - 8) zu reduzieren. Weiter wurde beschlossen für alle folgenden Bemessungsschiffe die verfügbaren Schlepperkräfte von 2 x 50 to + 2 x 70 to auf 4 x 70 to Pfahlzug, zu erhöhen.

Der Lauf wurde am vierten Tag mit anderen Fahrlotsen, reduzierter Windstärke und erhöhter Schlepperkräfte wiederholt⁹.

Der wiederholte Lauf wurde als sicher bewertet. Das Schiff lief in sicheren Abständen zu der Dalbenreihe und der äußeren Schutzwand in die Liegewanne ein und wurde in der Liegewanne in sicherer Position gestoppt.

Schlepperkräfte wurden weitestgehend maximal eingesetzt, so dass hier nur eine geringe Reserve blieb.

Der Einfluss des Flutstroms wurde von den Fahrlotsen als anspruchsvoll bewertet.

⁸ Alle weiteren Läufe unabhängig von Szenarien oder Bemessungsschiffen

⁹ Lauf 3 B (laufende Nr. 29)

Bei der Bewertung dieses Laues als ‚sicher‘ ist auch die vom Fahrlotsen angemerkte ‚ungünstige Ausgangslage‘ zu berücksichtigen. Der Fahrlotse gab an, dass er sich in der Realität eine andere Ausgangslage bei Tonne 99 erarbeitet hätte, als dies in der Simulation der Fall war. So hätte der Fahrlotse das Schiff in der Realität bei Tonne 99 etwas südlicher positioniert und dabei die Fahrtgeschwindigkeit bereits früher um etwa zwei Knoten reduziert, um eine bessere Ausgangslage für das Einlaufmanöver zu erhalten.

Insofern kann die ‚ungünstige Ausgangslage‘ des Simulationslaufes als zusätzlicher Sicherheitspuffer bei der Bewertung betrachtet werden, als dass sich die Ausgangslage in der Realität vorteilhafter erarbeitet worden wäre.

Bemessungsschiff Q-LNG (Laufnummer 11)

Dieser Simulationslauf wurde als sicher bewertet. Das Schiff lief in sicheren Abständen zu der Dalbenreihe und der äußeren Schutzwand in die Liegewanne ein und wurde in der Liegewanne in sicherer Position gestoppt.

Im Vergleich zum gleichen Manöver mit dem Bemessungsschiff Q-Max wurden etwas weniger Schlepperkräfte eingesetzt, so dass die verfügbaren Reserven mit ausreichend bewertet wurden.

Aufgrund früher Fahrtreduzierung und verspäteter Einstellung der maximalen Windstärke driftete das Schiff kurz vor Einlaufen in Richtung Fahrwassermittel. Der Einfluss auf die Sicherheit dieses Manövers wurde als unkritisch bewertet. Lediglich die Dauer des Manövers wurde hierdurch geringfügig erhöht.

Bemessungsschiff Global Energy (Laufnummer 21; 21 B & 21 C)

Das Szenario 1 wurde mit dem Bemessungsschiff Global Energy mit Windrichtung Nordost (anstatt Südwest) durchgeführt. Wie bei dem zweiten Lauf (3 B) wurde hier von vornherein die Windstärke auf Bft. 6 in Böen 7 – 8 reduziert.

Der erste Lauf wurde nach einer Kollision des Hecks mit dem Anleger als unsicher bewertet. Die eingesetzten Schlepperkräfte waren nicht ausreichend die entstandene Quertendenz des Schiffes rechtzeitig zu stoppen und die Kollision zu verhindern.

Der zweite Lauf konnte aus zeitlichen Gründen nicht abgeschlossen werden und wurde nicht bewertet.

Der dritte Lauf wurde als sicheres Manöver bewertet. Das Schiff lief in sicheren Abständen zu der Dalbenreihe und der äußeren Schutzwand in die Liegewanne ein und wurde in der Liegewanne in sicherer Position gestoppt.

Schlepperkräfte wurden über einen längeren Zeitraum maximal eingesetzt. Die zur Verfügung stehende Schleppkraftreserven wurde als grenzwertig bewertet.

7.2.1. Bewertung Szenario 2

Lauf Nr. 4; 12; 20

Einlaufen ca. 1 Stunde nach Hochwasser (St. Pauli), Strömungsgeschwindigkeit bei Start (Tonne 99) ca. 1,3 kn zunehmend. Windrichtung: Südwest; Windstärke Bft. 7 (in Böen 8 – 9).

Erwartungsgemäß stellte die entgegen der Fahrtrichtung laufende Ebbströmung, anders als die Flutströmung, einen vorteilhaften Faktor für das Einlaufmanöver dar. Durch die höhere Fahrt durchs Wasser wirkte der seitliche Winddruck später, was sich auch in dem geringeren und zeitlich späteren Einsatz von Schlepperkräften darstellt.

Die Läufe mit den Bemessungsschiffen Q-Max und Global Energy wurden mit reduzierter Windstärke (Bft. 6 in Böen 7-8) durchgeführt.

Die Bewertung dieses Szenarios erfolgt für alle drei Bemessungsschiffe gemeinsam.

Die Einlaufmanöver aller drei Bemessungsschiffe wurden als sicher mit ausreichend Reserven bewertet. In allen drei Simulationsläufen liefen die Schiffe in sicheren Abständen zu der Dalbenreihe und der äußeren Schutzwand in die Liegewanne ein und konnten in der Liegewanne in sicherer Position gestoppt werden.

Schlepperkräfte wurden teils maximal eingesetzt, es blieben bei allen Läufen aber immer ausreichend Reserven.

Das Anlegemanöver gegen den Wind mit Hilfe von nur zwei drückenden Schleppern wurde als grenzwertig bewertet. Hierbei sind aber folgende relativierende Faktoren zu berücksichtigen:

- Dies betraf lediglich die Zeitpunkte der größten Windstärken (Böen mit Bft. 8).
- Es wurde ohne Windabschattung simuliert.
- Es wurde ohne Festmacherleinen simuliert.
- Es wurden teils nicht alle Schlepper eingesetzt.

7.2.2. Bewertung Szenario 3

Lauf Nr. 5; 13; 19

Einlaufen bei Flut-Stauwasser (Stadersand), Strömungsgeschwindigkeit bei Start (Tonne 99) ca. 0 kn. Windrichtung: Nordost; Windstärke Bft. 7 (in Böen 8 – 9).

Die Bewertung dieses Szenarios erfolgt für die jeweiligen Bemessungsschiffe unterschiedlich. Die Windrichtung für den Lauf mit dem Bemessungsschiff Global Energy wurde auf Südwest (anstatt Nordost) geändert.

Bemessungsschiff Q-Max (Laufnummer 5)

Dieser Lauf wurde als sicher bewertet. Das Schiff lief in sicheren Abständen zu der Dalbenreihe und der äußeren Schutzwand in die Liegewanne ein und wurde in der Liegewanne in sicherer Position gestoppt.

Schlepperkräfte wurden nicht voll eingesetzt, so dass ausreichend Reserven vorhanden waren.

Bemessungsschiff Q-LNG (Laufnummer 13)

Dieser Lauf wurde nach einer Kollision des Heckes mit dem Anleger als unsicher bewertet. Die eingesetzten Schlepperkräfte waren nicht ausreichend die entstandene Quertendenz des Schiffes rechtzeitig zu stoppen und die Kollision zu verhindern.

Bemessungsschiff Global Energy (Laufnummer 19)

Dieser Lauf wurde als sicher bewertet. Das Schiff lief in sicheren Abständen zu der Dalbenreihe und der äußeren Schutzwand in die Liegewanne ein und wurde in der Liegewanne in sicherer Position gestoppt.

Schlepperkräfte wurden nicht voll eingesetzt, so dass ausreichend Reserven vorhanden waren.

Aufgrund früher Fahrtreduzierung driftete das Schiff kurz vor Einlaufen in Richtung Fahrwassermitte. Der Einfluss auf die Sicherheit dieses Manövers wurde als unkritisch bewertet. Lediglich die Dauer des Manövers wurde hierdurch geringfügig erhöht.

7.2.3. Bewertung Szenario 4

Lauf Nr. 6; 14; 22

Auslaufen ca. 2 Stunden nach Niedrigwasser (St. Pauli), Strömungsgeschwindigkeit bei Start (im Fahrwasser) ca. 2,4 kn abnehmend. Windrichtung: Südwest; Windstärke Bft. 7 (in Böen 8 – 9).

Die Läufe mit den Bemessungsschiffen Q-Max und Global Energy wurden mit reduzierter Windstärke (Bft. 6 in Böen 7-8) durchgeführt.

Die Auslaufmanöver aller drei Bemessungsschiffe wurde als sicher mit ausreichend Reserven bewertet.

In allen drei Läufen liefen die Schiffe kontrolliert rückwärts aus der Liegewanne aus und konnten mit den Schlepperkräften zügig in das Fahrwasser eingedreht werden. Als vorteilhaft erwies sich dabei stets die Flutströmung, die das Eindrehen unterstützte.

Schlepperkräfte wurden verhältnismäßig geringfügig eingesetzt, es blieben bei allen Läufen stets ausreichend Reserven vorhanden.

Beobachtet wurde ein teils geringer Abstand zum Ende der äußeren Schutzwand. Hierbei sind aber folgende relativierende Faktoren zu berücksichtigen.

- Die optische Einschätzung von Distanzen im Simulator ist im Vergleich zur Realität aufgrund des 2-dimensionalen Bildes deutlich schwieriger.
- Schlepper wurden unmittelbar nach dem Start zum Abtauen eingesetzt, (vermutlich) da zu diesem Zeitpunkt im Simulator noch kein ‚Gefühl‘ für den Wind vorhanden sein konnte.
- Da ohne Windabschattung simuliert wurde, ist davon auszugehen, dass seitliche Windlast auf das Schiff in der Realität geringer ausfällt.
- Es ist davon auszugehen, dass die Schlepperbesatzung in der Realität einen kritischen Abstand frühzeitig melden würde.
- Es wäre genügend Manövrierraum vorhanden, um das Schiff etwas später in das Fahrwasser einzudrehen und dadurch einen größeren Abstand zu wahren.
- Eine geringfügige Verschiebung des nördlichen Endes der äußeren Schutzwand Richtung Fahrwasser wurde bereits angeregt und von allen Beteiligten als vorteilhaft eingestuft. Wäre eine solche Verschiebung hier bereits vorhanden gewesen, wäre der Abstand nicht erwähnenswert gewesen.

7.2.4. Bewertung Szenario 5

Auslaufen ca. 3 Stunden nach Hochwasser (St. Pauli), Strömungsgeschwindigkeit bei Start (im Fahrwasser) ca. 2,2 kn abnehmend. Windrichtung: Ost; Windstärke Bft. 7 (in Böen 8 – 9).

Der auflandige Wind erschwert das Ablegen und rückwärtige Auslaufen. Die starke Ebbströmung wirkt beim Eindrehen ins Fahrwasser frühzeitig auf das Heck und erzeugt eine Querkraft, die entgegen der Drehrichtung über Steuerbord wirkt. Im Vergleich zum unterstützenden Flutstrom ist für das Eindrehen unter Ebbstrombedingungen mehr Schlepperkraft erforderlich und die Dauer des Eindrehens vergrößert sich.

Nach dem rückwärtigen Eindrehen ins Fahrwasser stellt die starke Ebbströmung einen nachteiligen Faktor dar. Das Schiff wird von der Ebbströmung vertrieben, und durch die langsame Aufnahme von Fahrt durchs Wasser unterliegt das Schiff länger und stärker dem seitlichen Winddruck.

Die Läufe mit den Bemessungsschiffen haben gezeigt, dass das rückwärtige Auslaufen aus der Liegewanne unter nahezu vollem Schleppereinsatz möglich ist. Weiter ist das Eindrehen ins Fahrwasser über die Steuerbordseite gegen die Ebbströmung unter nahezu vollem Schlepper möglich. Sowohl beim Auslaufen als auch beim Eindrehen bleiben jedoch nur wenig bis keine Reserven. Für das Eindrehen ins Fahrwasser ist ausreichend Manövrierraum vorhanden. In den Simulationen wurde der verfügbare Manövrierraum nicht voll ausgenutzt.

Problematisch zeigte sich bei den Läufen dieses Szenarios die langsame Fahraufnahme nach dem Eindrehen. Die durch Wind und Strömung entstehende Drift konnte nicht bei allen Läufen rechtzeitig aufgefangen werden. Durch die Drift wurde die einkommende Fahrwasserseite über einen längeren Zeitraum beansprucht. Teilweise entstanden kritische Annäherungen zum Anleger Stade-Bützfleth.

Aus diesen Gründen resultiert die Empfehlung unter den Bedingungen dieses Szenarios nicht auszulaufen.

7.2.5. Bewertung Not – Auslauf – Szenarien

Auf Wunsch des Kunden wurden am vierten Tag der Simulationsstudie sog. Not – Auslaufmanöver mit nur zwei Assistenzschleppern (2 x 70 to Pfahlzug) mit den Bemessungsschiffen Global Energy (abgeladen) und Q-LNG (in Ballast) nachträglich aufgenommen und unter folgenden Umweltbedingungen durchgeführt.

Not-Auslaufen ca. 3 Stunden nach Hochwasser (St. Pauli), Strömungsgeschwindigkeit bei Start (im Fahrwasser) ca. 2,2 kn abnehmend. Windrichtung: Ost; Windstärke Bft. 6 (in Böen 7 – 8).

Die vier Simulationsläufe (je zwei Wiederholungen) haben gezeigt, dass es möglich ist die Bemessungsschiffe zügig, bestenfalls in unter zehn Minuten, vom Liegeplatz zu entfernen.

Da es sich hierbei um ein Not-Auslauf-Manöver handelte, wurden Berührungen mit der Pier vernachlässigt bzw. in Kauf genommen. Nach Einschätzung aller Beteiligten hätten diese Berührungen keine kritischen Folgen für die Sicherheit dargestellt.

8. Management Summary

Im Rahmen der viertägigen Untersuchung wurden insgesamt 34 Simulationsläufe¹⁰ mit Ein- und Auslaufmanövern zum und vom Liegeplatz des geplanten LNG Terminals (AVG-Stade) gemäß der Aufgabenstellung aus der Leistungsbeschreibung mit den drei Bemessungsschiffen¹¹ durchgeführt. Auf der Grundlage der ermittelten Daten, den dokumentierten Expertenmeinungen sowie den Erfahrungen aus vorhergehenden Simulationsuntersuchungen können belastbare Ergebnisse zu den Anlaufbedingungen, Grenzwertermittlung und Risikoanalysen abgeleitet werden. Im Nachfolgenden sollen die wichtigsten Ergebnisse der untersuchten Szenarien wiedergegeben werden. Die am Beginn eines jeden Tages durchgeführten Referenzläufe dienten neben der Verifizierung des Simulators und des Schiffsmodells den beteiligten Lotsen auch zur Gewöhnung an die Simulationsumgebung sowie an die Bemessungsschiffe. Zusammenfassend wurden folgende Erkenntnisse gewonnen.

- Ein- und Auslaufmanöver ohne Einfluss von Wind und Strömung wurden bei allen Bemessungsschiffen als sicher und kontrollierbar mit ausreichenden Reserven bewertet.
- Szenarien 2 und 4 erwiesen sich mit allen Bemessungsschiffen als sicher durchführ- und gut kontrollierbar mit ausreichenden Reserven.
- Folgende Szenarien der Ein- und Auslaufmanöver mit Einfluss von Wind und Strömung wurden zum Teil als kritisch, einige Läufe auch als unsicher bewertet.
 - Szenario 5 erwies sich mit allen Bemessungsschiffen als am anspruchsvollsten.
Von insgesamt 9 Läufen (davon einer unbewertet) wurden 5 Läufe als unsicher bewertet.
Insbesondere die Fahrtaufnahme nach dem Eindrehen ins Fahrwasser und die Kompensation der Wind- und Strömungsdrift erwiesen sich als kritisch.
 - Szenarien 1 und 3 erwiesen sich ebenfalls als anspruchsvoll.
Von insgesamt 9 Läufen (davon einer unbewertet) wurden 3 als unsicher bewertet.
- Es zeigte sich in allen Läufen, dass aufgrund des geringen Manöverraumes, frühzeitige Reaktionen auf ungewünschte Bewegungstendenzen erforderlich sind und wenig Spielraum für Fehlerkorrekturen vorhanden ist.
- Für das Eindrehen ins Fahrwasser ist ausreichend Manövrierraum vorhanden.

¹⁰ 30 Standard Ein- und Auslaufmanöver + 4 Not-Auslaufmanöver

¹¹ Eigentlich 6 Bemessungsschiffe, da je 2 unterschiedliche Tiefgänge (Ballast und abgeladen)

9. Empfehlungen

Maßgebend für die Schwierigkeit der Manöver sind die Umweltbedingungen. Die folgenden Empfehlungen richten sich daher vorrangig auf Einschränkungen von Wind- und Strömungsstärken.

- **Windstärken**
Windstärke Bft. 6 in Böen 7 - 8 sollte für alle Bemessungsschiffe nicht überschritten werden und als absolut obere Grenze gelten.
Es wird empfohlen die ersten Anläufe (bzw. Abgänge) nicht bei voller Windstärke durchzuführen, um Erfahrungen aus der Praxis zu gewinnen und die Ergebnisse aus der Studie zu validieren und ggf. neu zu bewerten.
- **Tidefenster**
Für die Ein- und Auslaufmanöver wird empfohlen folgende Strömungsgeschwindigkeiten nicht zu überschreiten:
 - Einlaufmanöver: 1 kn Flutströmung bis 1,3 kn Ebbströmung
 - Auslaufmanöver: 2,4 kn Flutströmung bis 1 kn EbbströmungEs wird empfohlen die ersten Anläufe (bzw. Abgänge) bei Strömungsgeschwindigkeiten bis maximal 1 kn durchzuführen, um Erfahrungen aus der Praxis zu gewinnen und die Ergebnisse aus der Studie zu validieren und ggf. neu zu bewerten.
- **Einlaufen**
Die Ergebnisse der Simulationsläufe haben gezeigt, dass das Einlaufen bei ablaufendem Wasser mit geringerem Risiko als bei Flutströmung behaftet sind.
Es wird daher empfohlen zumindest die ersten Anläufe bei Ebbströmung zu planen.
- **Auslaufen**
Auslaufen und Eindrehen ins Fahrwasser bei starkem Ebbstrom mit starken Winden aus östlichen Richtungen ist nicht zu empfehlen.
- **Schlepper**
Es wird empfohlen stets mindestens vier Schlepper mit einer jeweiligen Schleppleistung von mindestens 70 t Pfahlzug vorzuhalten.
Die eingesetzten Schlepper sollten das „Arbeiten auf Leine an der Seite“ leisten können.
Es wird empfohlen bei Windstärken von Bft. 6 in Böen 7-8 einen fünften Schlepper bereit zu halten.
- **Windmessstelle**
Zur Bestimmung der örtlich vorherrschenden Windbedingungen wird die Errichtung einer Windmessenrichtung in geographischer Nähe zum Anleger empfohlen. Die gemessenen Winddaten sollten in einer Live-Übertragung an die WSV und / oder Verkehrszentralen, idealerweise auch auf die PPU's weitergeleitet werden.

- **Festmacher**
Eine schnelle Herstellung einer Leinenverbindung ist insbesondere bei bestimmten Wetterlagen (z.B. ablandigen Windrichtungen) äußerst wichtig. Es wird empfohlen sicherzustellen, dass eine zügige Leinenverbindung mit Festmacherleinen stets gewährleistet werden kann. Der Einsatz von Festmacherbooten sollte hierbei erwogen werden.
- **Manöverstrategie**
Es wird der beteiligten Lotsenbrüderschaft empfohlen Manöverstrategien inkl. Abbruchkriterien für alle denkbaren Szenarien zu erarbeiten.
Diese sollten folgende Punkte beinhalten:
 - Beim Einlaufen:
Schlepper sollten frühzeitig, etwa auf Position querab Tonne 99, festgemacht sein.
 - Beim Auslaufen nach dem Eindrehen:
Schlepper sollten nicht vor Erreichen einer verkehrsgerechten Position im Fahrwasser mit ausreichender Geschwindigkeit durchs Wasser entlassen werden.
 - Große Quertendenzen sind generell zu vermeiden.
- **Training und Weiterbildung**
Für Ein- und Auslaufmanöver zu und von diesem Liegeplatz wird empfohlen ein rechtzeitiges umfangreiches Trainingsprogramm im Simulator für die Elblotsen zu entwickeln und durchzuführen.
Das Trainingsprogramm sollte so rechtzeitig beginnen, dass alle Lotsen der Lotsenbrüderschaft Elbe vor einem ersten Anlauf teilgenommen haben können.
- Es wird darüber hinaus empfohlen die Erfahrungen aus den ersten Anläufen vor dem Hintergrund der Ergebnisse dieser Simulationsstudie zu validieren und im Rahmen von Fortbildungsmaßnahmen der gesamten Brüderschaft zur Verfügung zu stellen.
- **Bauliche Anpassungen / Manövrierraum**
Es wird empfohlen den Manövrierraum durch Anpassung der äußeren (östlichen) Schutzwand soweit wie möglich zu vergrößern. Eine komplette Verschiebung der Schutzwand oder Aufklappen Richtung Fahrwasser würde den verfügbaren Manövrierraum deutlich vergrößern, die Manöver dadurch erleichtern und Risiken minimieren.
Auch eine Verkürzung der Schutzwand könnte den verfügbaren Manövrierraum zusätzlich vergrößern.
- **Landseitige Manövrierhilfen**
Die Bereitstellung von landseitigen Manövrierhilfen wie einer Richtfeuerlinie oder Alternativen, wie beispielsweise ein sog 'Inogon leading mark'¹², wird empfohlen.

¹² Positionierungshilfe, Funktionsweise basiert auf dem Moiré-Effekt

- Beleuchtung
Anleger, Schutzwände sowie Dalben sollten ausreichend beleuchtet sein.
Dabei ist darauf zu achten, die Beleuchtung in der Art zu installieren, dass die Schiffsführung davon nicht geblendet wird.
- Platzierung der Tonne 101
Bei der Konstruktion dieses LNG Terminals ist eine Verlegung der Tonne 101 unvermeidlich. Der neue Standort sollte den verfügbaren Manövrierraum nicht verkleinern.
- Befenderung der äußeren Schutzwand
Es wird empfohlen den nördlichen Abweiser der äußeren Schutzwand rundherum ausreichend durch Fender zu schützen.
- Strömungsdaten
Es wird empfohlen eine Vorrichtung zur Messung der Gezeitenströmung an einer ortsnahen Stelle einzurichten und die gemessenen Daten in Echtzeit zu übermitteln (beispielsweise an die PPUs).
- Verkehr
Das An- und Ablegen sollte in Abstimmung mit der Verkehrszentrale und dem Fahrlotsen erfolgen und dabei die jeweilige Verkehrssituation berücksichtigen.
Seemännische Grundregeln zur Vermeidung von Sog und Wellenschlag sollten eingehalten werden.

Dokumentation - Anhang A



Auftraggeber:



**Hanseatic
Energy
Hub**

Hanseatic Energy Hub GmbH

Verfasser:



Johannes C. Kluge
Dipl.-Wirtsch.-Ing. für Seeverkehr (FH)

Februar 2021

Inhaltsverzeichnis

A.	Protokolle und Bildschirmaufnahmen	3
1.	Simulationslauf 1 (Referenzlauf).....	4
2.	Simulationslauf 2 (Referenzlauf).....	7
3.	Simulationslauf 3.....	10
4.	Simulationslauf 3 B.....	14
5.	Simulationslauf 4.....	18
6.	Simulationslauf 5.....	22
7.	Simulationslauf 6.....	26
8.	Simulationslauf 7.....	31
9.	Simulationslauf 9 (Referenzlauf).....	36
10.	Simulationslauf 10 (Referenzlauf)	39
11.	Simulationslauf 11	42
12.	Simulationslauf 12	46
13.	Simulationslauf 13	50
14.	Simulationslauf 14	54
15.	Simulationslauf 15	59
16.	Simulationslauf 15 B.....	63
17.	Simulationslauf 15 C.....	67
18.	Simulationslauf 15 D.....	71
19.	Simulationslauf 17 (Referenzlauf)	75
20.	Simulationslauf 18 (Referenzlauf)	78
21.	Simulationslauf 19	82
22.	Simulationslauf 20	86
23.	Simulationslauf 21	90
24.	Simulationslauf 21 B.....	94
25.	Simulationslauf 21 C.....	98
26.	Simulationslauf 22	102
27.	Simulationslauf 23	107
28.	Simulationslauf 23 B.....	111
29.	Simulationslauf 23 C.....	115
30.	Simulationslauf 23 D.....	119
31.	Simulationslauf 25 (Not – Auslauf).....	123
32.	Simulationslauf 25 B (Not – Auslauf).....	125
33.	Simulationslauf 26 (Not – Auslauf).....	127
34.	Simulationslauf 26 B (Not – Auslauf).....	129

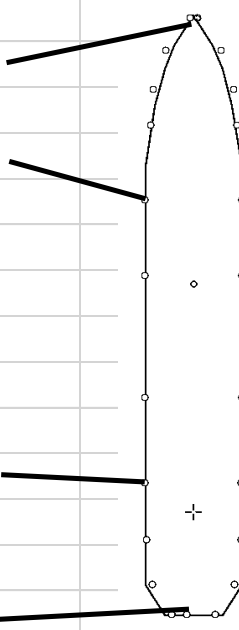
A. Protokolle und Bildschirmaufnahmen

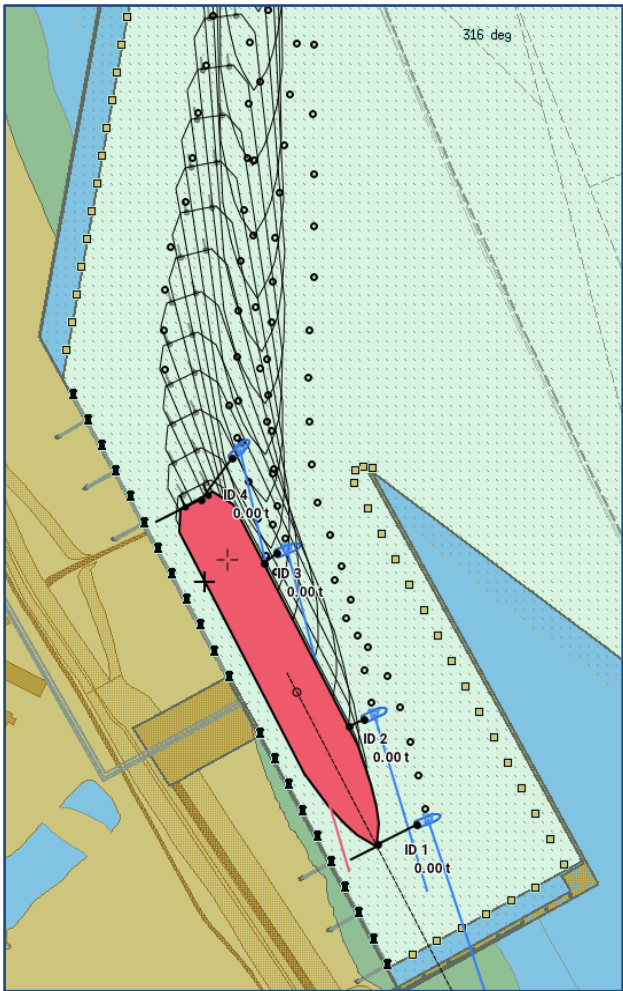
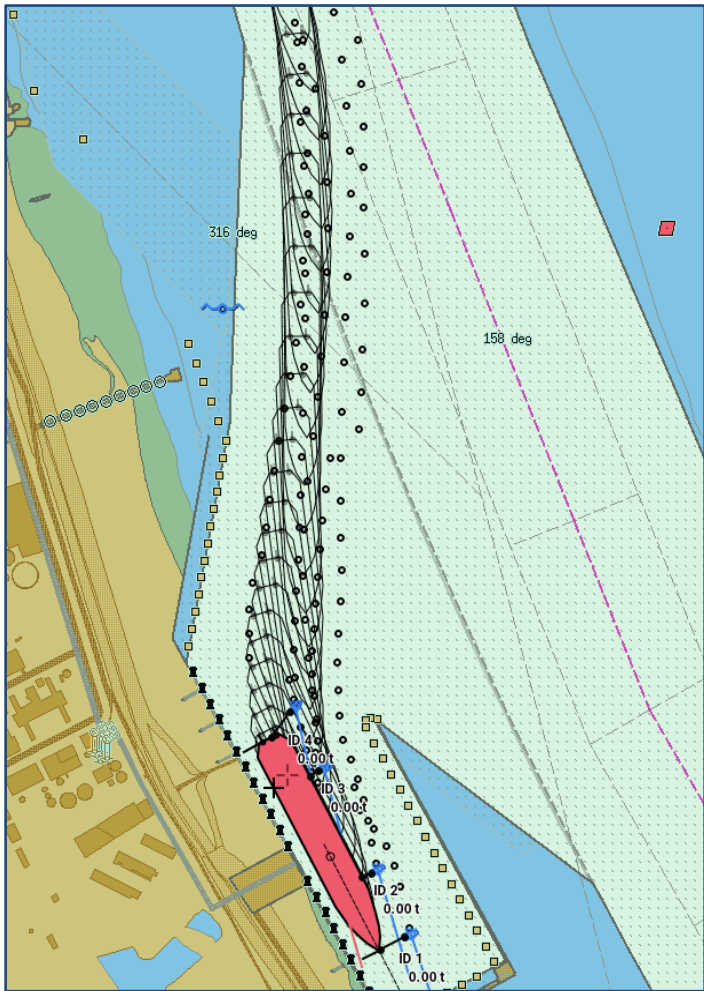
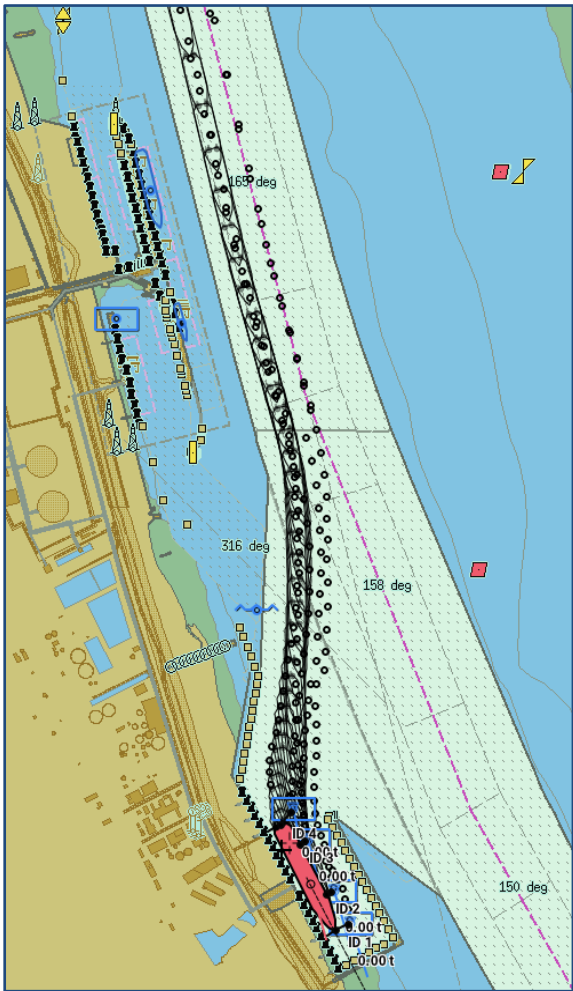
Im Folgenden sind die Protokolle und Bildschirmaufnahmen aller Simulationsläufe aufgeführt. Die Reihenfolge entspricht der Nummerierung gemäß der geplanten Laufliste (geplante Nr.). Wiederholte Simulationsläufe behalten die ursprüngliche Nummerierung und werden durch ergänzende Buchstaben kenntlich gemacht (B = 2ter Versuch, C = 3ter Versuch, usw.). Die „laufende Nr.“ gibt die tatsächlich durchgeführte Reihenfolge an.

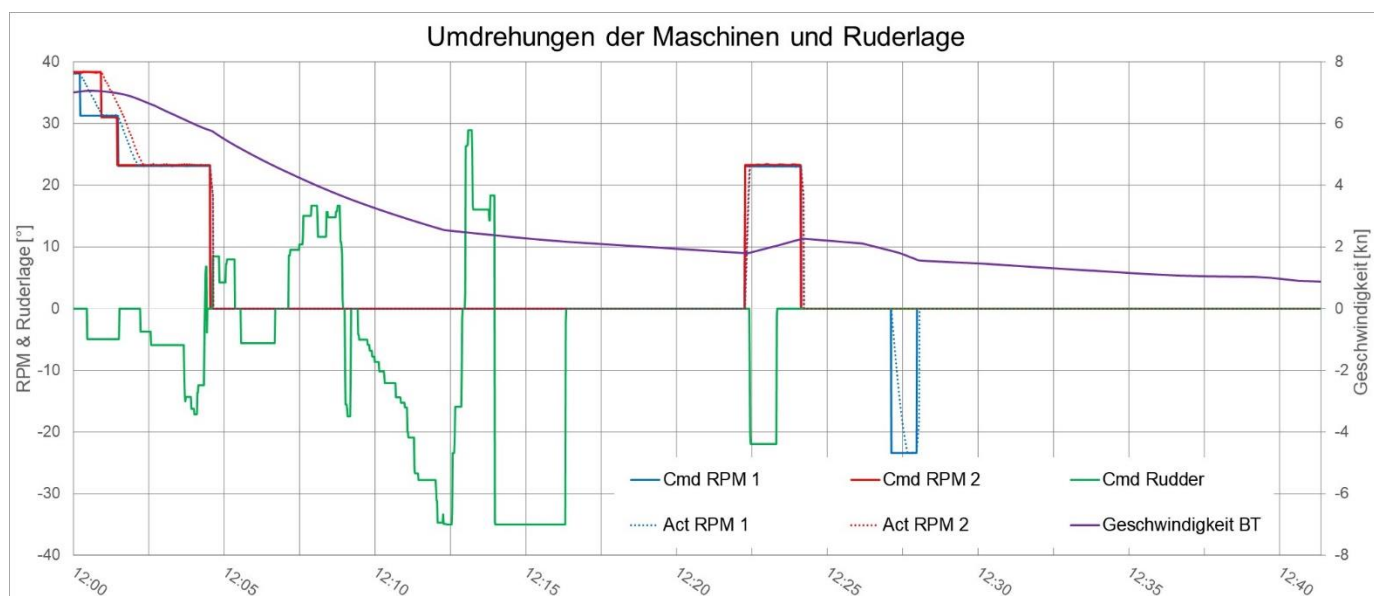
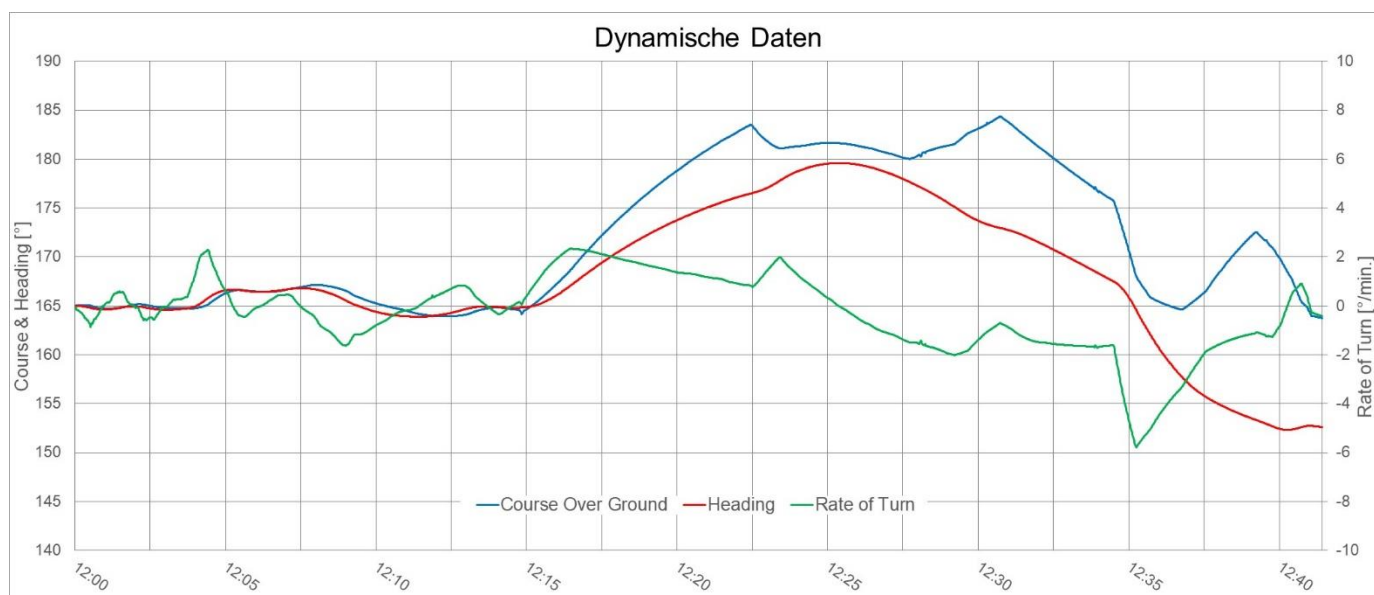
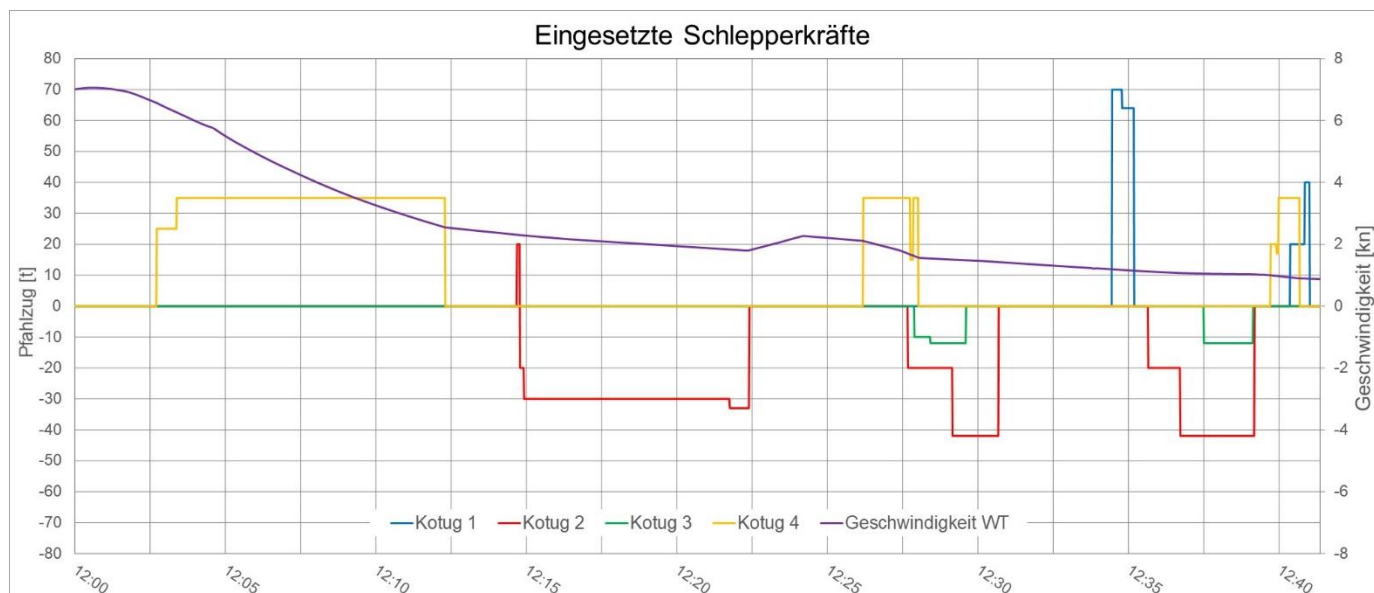
Beispiel: Lauf 23 D

Lauf 23 D ist der vierte Versuch des geplanten Laufes Nr. 23. In der Gesamtreihenfolge war dies der 34te Simulationslauf.

1. Simulationslauf 1 (Referenzlauf)

Nummer		Datum	Zeiten	
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende
1	1	23.11.2020	08:11	08:53
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind	
	Q-LNG (B/L)	In (Ref.)	Stärke	Richtung
	Glob. En. (B/L)		---	---
		Startgeschwindigkeit		
		7,0 kn	Strömung	
	Schlepper		Geschw. @ Start	Flut / Ebbe
		Start Heading	---	---
Tug 1 (70t)			Gezeiten (Zeiteinstellungen)	
Tug 2 (50t)		Start Position	LW Time St. Pauli	Exercise time
		Tonne 99	06:00	12:00
			Fahrlotse	
			Rudergänger	
Tug 3 (50t)		Sicher (ausreichend Reserven)	Kommentare	
		Sicher (wenig Reserven)		
		Kritisch (keine Reserven)		
		Kein sicheres Manöver oder Kollision		
Tug 4 (70t)			Allgemeiner Beschluss: Drückerschlepper sollen in der Lage sein das "Arbeiten an der Leine an der Seite" zu erbringen. D.h. sie sind an der Springklüse festgeamcht und können ohne loszuschmeißen auch drücken.	
FAZIT				
Ohne Wind & Strom - einfaches und sicheres Manöver				
Reserven ausreichend vorhanden gewesen				



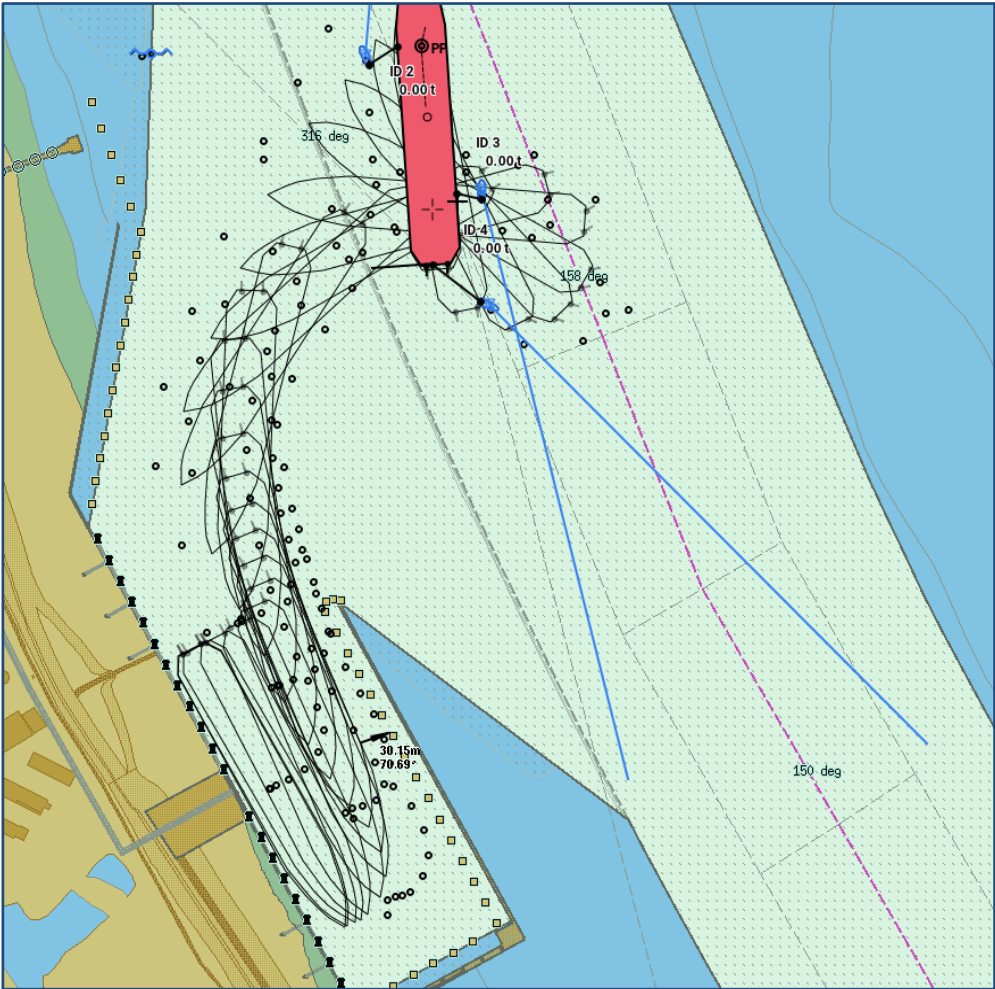
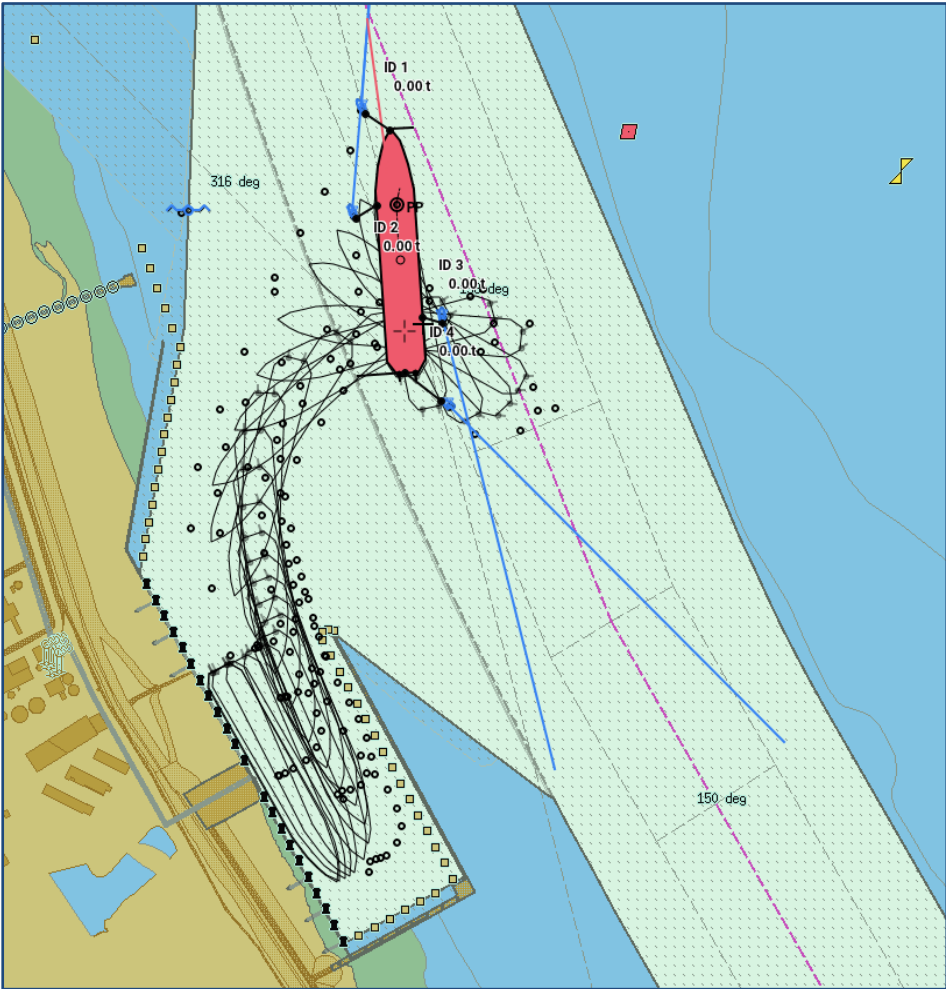


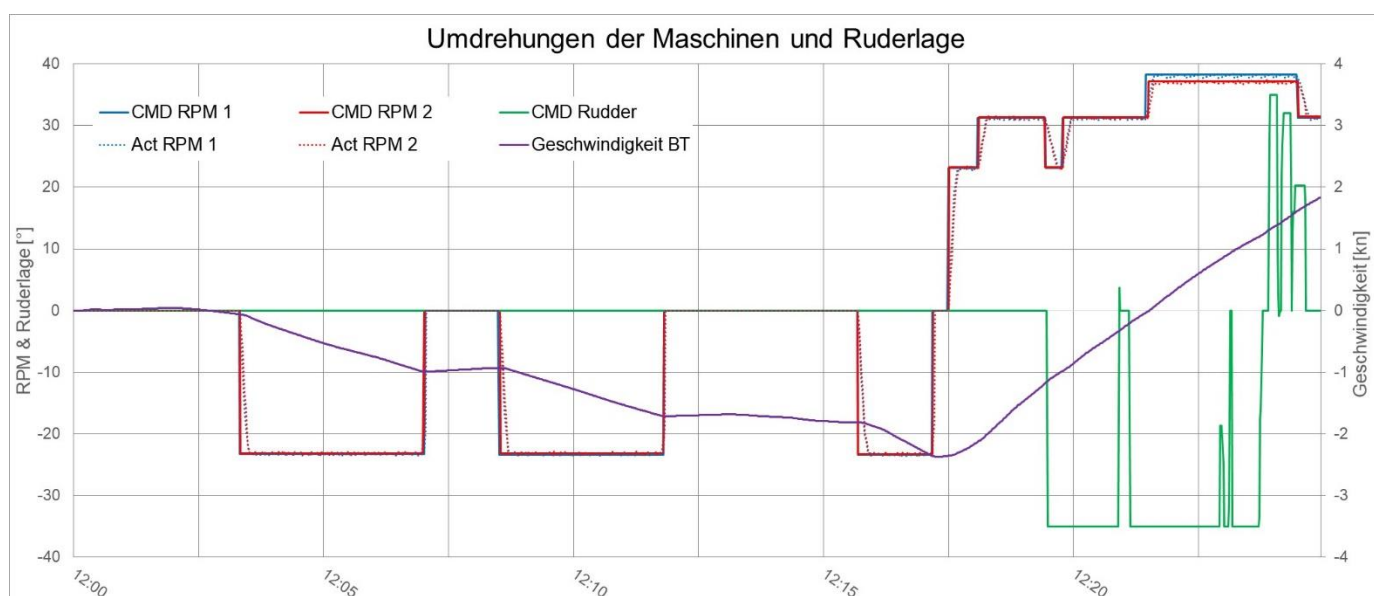
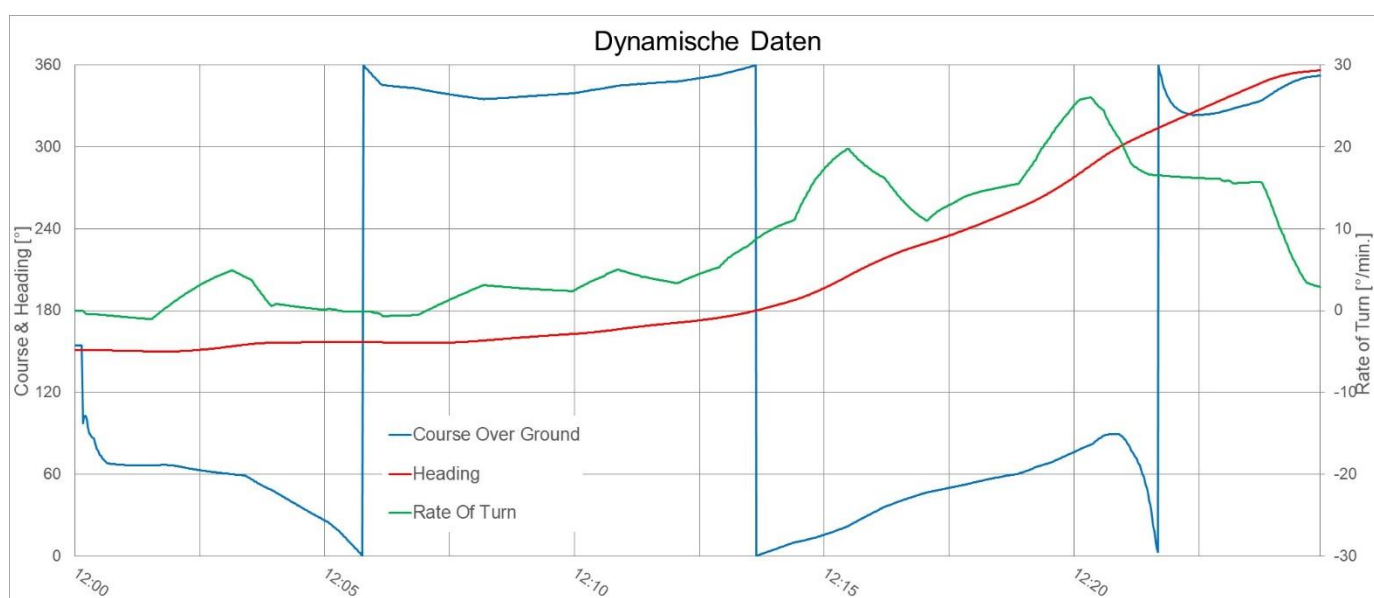
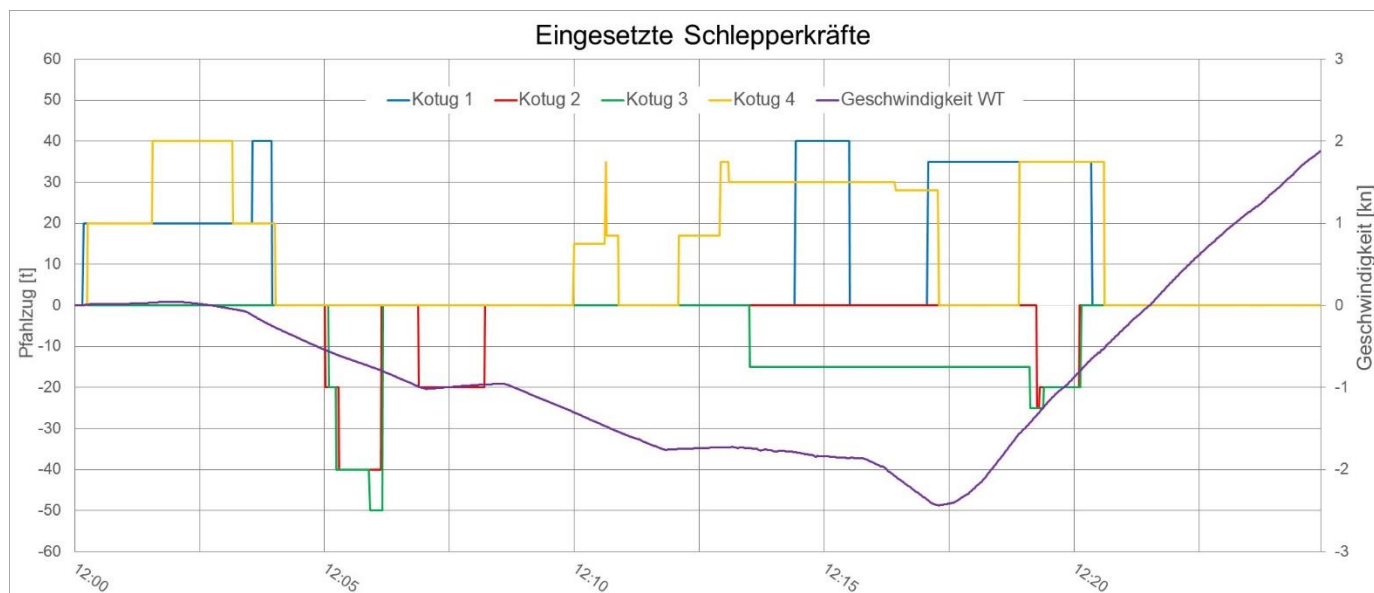
2. Simulationslauf 2 (Referenzlauf)

Nummer		Datum	Zeiten	
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende
2	2	23.11.2020	09:10	09:35
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind	
	Q-LNG (B/L)	Out (Ref.)	Stärke	Richtung
	Glob. En. (B/L)		---	---
		Startgeschwindigkeit		
		0,0 kn	Strömung	
	Schlepper		Geschw. @ Start	Flut / Ebbe
		Start Heading	---	---
		151°		
		Start Position	Gezeiten (Zeiteinstellungen)	
		Liegeplatz	LW Time St. Pauli	Exercise time
			06:00	12:00
			Fahrlotse	
			Rudergänger	
			Kommentare	

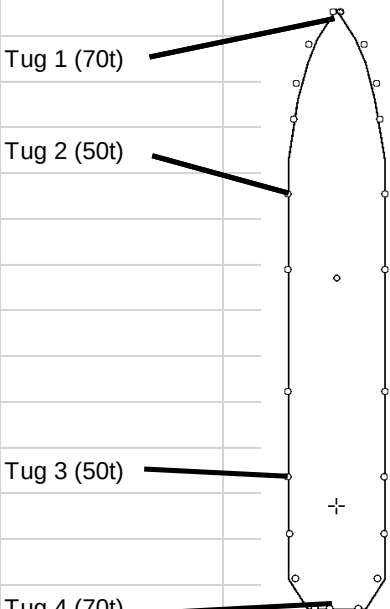
Sicher (ausreichend Reserven)
Sicher (wenig Reserven)
Kritisch (keine Reserven)
Kein sicheres Manöver oder Kollision

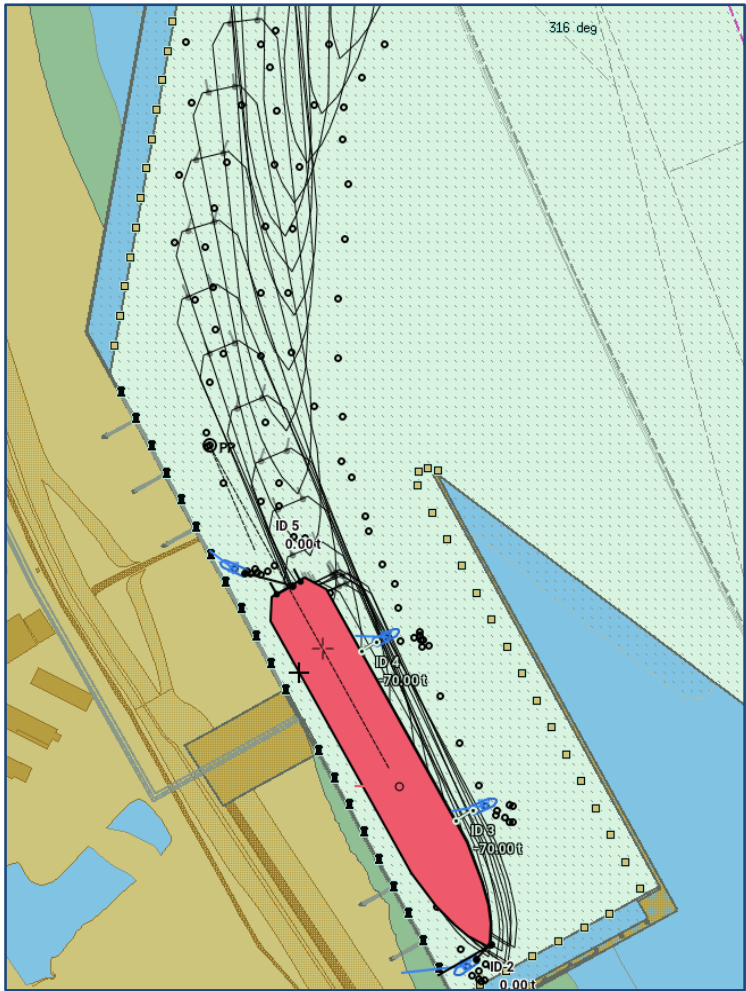
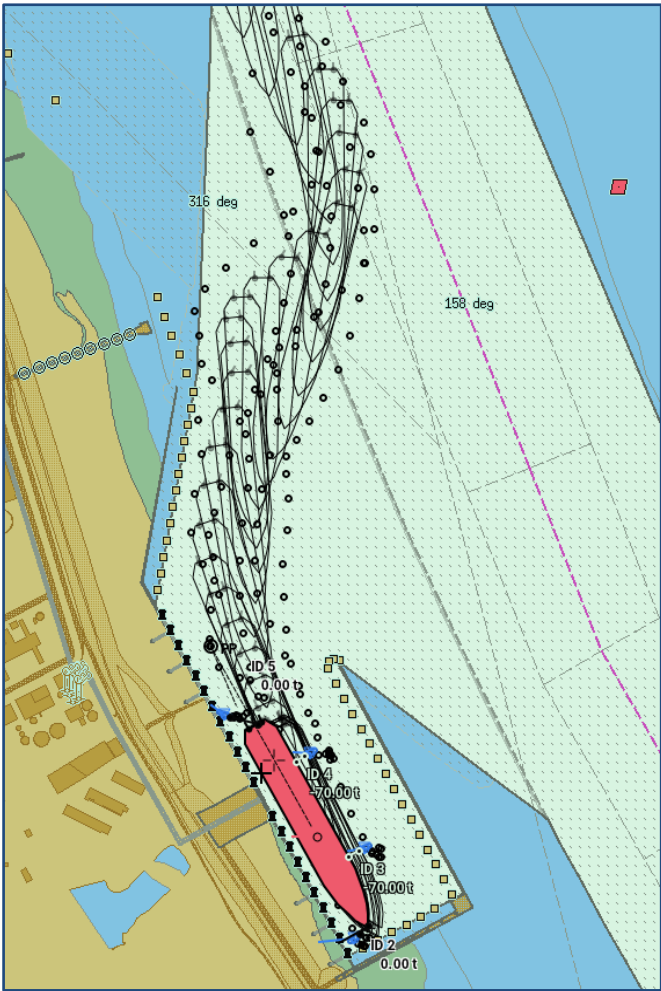
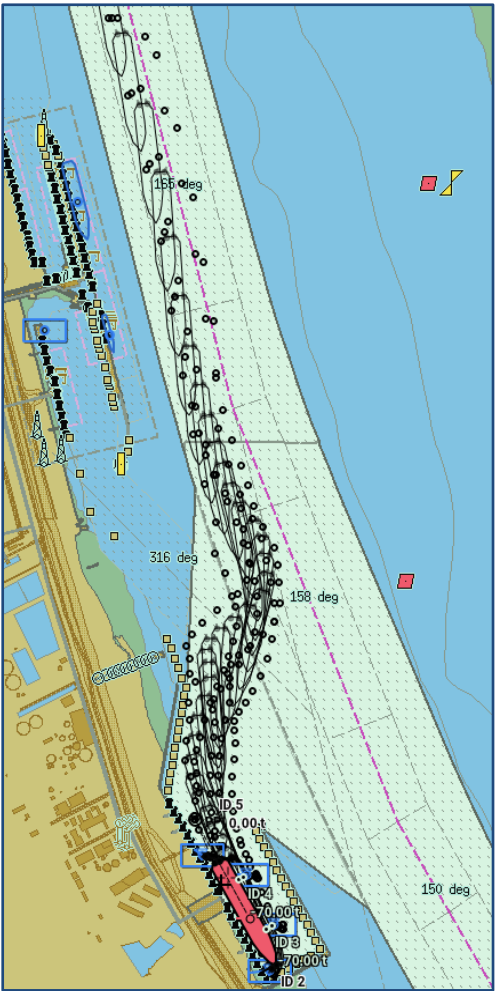
FAZIT
Göhritz: Plan war sich mittig im Becken zu positionieren (dabei aber zu weit nach Bb gekommen wodurch es mit den Drücker-Schleppern und den Dalben eng wurde), Lotse gibt zu, dass eher die Maschine auf rückwärts gelegt werden könnte. Drückerschlepper unverzichtbar (4st. insges. werden gebraucht). Eindrehen war unproblematisch. Abgesehen von der dichten Annäherung (unter 20m) an die Dalben ein sicheres Manöver mit ausreichend Reserven.

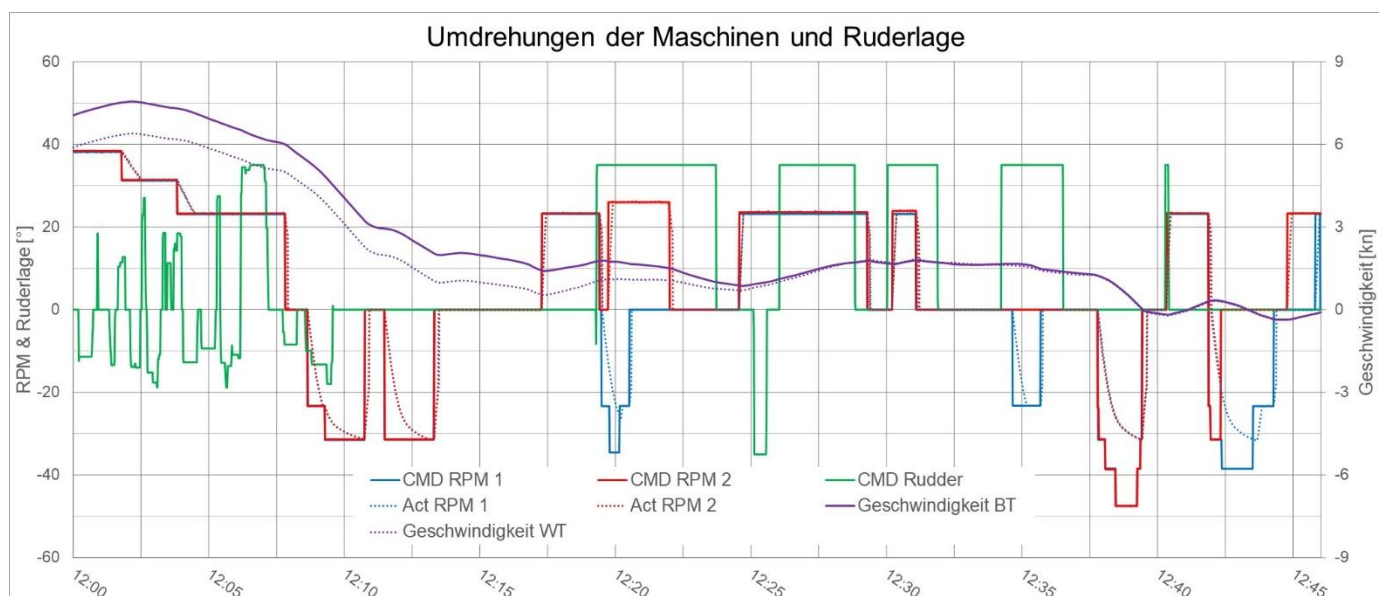
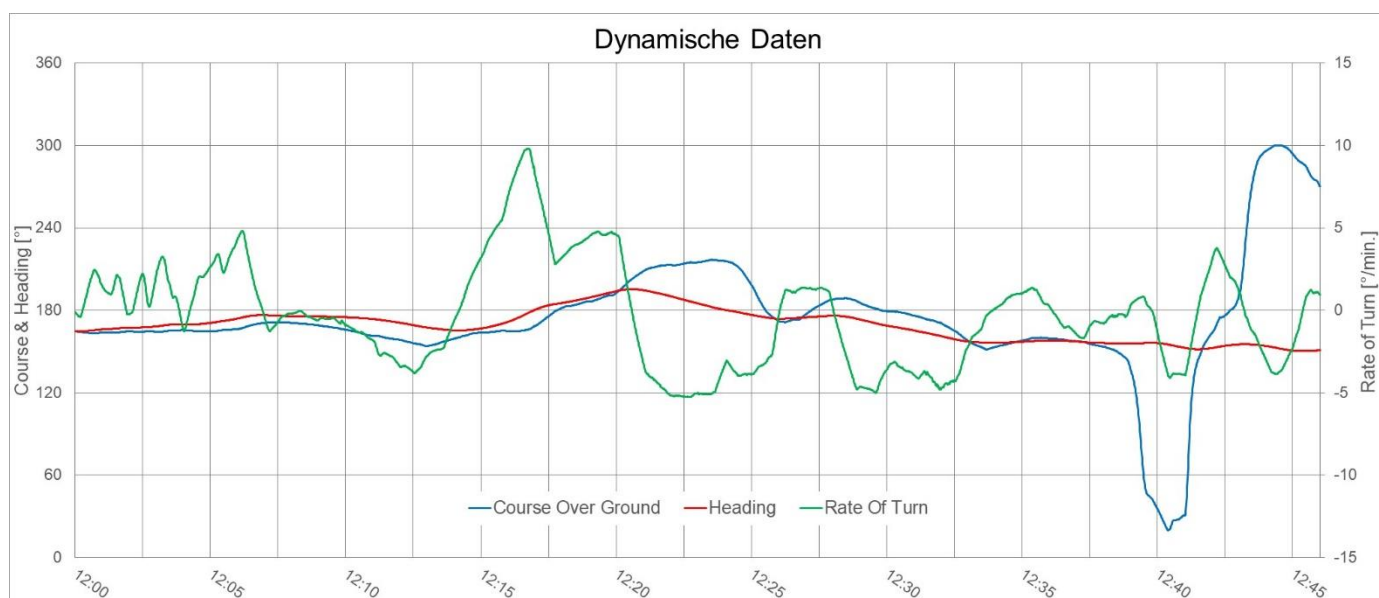
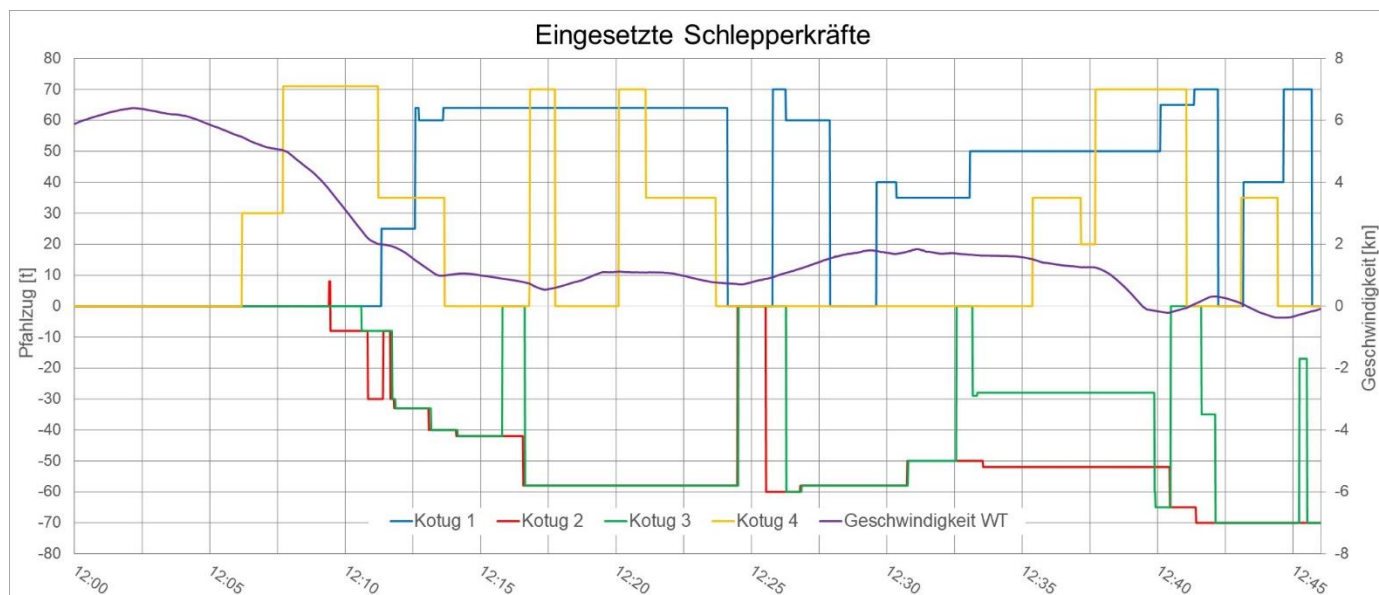


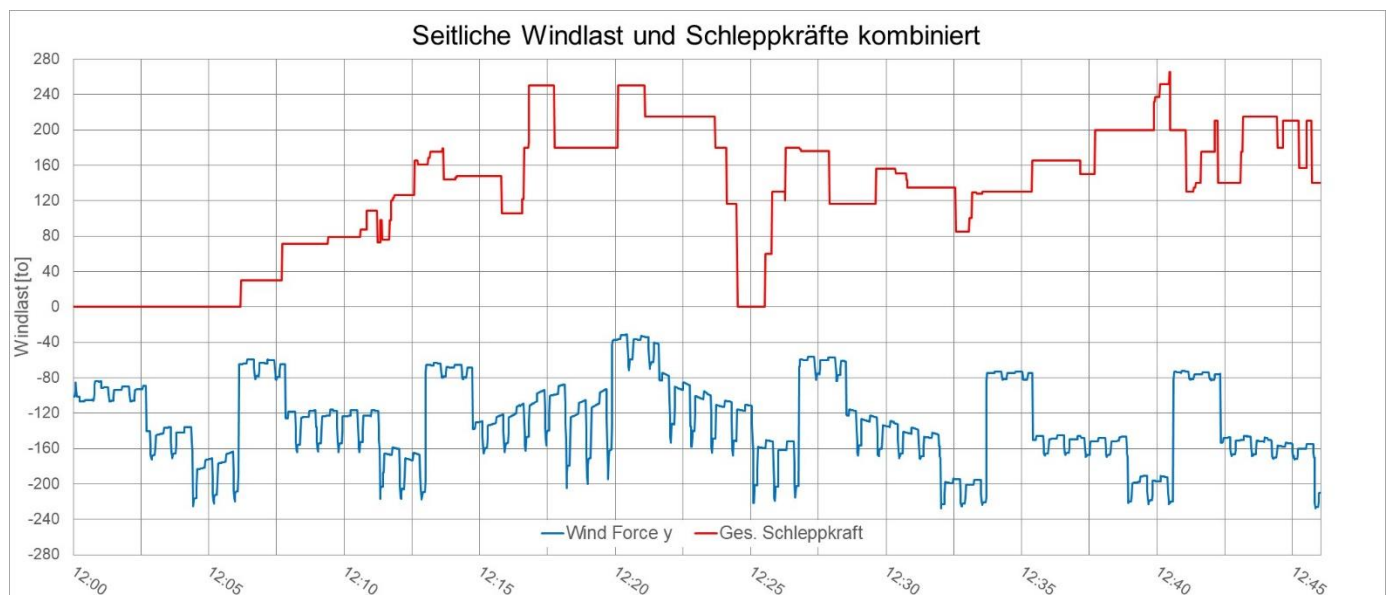
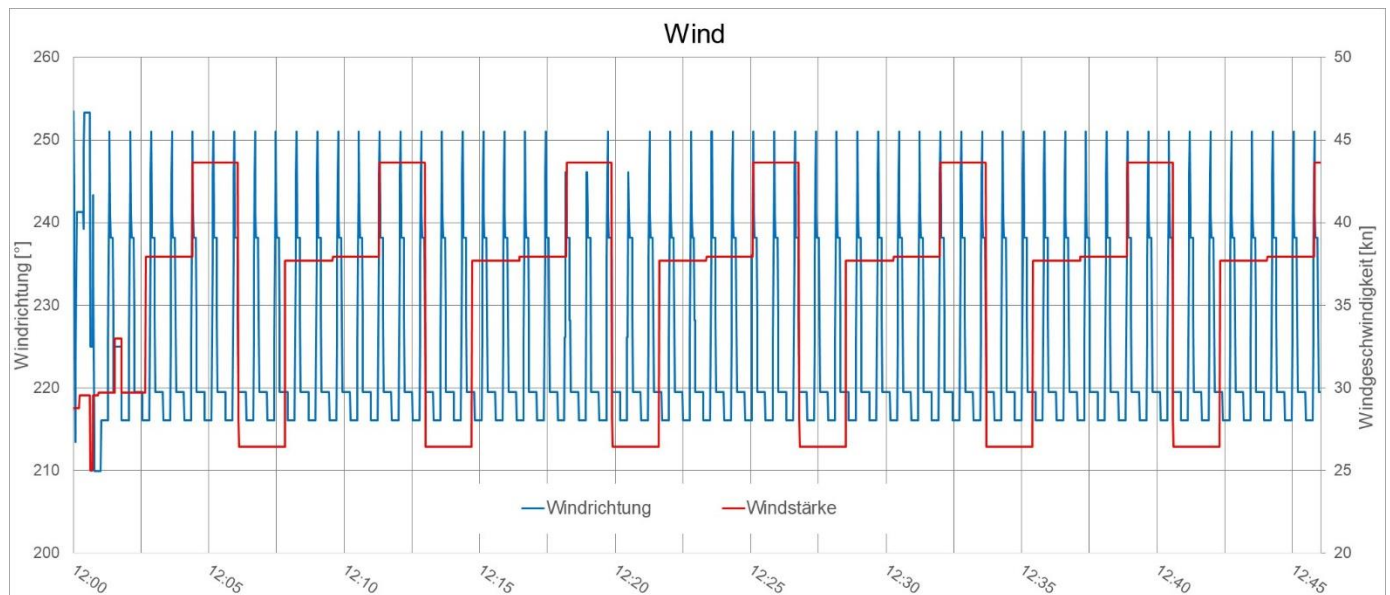


3. Simulationslauf 3

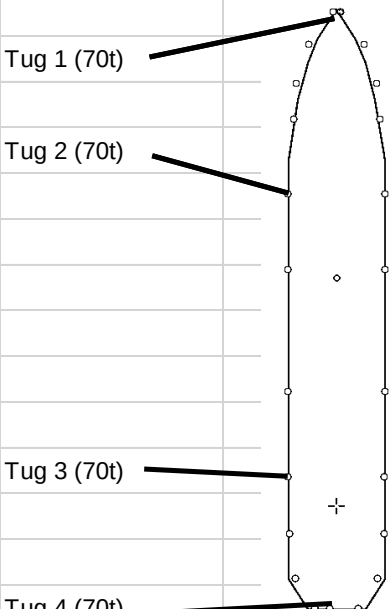
Nummer		Datum	Zeiten	
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende
3	3	23.11.2020	09:55	10:41
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind	
	Q-LNG (B/L)	In	Stärke	Richtung
	Glob. En. (B/L)		7 (8-9)	SW
		Startgeschwindigkeit		
		7,0 (BT) / 5,8 (WT)	Strömung	
Schlepper		Start Heading	Geschw. @ Start	Flut / Ebbe
		165°	1,2 kn	Flut
		Start Position	Gezeiten (Zeiteinstellungen)	
		Tonne 99	LW Time St. Pauli	Exercise time
			07:00	12:00
		Fahrlotse		
		Rudergänger		
		Kommentare		
		Nach Erkenntnis, dass Schleppkräfte nicht ausreichen, während des Laufs die Drückerschlepper auch auf 70t Pflanzug erhöht.		
		Beschluss für weitere Läufe: Wind zu stark - Reduzierung um 1 Bft. auf 6 (in Böen 7-8)		
		Beschluss für weitere Läufe: Schleppkräfte auf 4x70t erhöhen		
FAZIT				
Unsicheres Manöver				
Am Limit - Fahrlotse würde so nicht fahren wollen, hätte in Realität das Manöver abgebrochen - Windkräfte zu stark				

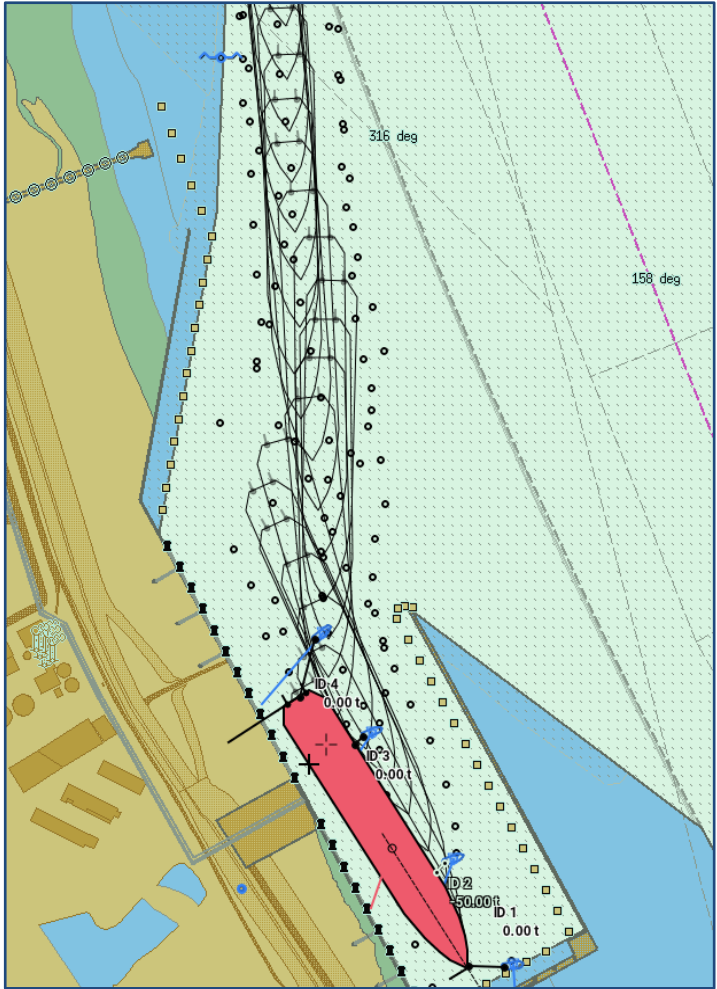
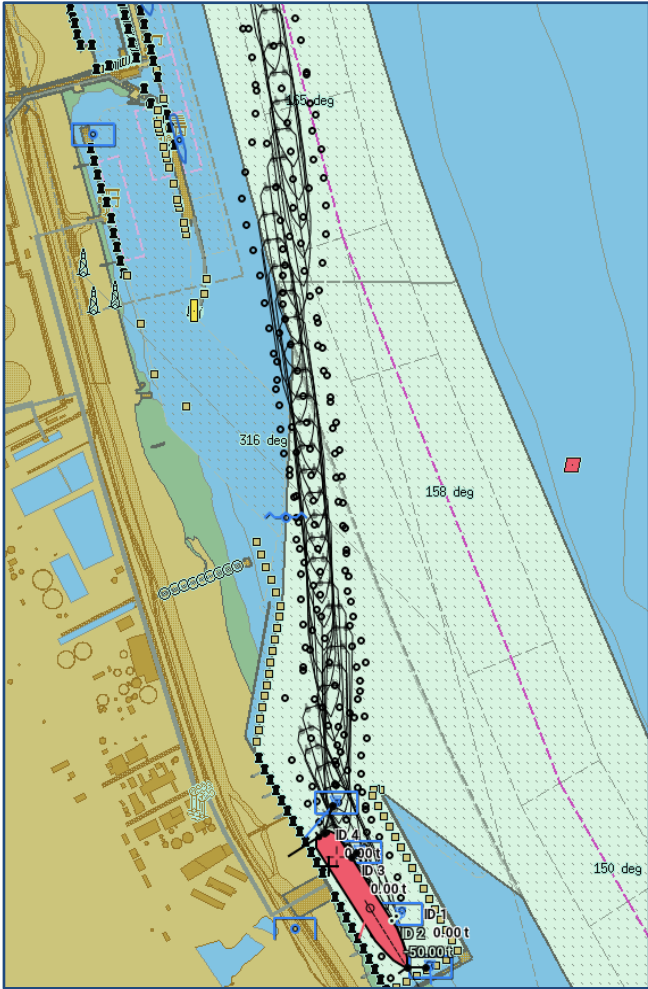
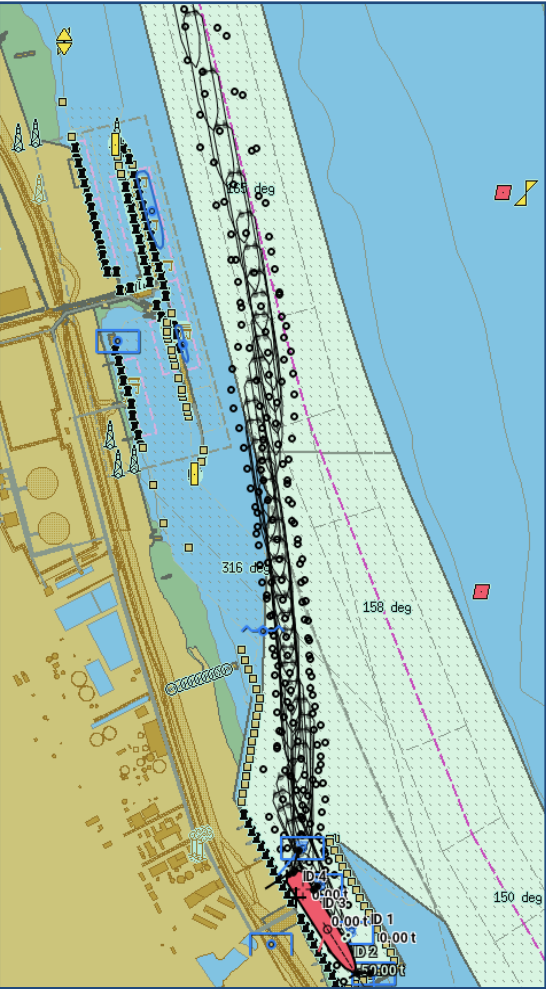


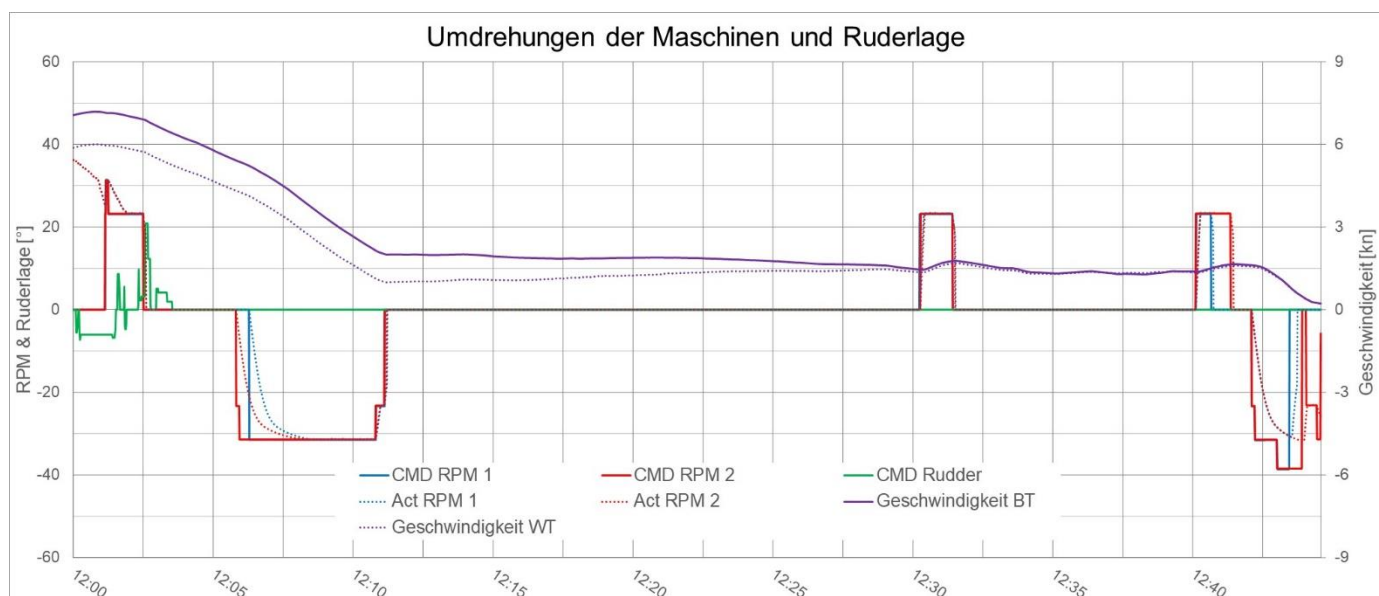
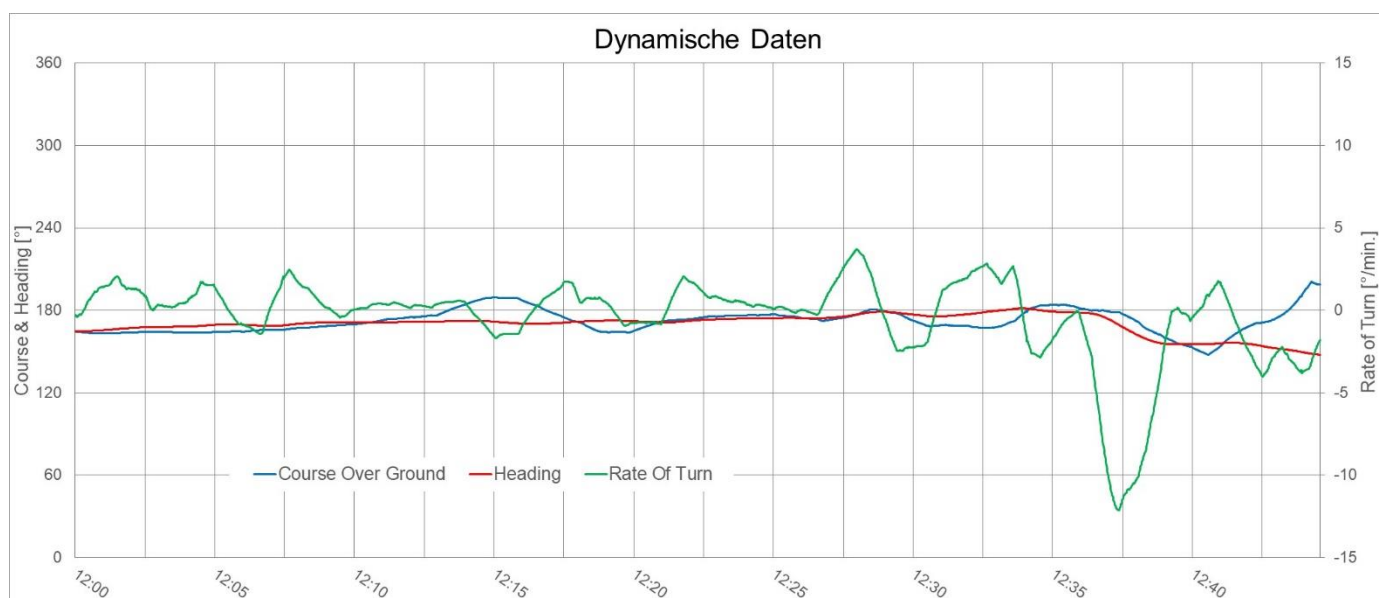
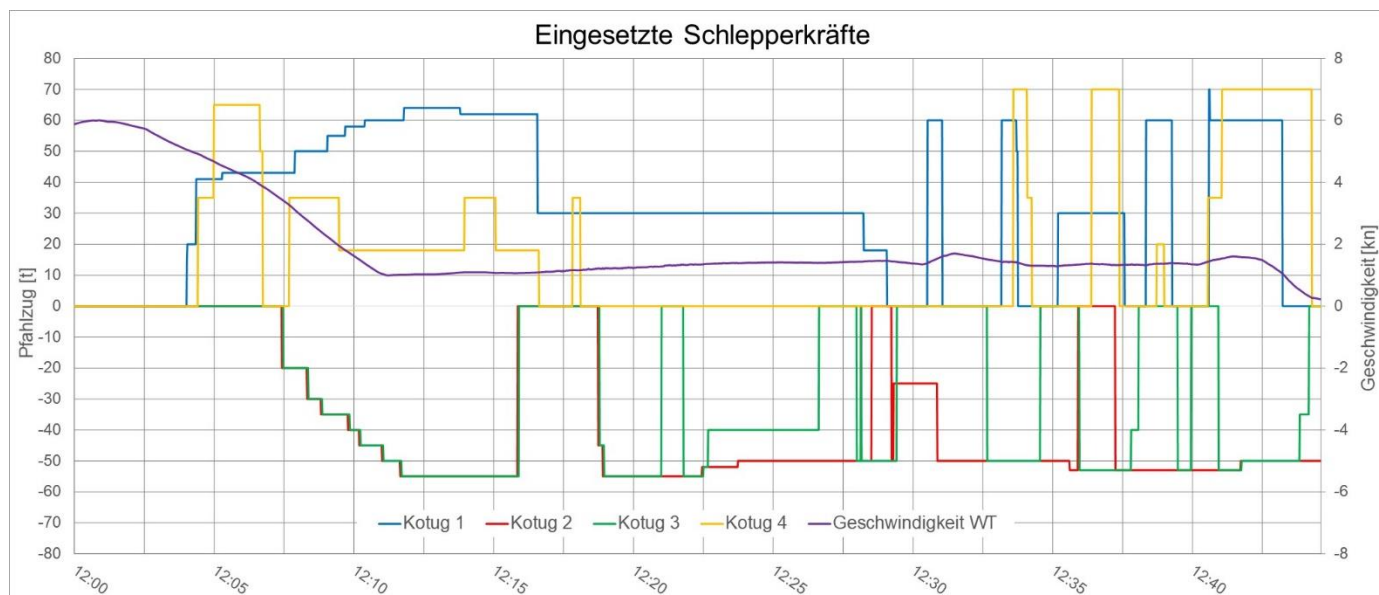


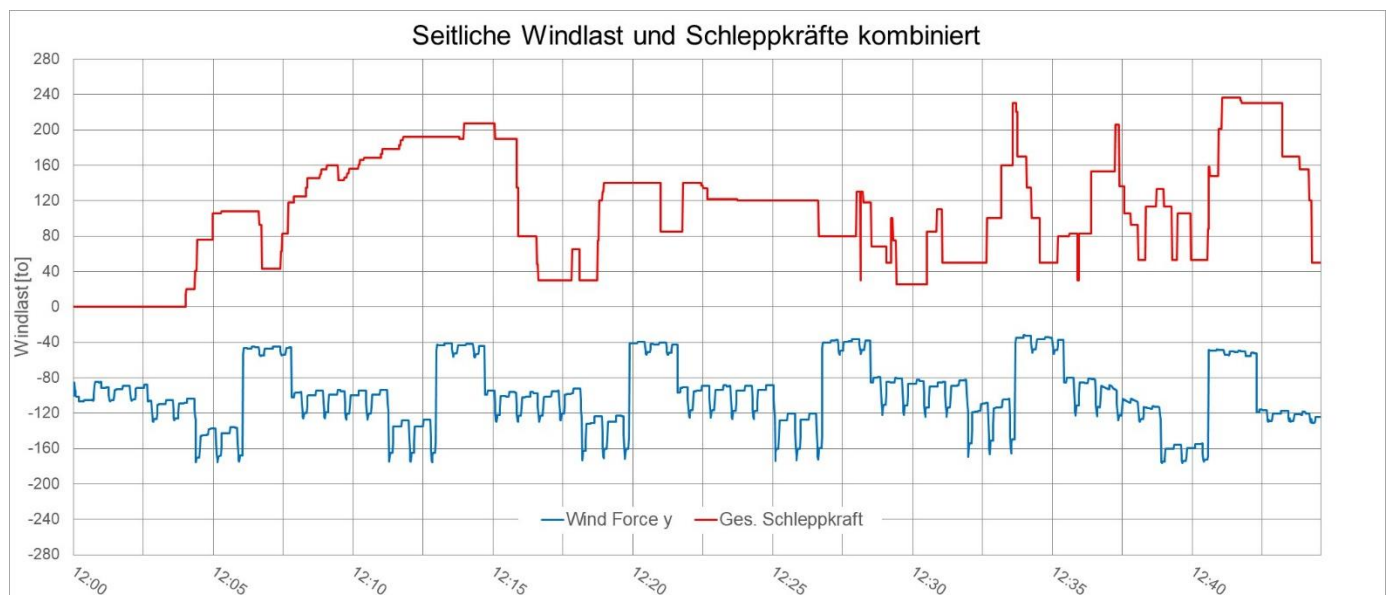
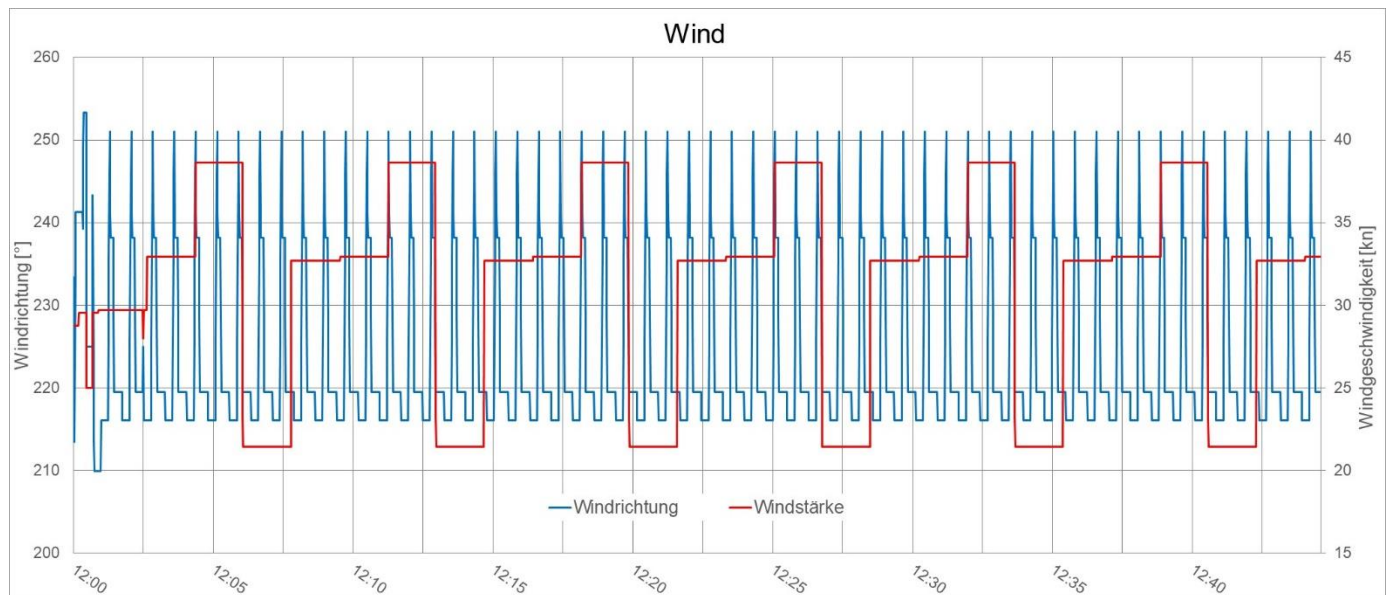


4. Simulationslauf 3 B

Nummer		Datum	Zeiten	
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende
29	3 B	01.12.2020	10:22	11:07
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind	
	Q-LNG (B/L)	In	Stärke	Richtung
	Glob. En. (B/L)		6 (7-8)	SW
		Startgeschwindigkeit		
		7,0 (BT) / 5,8 (WT)	Strömung	
Schlepper		Start Heading	Geschw. @ Start	Flut / Ebbe
		165°	1,2 kn	Flut
		Start Position	Gezeiten (Zeiteinstellungen)	
		Tonne 99	LW Time St. Pauli	Exercise time
			07:00	12:00
		Fahrlotse		
		Rudergänger		
		Kommentare		
		2.ter Versuch mit reduzierter Windstärke und erhöhter Schleppkraft.		
FAZIT		Fahrlotse hätte sich (i.d. Realität) die Startposition bei Tonne 99 etwas weiter südlich am Trassenrand mit etwas weniger Fahrtgeschwindigkeit (2 kn weniger) <i>erarbeitet</i> . Die 'ungünstige' Startposition kann, bezüglich der Bewertung des Laufes, als 'zusätzliche' Sicherheit betrachtet werden		
Im Vergleich zum ersten Versuch besseres Ergebnis. Nach Ansicht des Fahrlotsen wird das Einlaufen mit der Tide generell als 'unschönes' Manöver bewertet. Manöver war stets unter Kontrolle, trotz wenig vorhandener Reserven als sicher bewertet.				







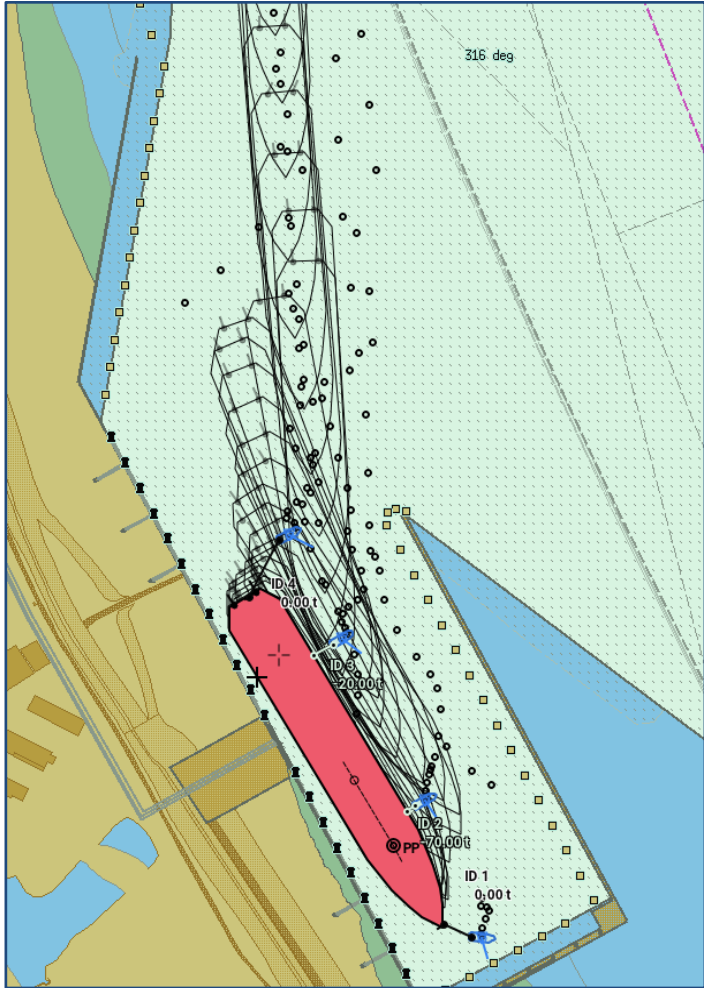
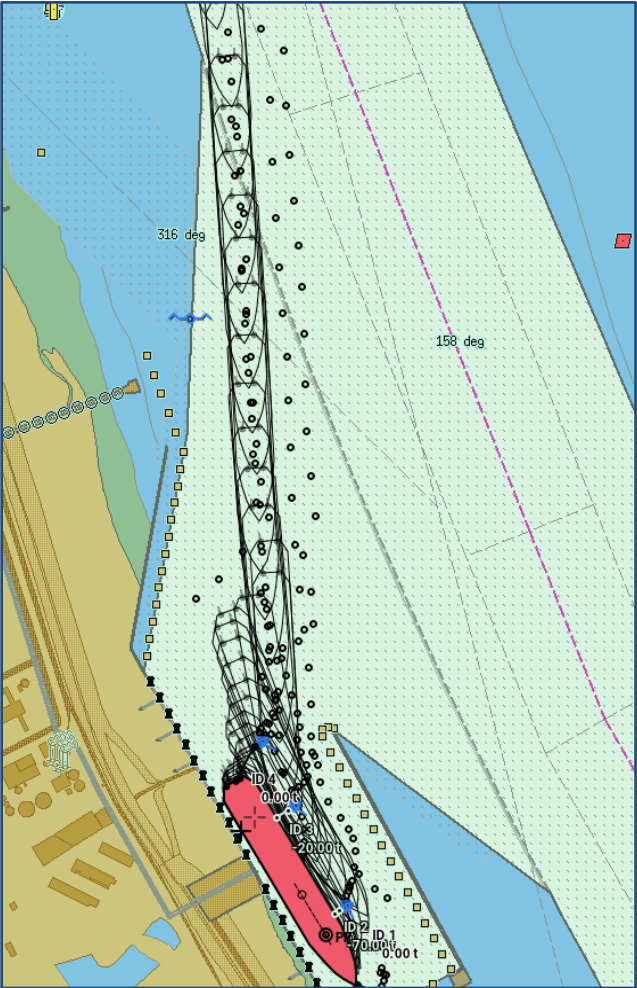
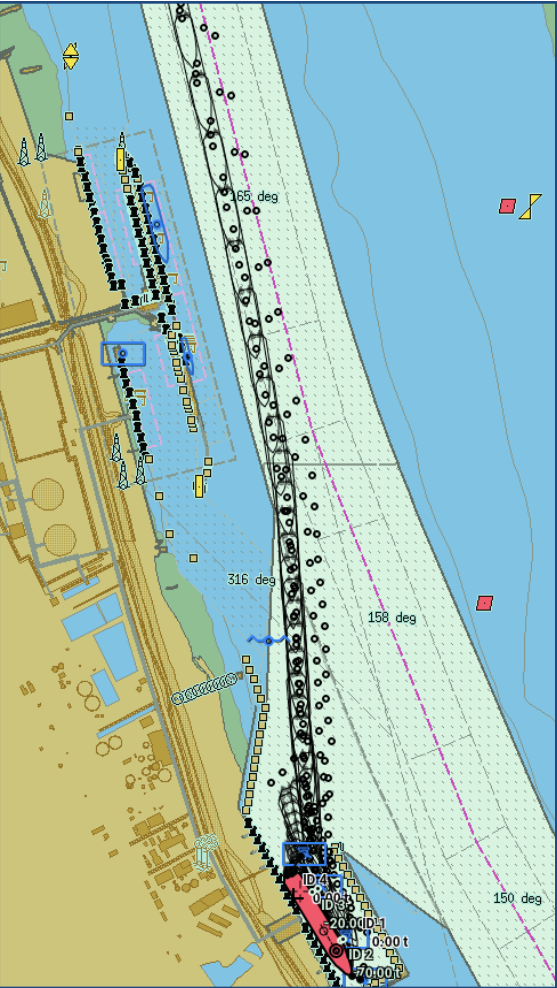
5. Simulationslauf 4

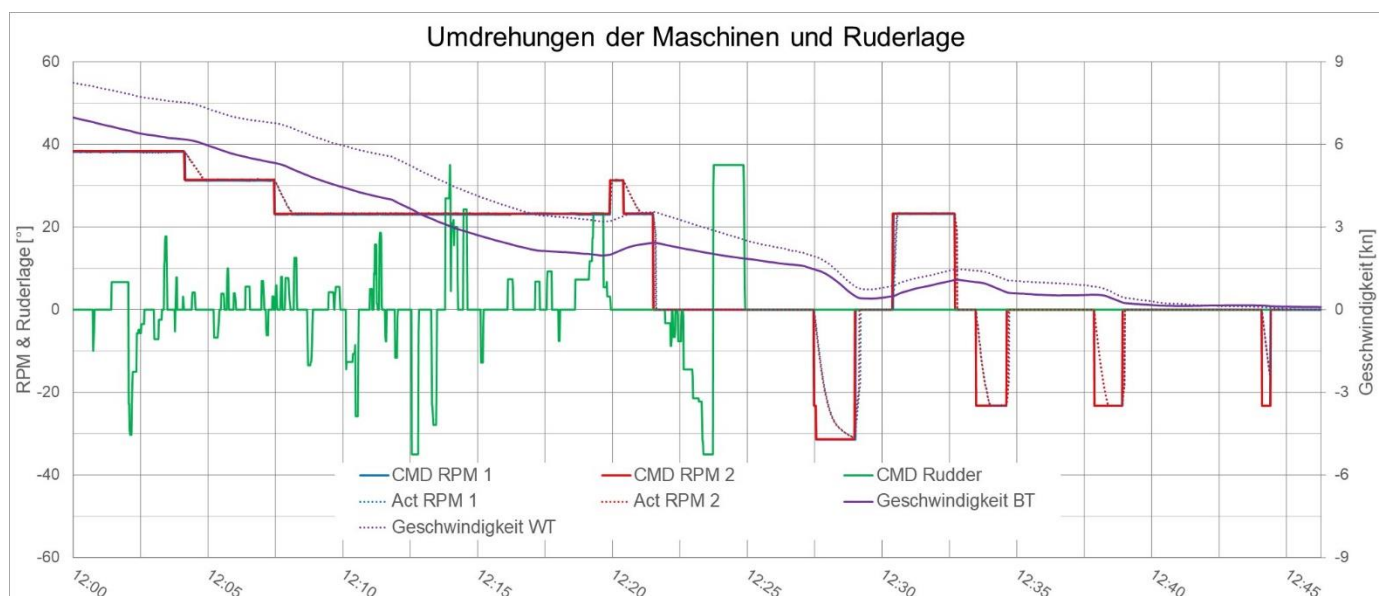
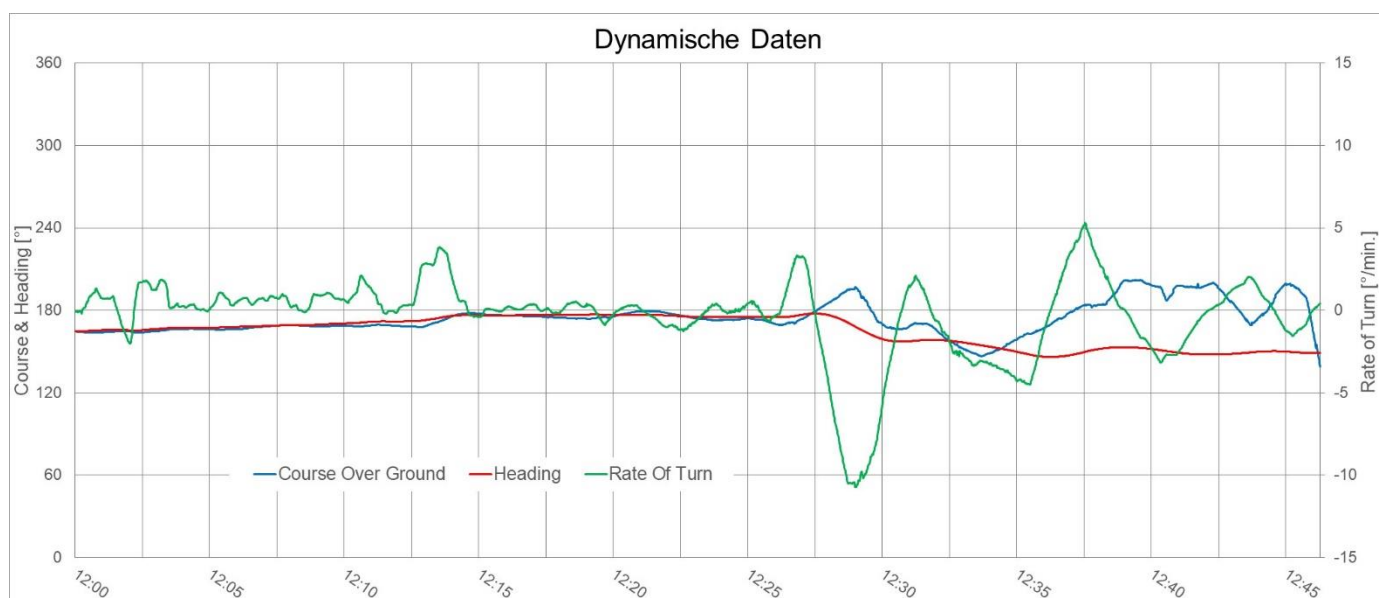
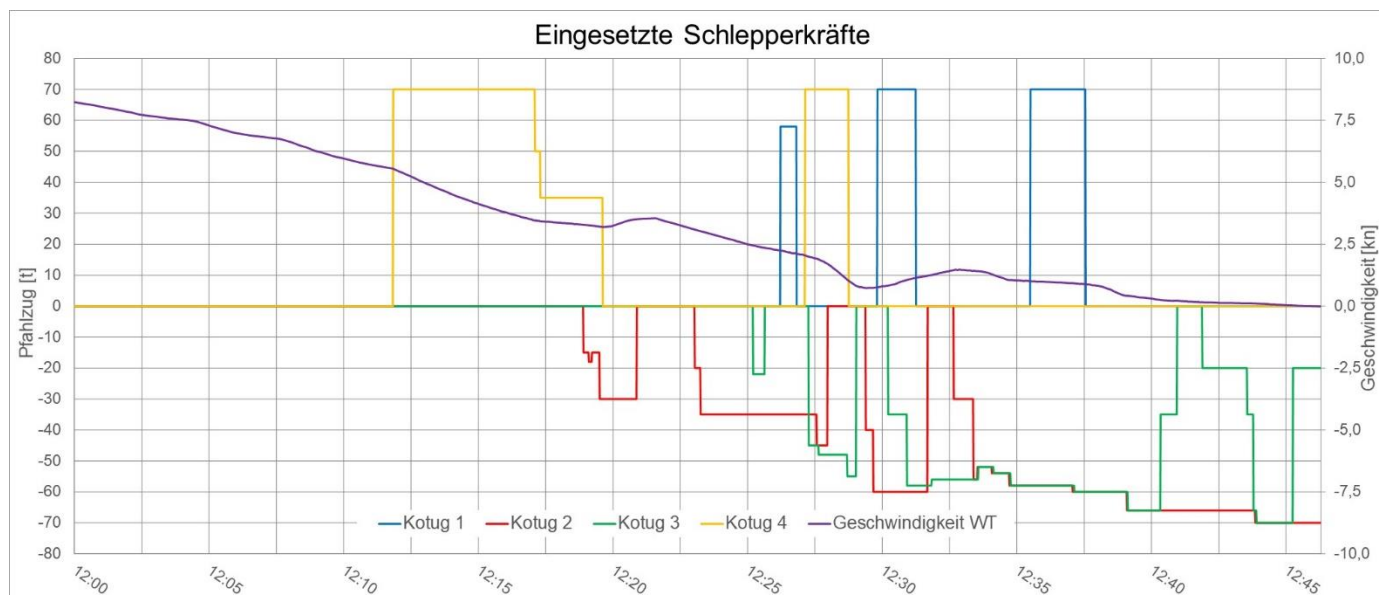
Nummer		Datum	Zeiten	
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende
4	4	23.11.2020	11:05	11:51
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind	
	Q-LNG (B/L)	In	Stärke	Richtung
	Glob. En. (B/L)		6 (7-8)	SW
		Startgeschwindigkeit		
		7,0 (BT) / 8,3 (WT)	Strömung	
	Schlepper		Geschw. @ Start	Flut / Ebbe
		Start Heading	1,3 kn	Ebbe
		165°	Gezeiten (Zeiteinstellungen)	
		Start Position	LW Time St. Pauli	Exercise time
		Tonne 99	05:00	12:00
			Fahrlotse	
			Rudergänger	
			Kommentare	
			Windstärke um 1 Bft. Reduziert	

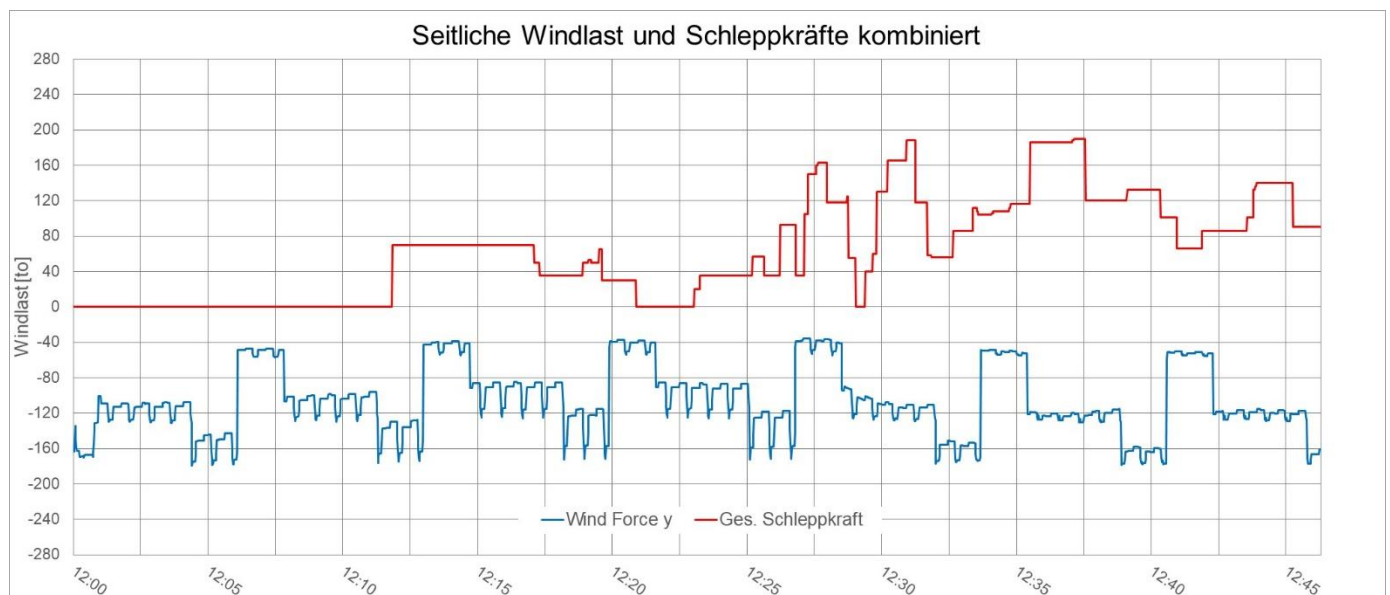
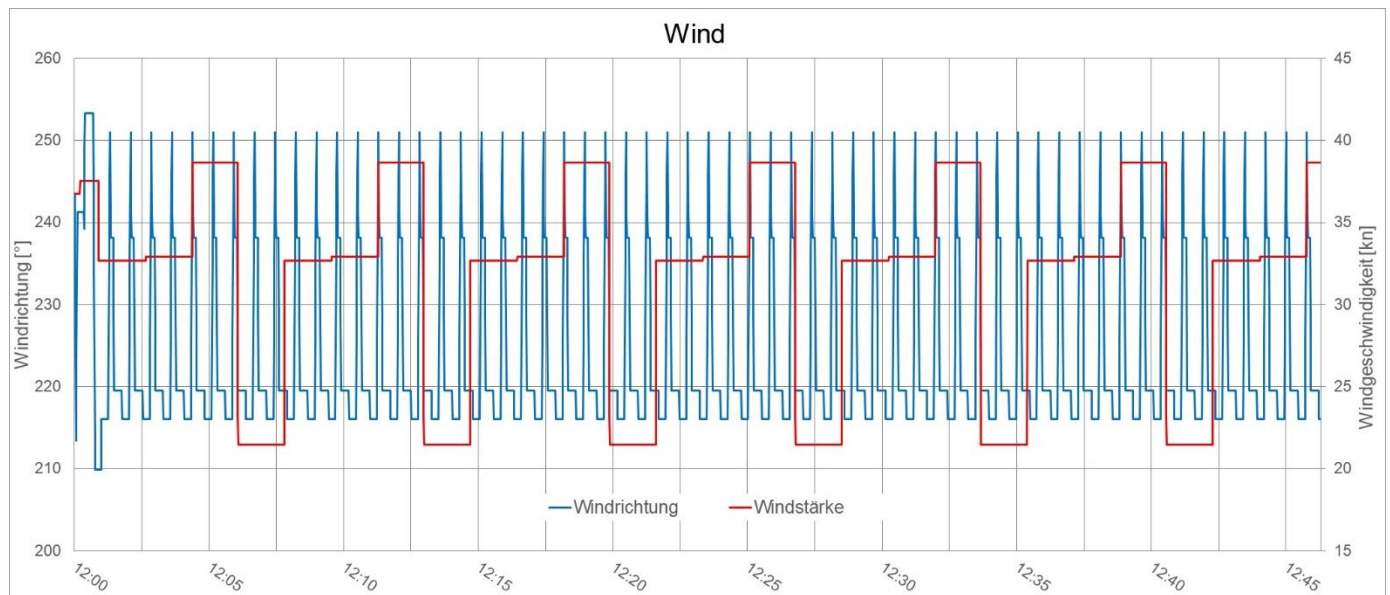
Tug 1 (70t)	
Tug 2 (70t)	
Tug 3 (70t)	
Tug 4 (70t)	

Sicher (ausreichend Reserven)
Sicher (wenig Reserven)
Kritisch (keine Reserven)
Kein sicheres Manöver oder Kollision

FAZIT
Sicheres Manöver
Manöver war stets unter Kontrolle. Bis auf die Situation parallel zur Pier, in der die beiden Drückerschlepper bei Bft. 8 alleine nicht mehr ausreichten das Schiff gegen den Wind zu drücken, waren ausreichend Reserven vorhanden.

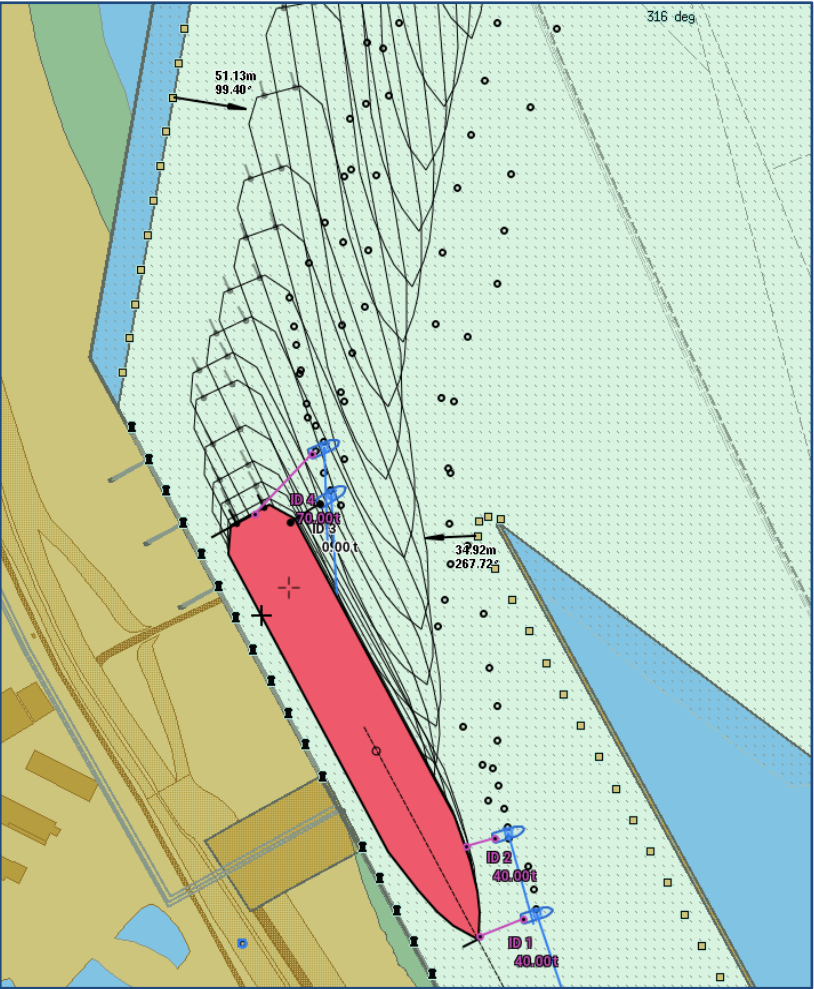
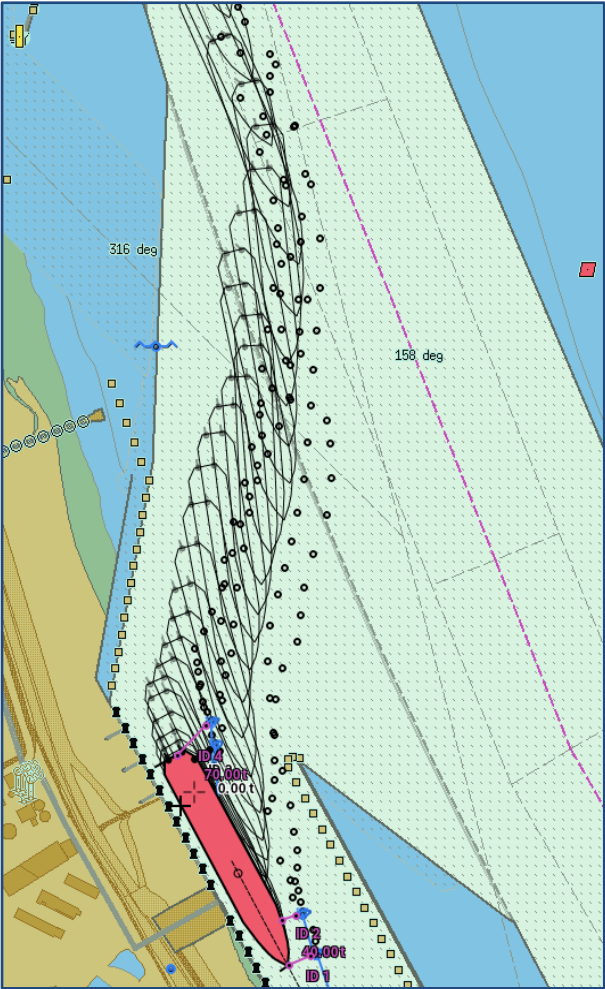
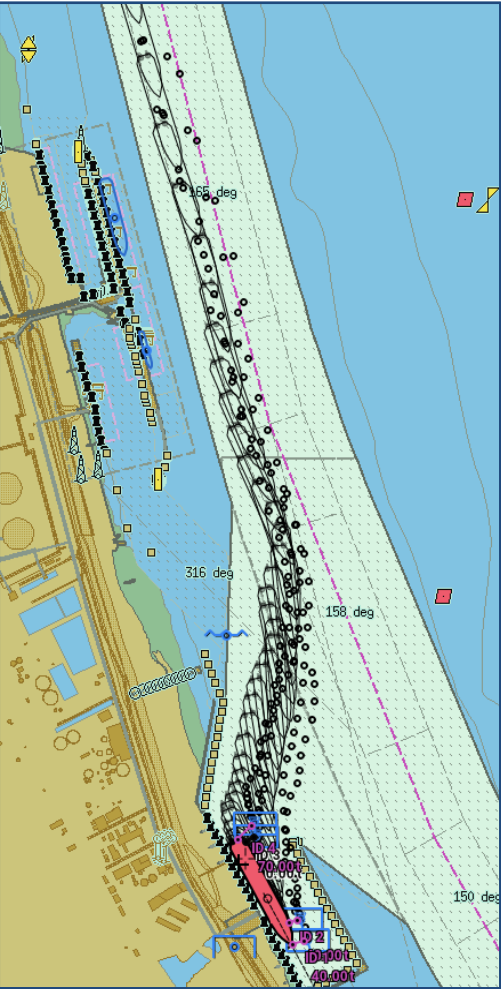


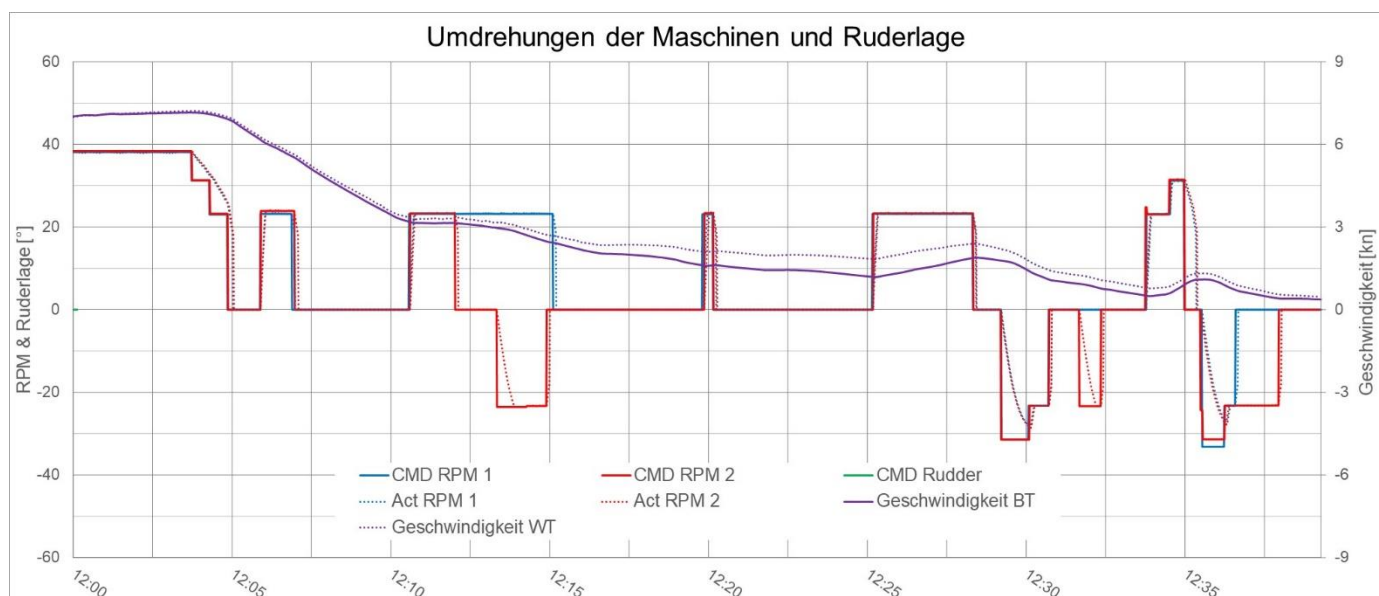
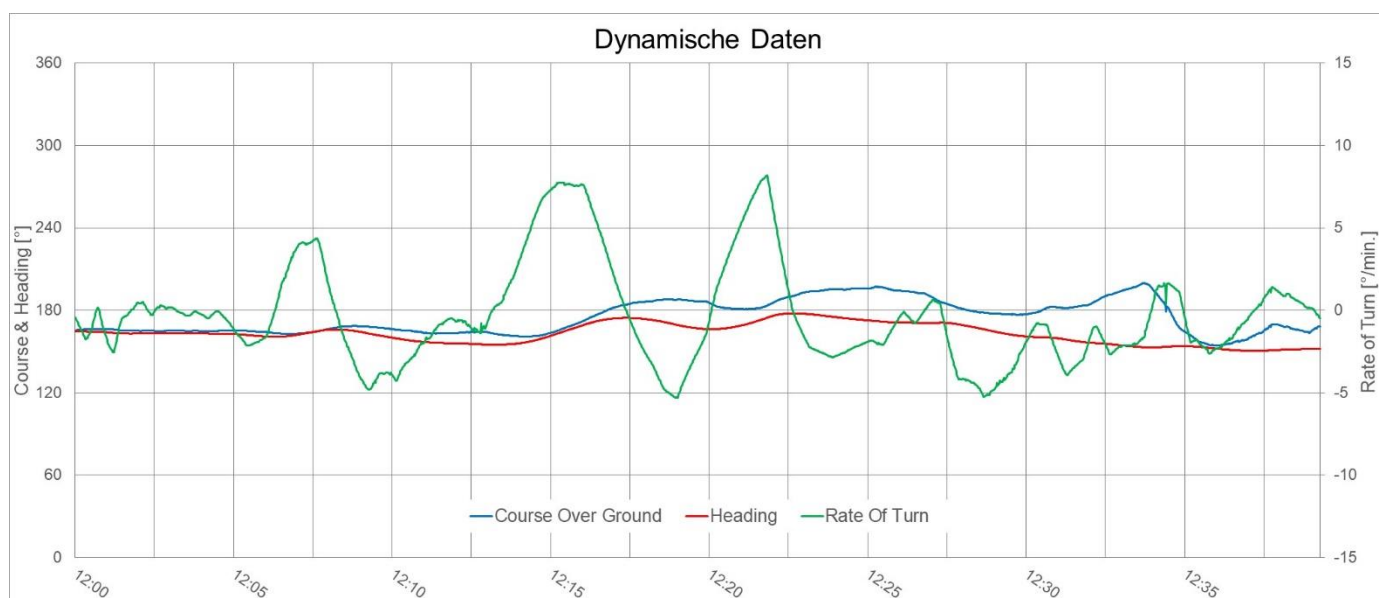
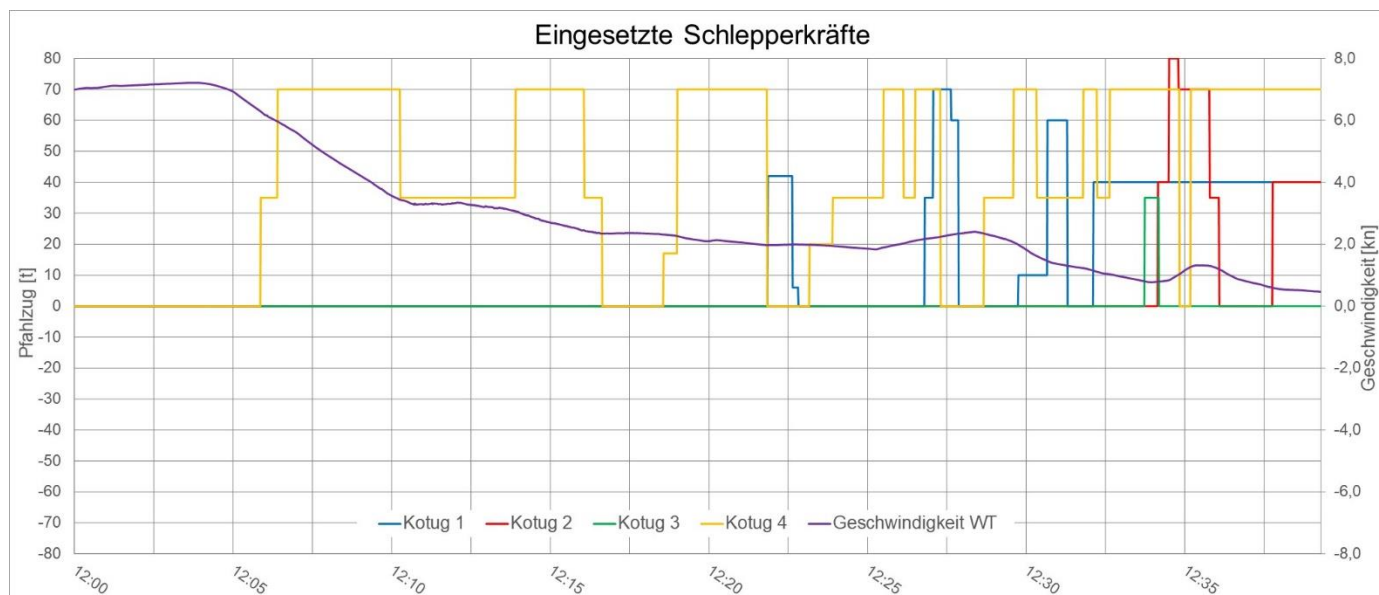


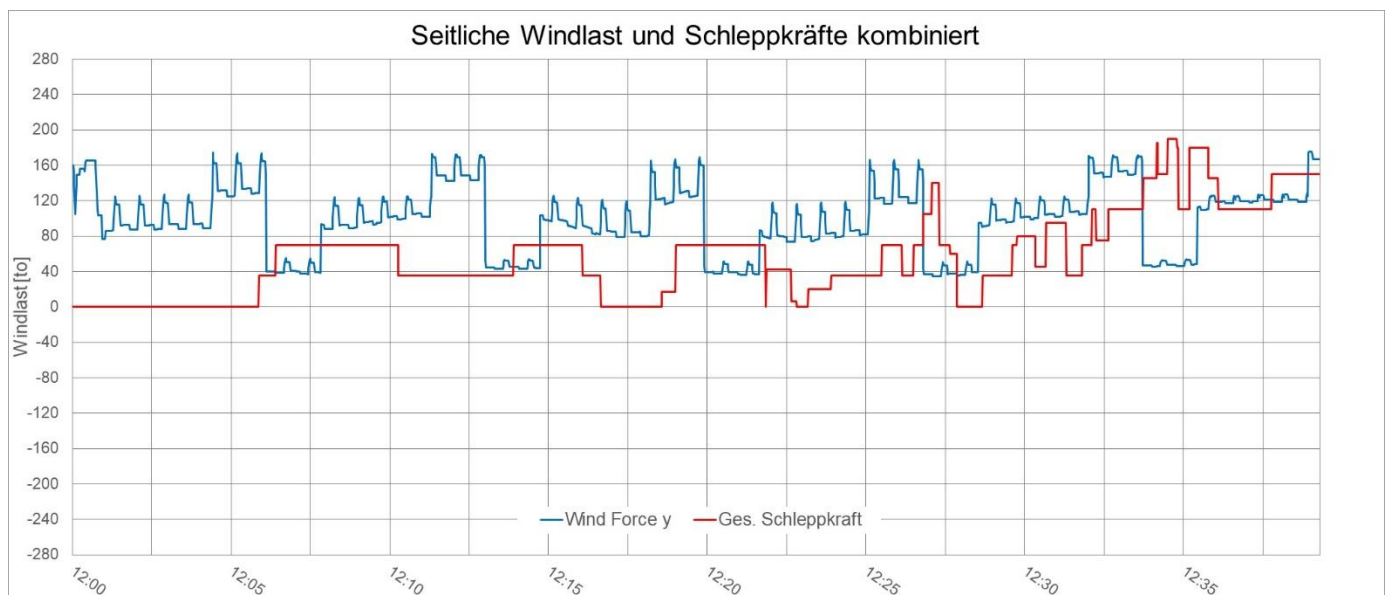
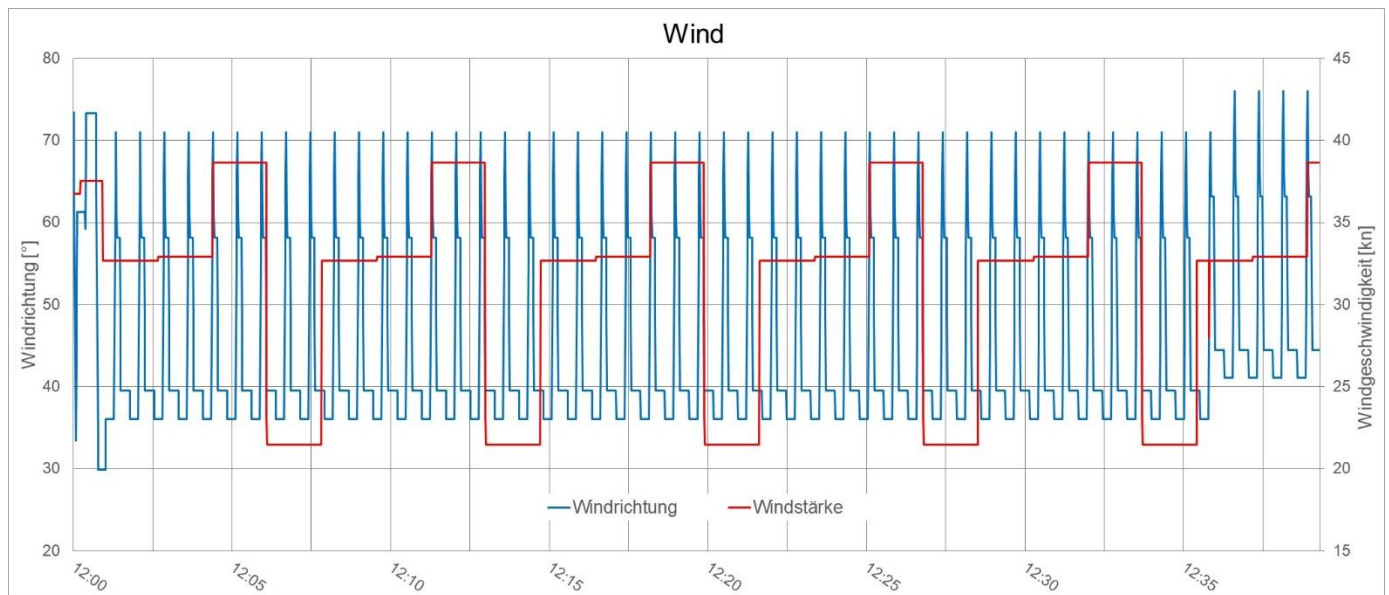


6. Simulationslauf 5

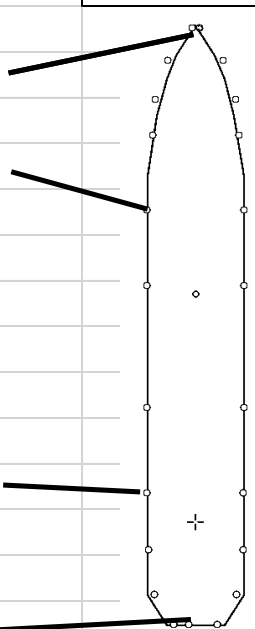
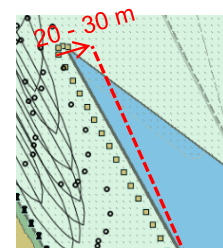
Nummer		Datum	Zeiten	
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende
5	5	23.11.2020	12:51	13:30
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind	
	Q-LNG (B/L)	In	Stärke	Richtung
	Glob. En. (B/L)		6 (7-8)	NO
		Startgeschwindigkeit		
		7,0 (BT) / 7,0 (WT)	Strömung	
	Schlepper		Geschw. @ Start	Flut / Ebbe
		Start Heading	0,0 kn	Flut (Stauwasser)
Tug 1 (70t)		165°	Gezeiten (Zeiteinstellungen)	
Tug 2 (70t)		Start Position	LW Time St. Pauli	Exercise time
		Tonne 99	06:00	12:00
			Fahrlotse	
			Rudergänger	
Tug 3 (70t)		Sicher (ausreichend Reserven) Sicher (wenig Reserven) Kritisch (keine Reserven) Kein sicheres Manöver oder Kollision	Kommentare	
Tug 4 (70t)			Windstärke um 1 Bft. Reduziert	
			Richtfeuerlinie hinzugefügt	
FAZIT				
Sicheres Manöver mit ausreichend Reserven.				

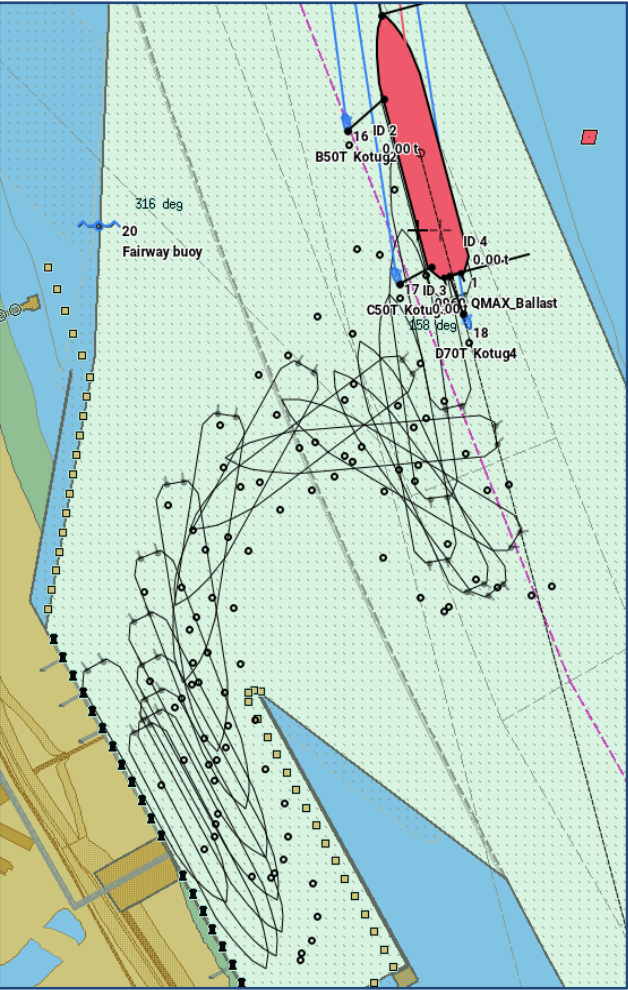


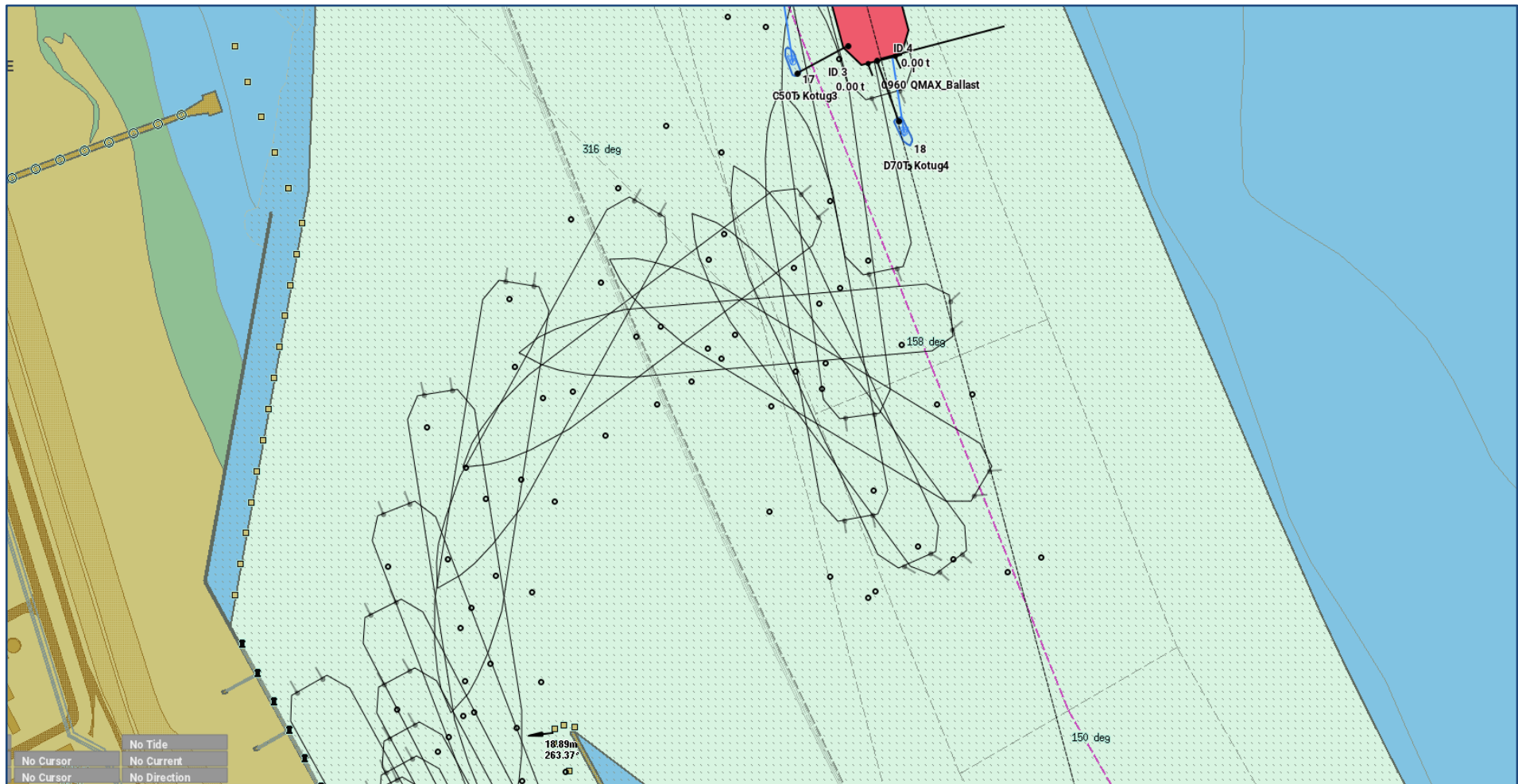


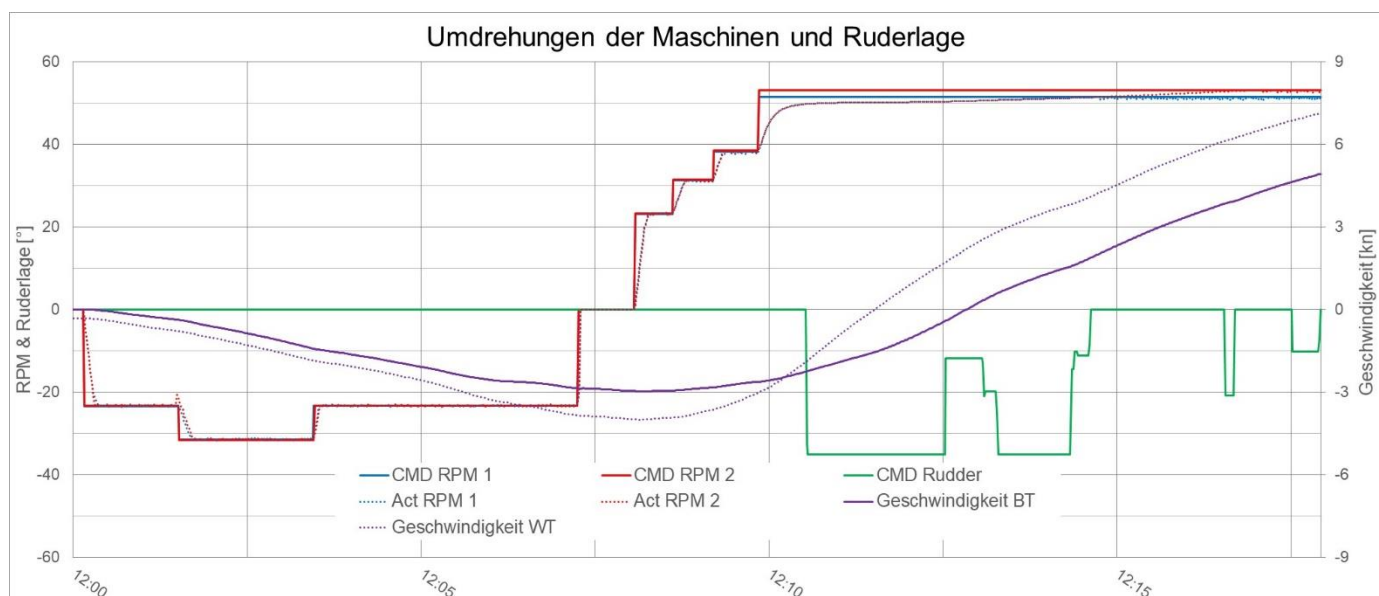
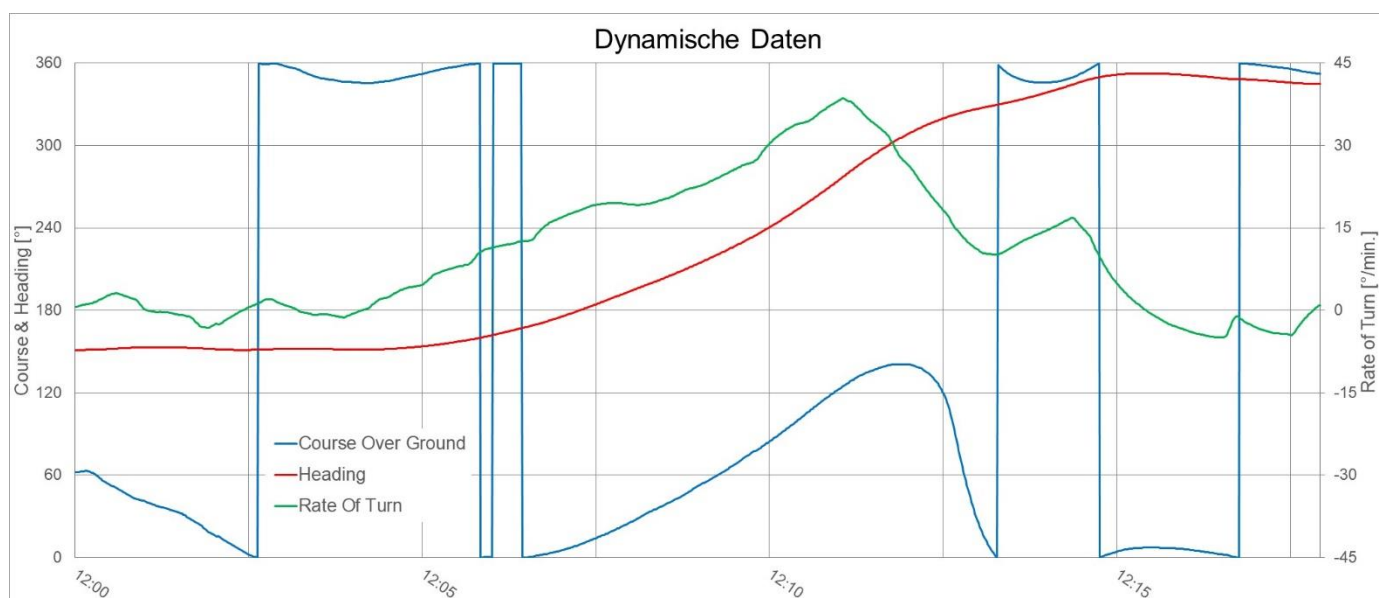
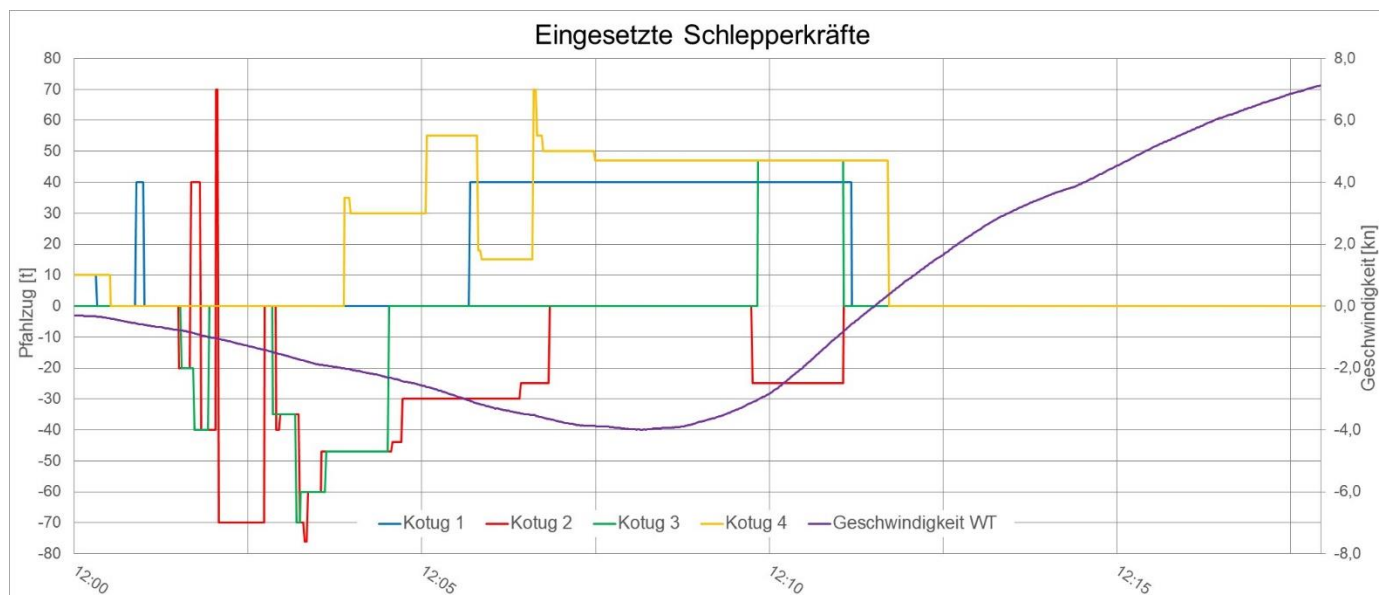


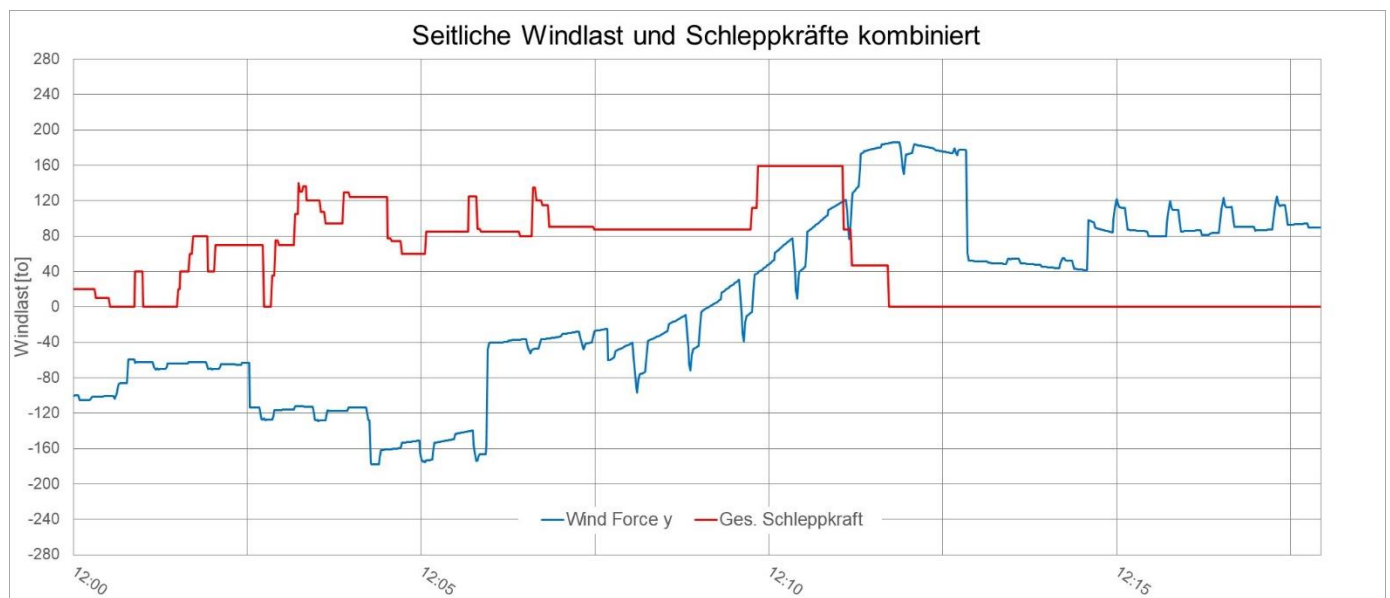
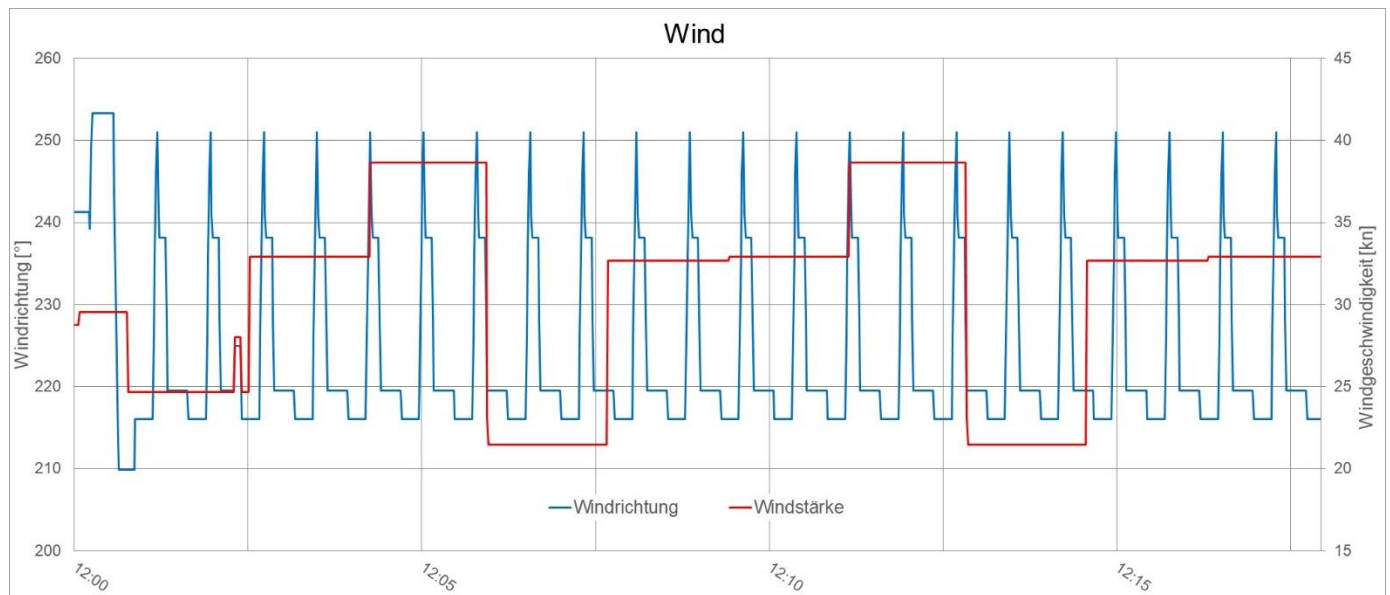
7. Simulationslauf 6

Nummer		Datum	Zeiten			
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende		
6	6	23.11.2020	13:43	13:50		
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind			
	Q-LNG (B/L)	Out	Stärke	Richtung		
	Glob. En. (B/L)		6 (7-8)	SW		
		Startgeschwindigkeit				
		0 kn	Strömung			
	Schlepper		Geschw. @ Start im Fahrwasser	Flut / Ebbe		
		Start Heading	2,4 kn	Flut		
Tug 1 (70t)			Gezeiten (Zeiteinstellungen)			
Tug 2 (70t)		Start Position	LW Time St. Pauli	Exercise time		
		Liegeplatz	09:00	12:00		
			Fahrlotse			
			Rudergänger			
Tug 3 (70t)		Sicher (ausreichend Reserven)	Kommentare Windstärke um 1 Bft. reduziert. Durch anfängliches Abtauen mit zwei Schleppern bei ablandigem Wind etwas nah an die östliche Schutzwand gekommen. Abgesehen davon ausreichend Reserven vorhanden. Eine mögliche bauliche Veränderung der östlichen Schutzwand wird angesprochen. Das Aufdrehen der Schutzwand nördlichen Ende Richtung Fahrwasser würde hilfreich sein. 			
		Sicher (wenig Reserven)				
		Kritisch (keine Reserven)				
Tug 4 (70t)		Kein sicheres Manöver oder Kollision				
FAZIT						
Sicheres Manöver mit ausreichend Reserven.						



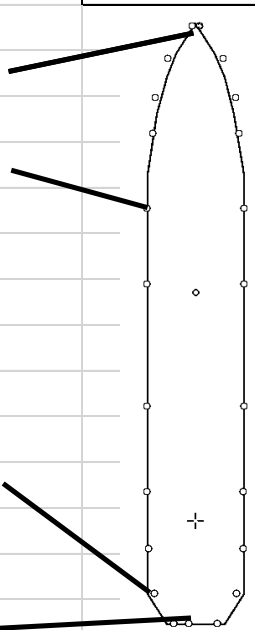






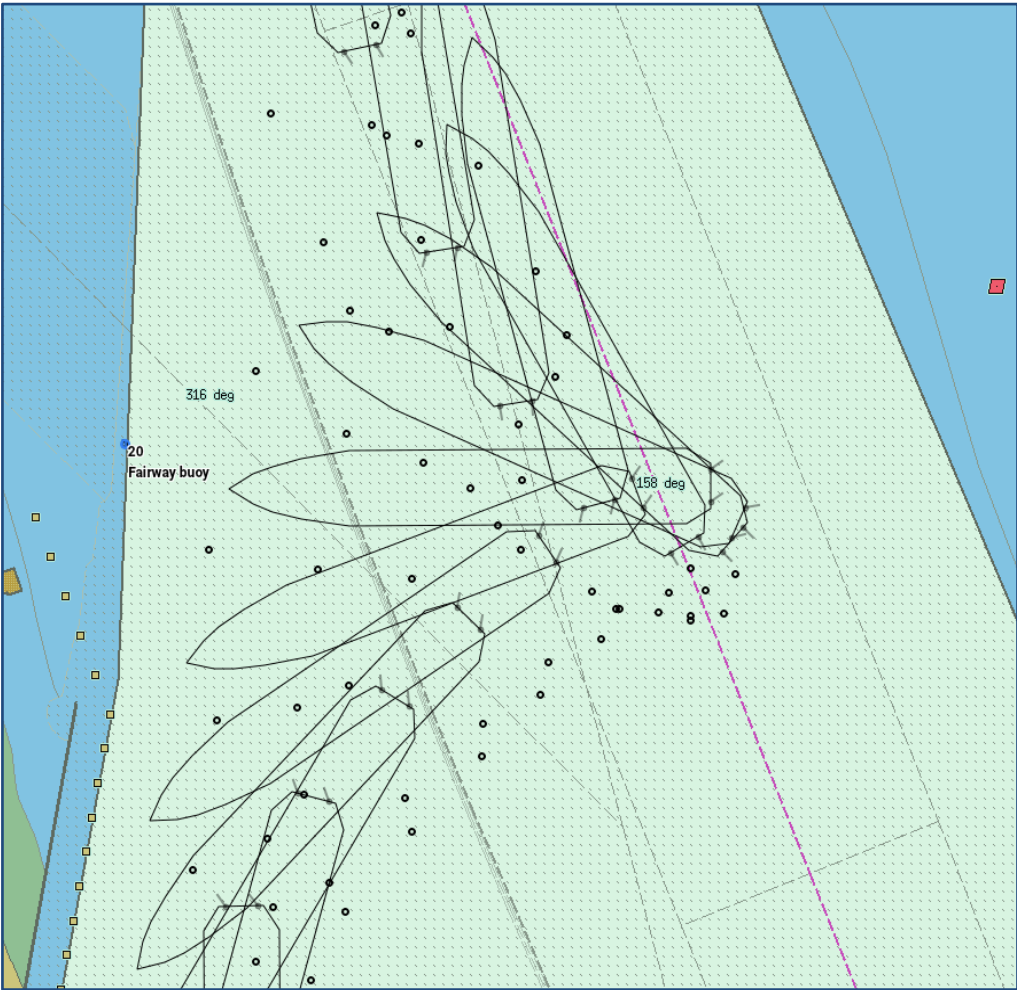
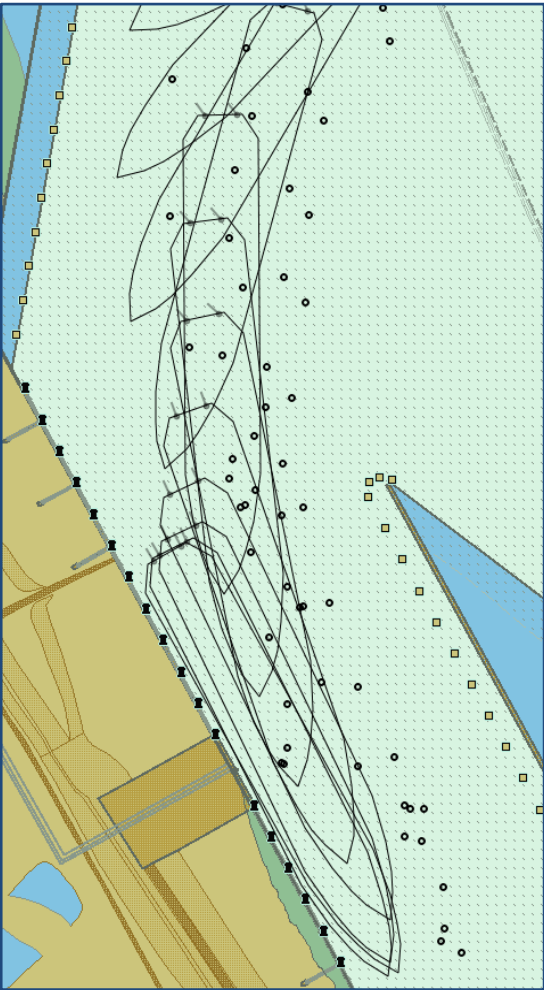
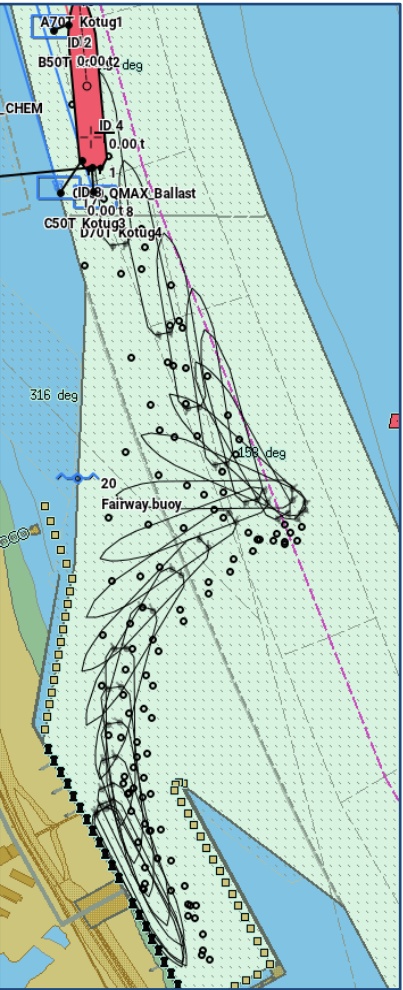
8. Simulationslauf 7

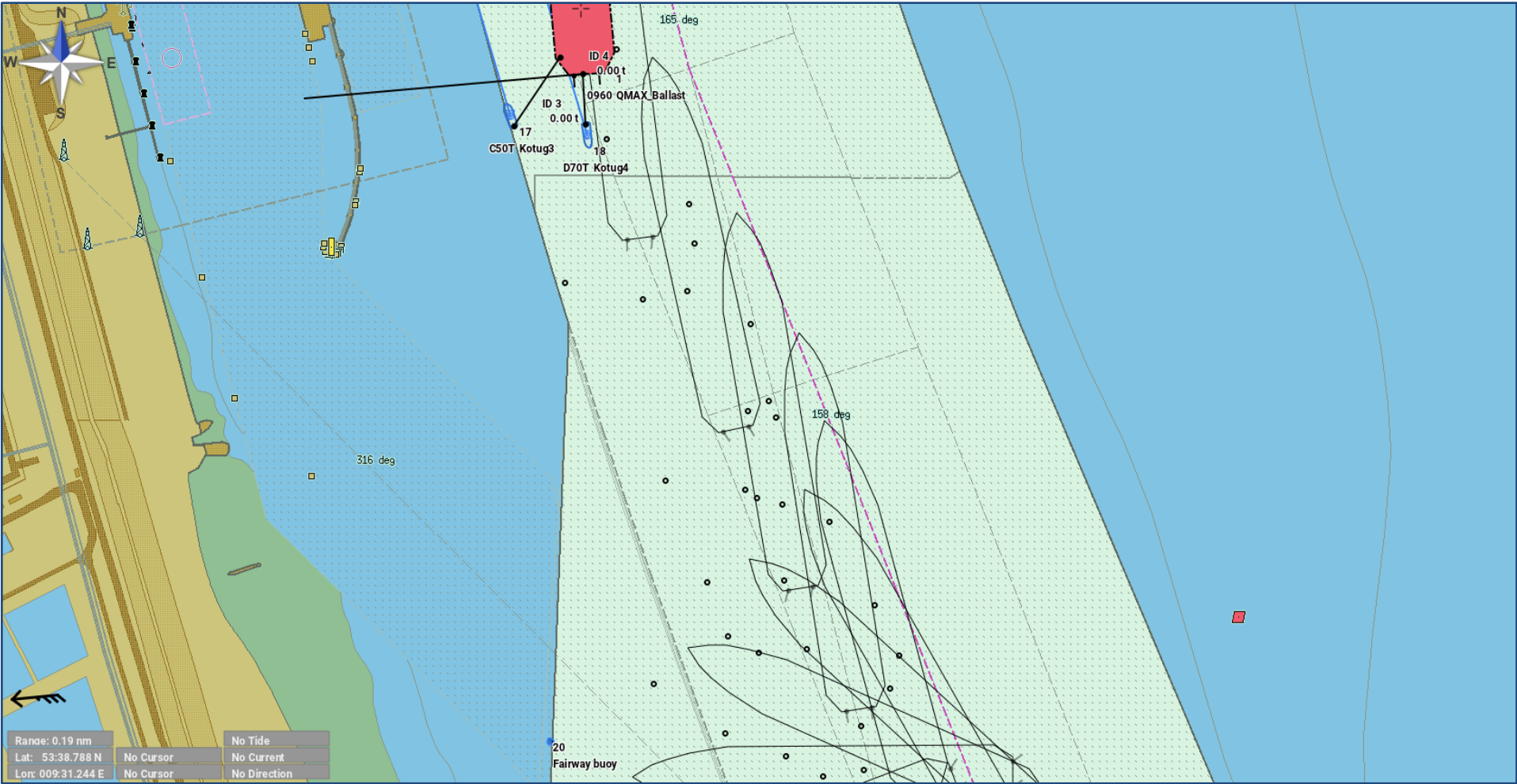
Nummer		Datum	Zeiten	
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende
7	7	23.11.2020	14:18	14:40
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind	
	Q-LNG (B/L)	Out	Stärke	Richtung
	Glob. En. (B/L)		6 (7-8)	O
		Startgeschwindigkeit		
		0 kn	Strömung	
	Schlepper		Geschw. @ Start im Fahrwasser	Flut / Ebbe
		Start Heading	2,2 kn	Ebbe
		151°	Gezeiten (Zeiteinstellungen)	
		Start Position	LW Time St. Pauli	Exercise time
		Liegeplatz	03:00	12:00
			Fahrlotse	
			Rudergänger	
			Kommentare	
			Windstärke um 1 Bft. reduziert	
			Es wird erwogen eine Wiederholung dieses Laufes mit Drehung über die Backbordseite durchzuführen.	

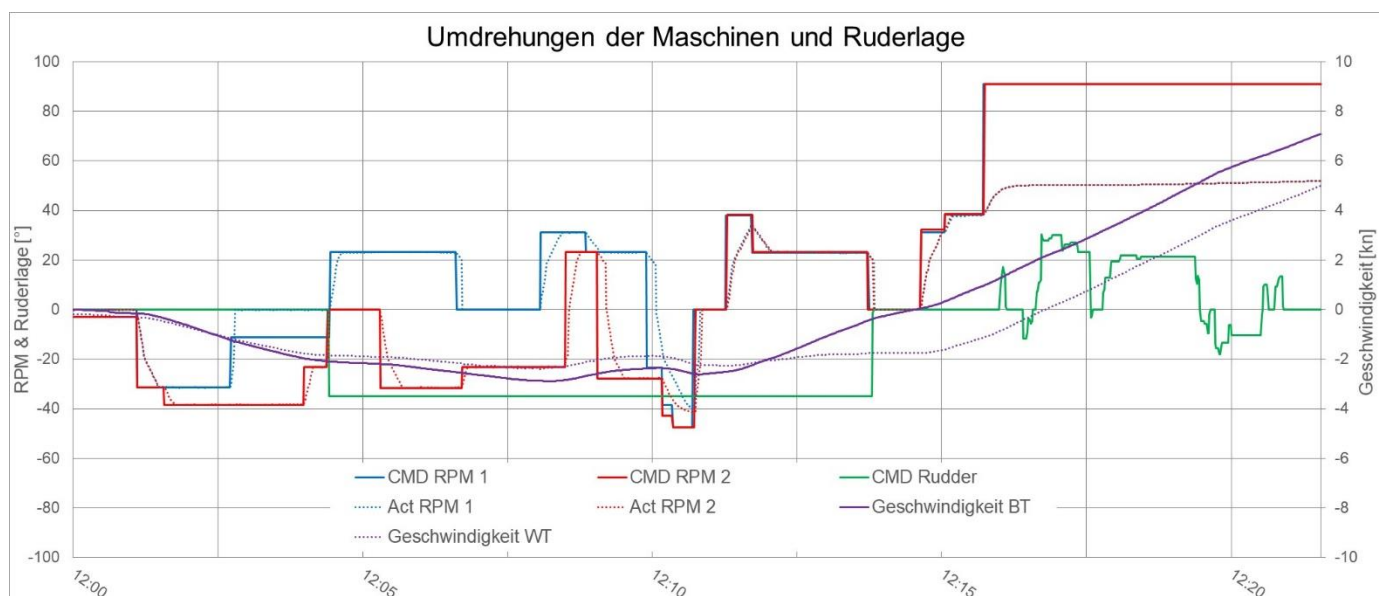
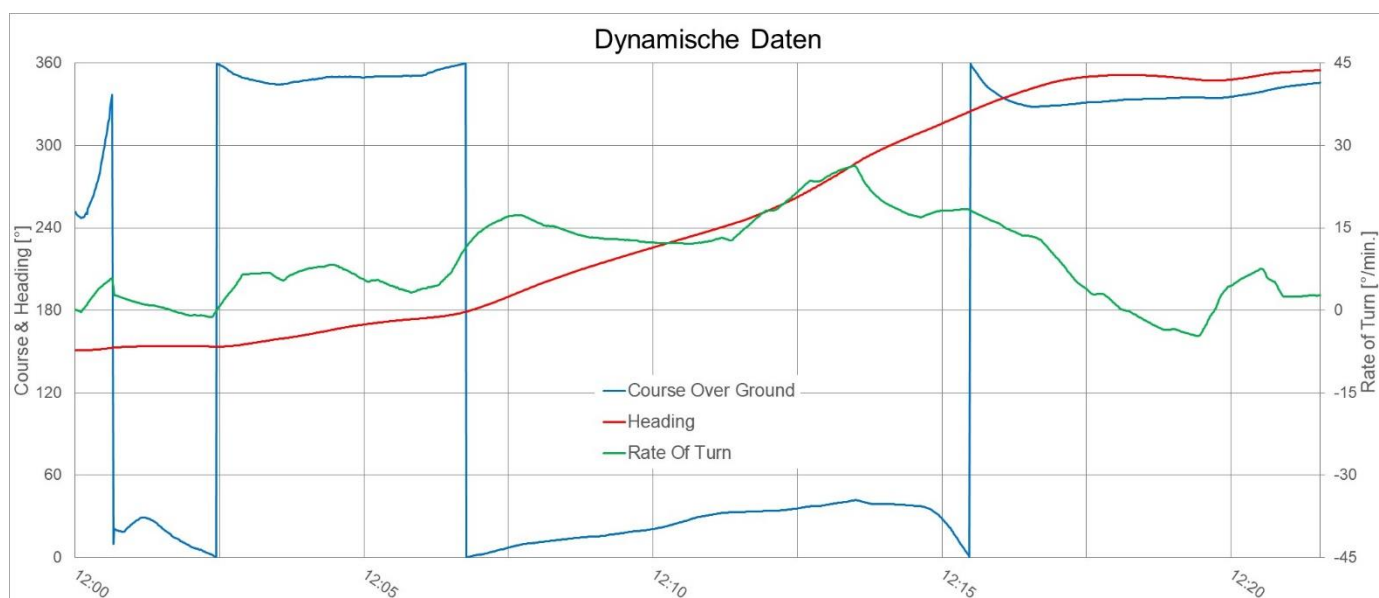
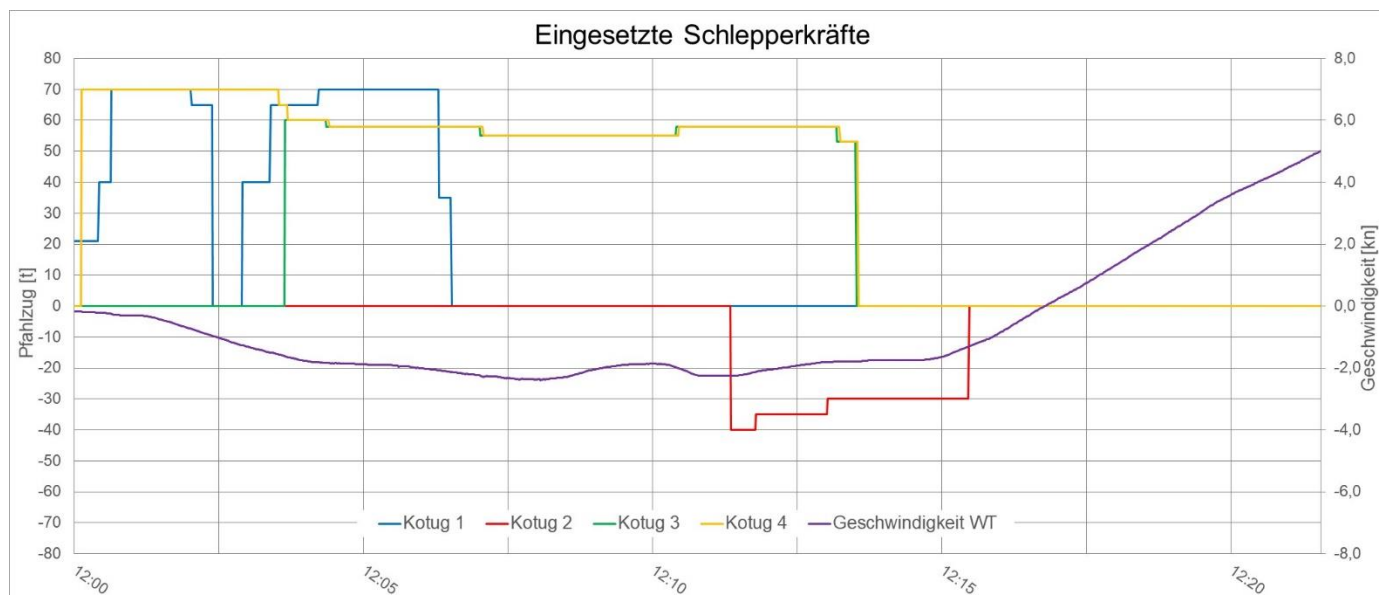
Tug 1 (70t)	
Tug 2 (70t)	
Tug 3 (70t)	
Tug 4 (70t)	

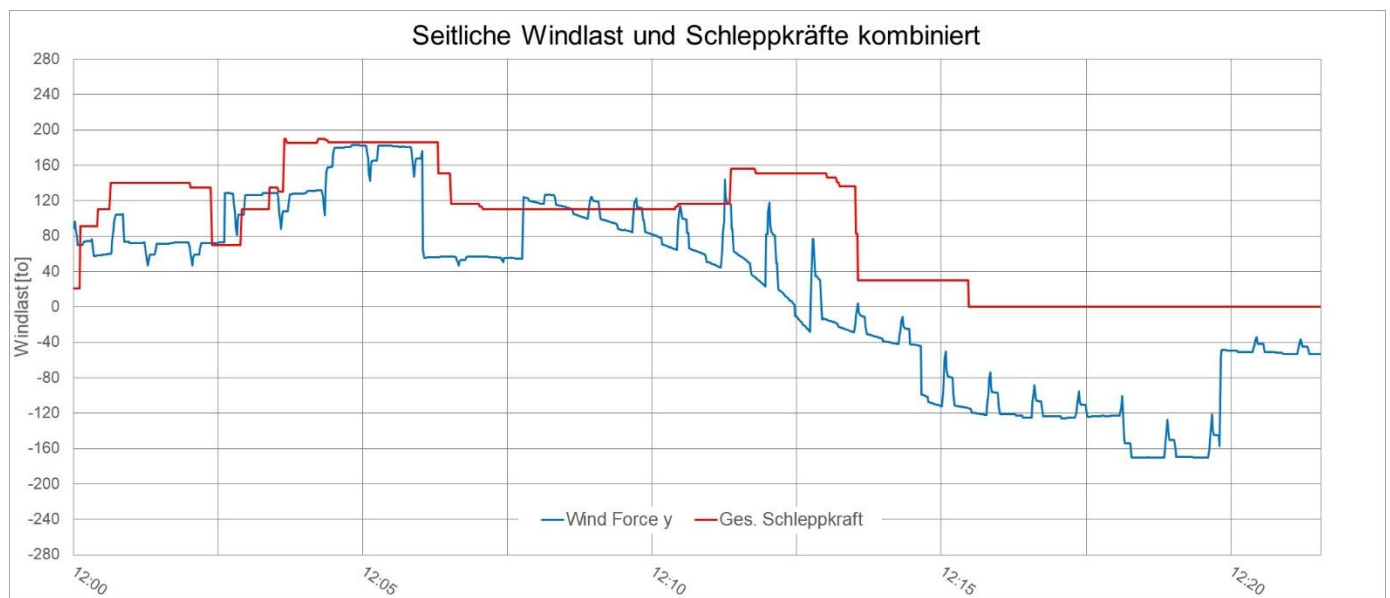
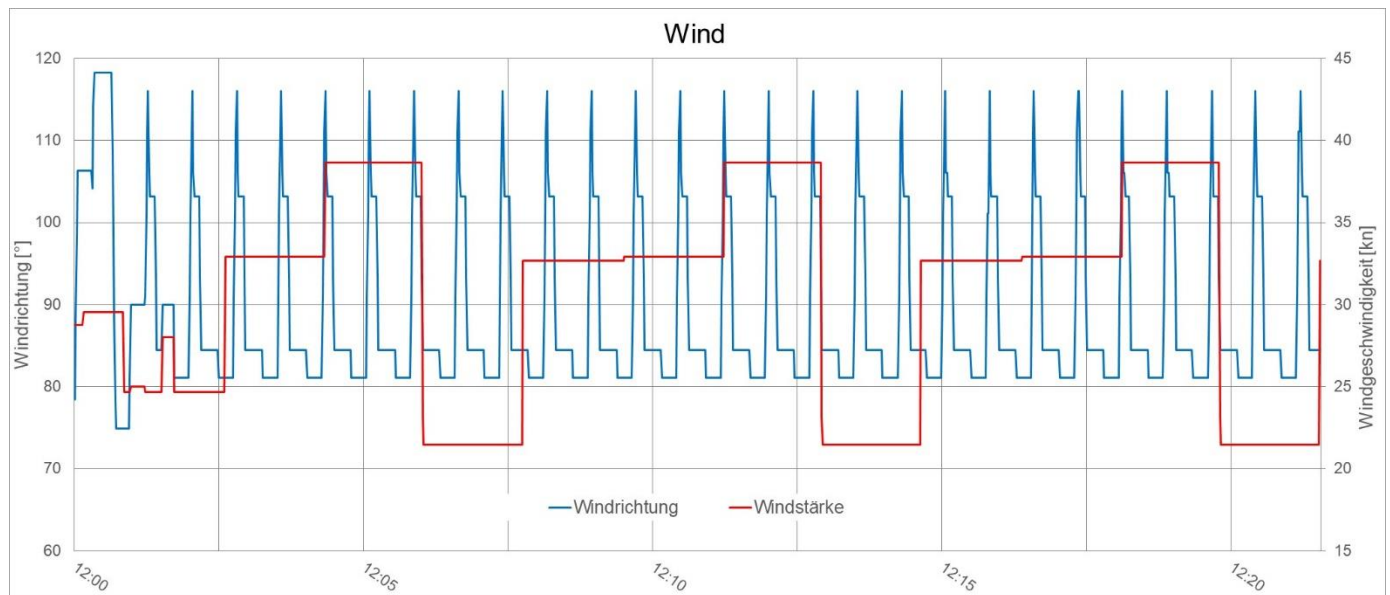
Sicher (ausreichend Reserven)
Sicher (wenig Reserven)
Kritisch (keine Reserven)
Kein sicheres Manöver oder Kollision

FAZIT
Die Bewertung dieses Laufes befindet sich zwischen 'sicher' und 'kritisch'. Das Ablegen, rückwärts Rausfahren und Drehen im Fahrwasser war stets unter Kontrolle allerdings an der Grenze zu 'kritisch' ohne weitere Reserven.







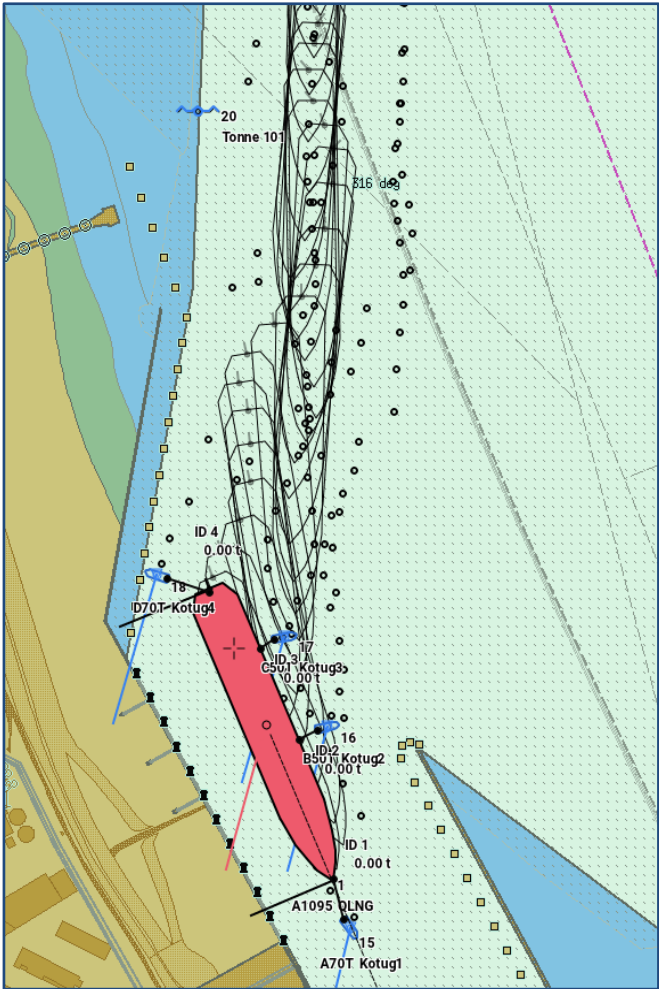
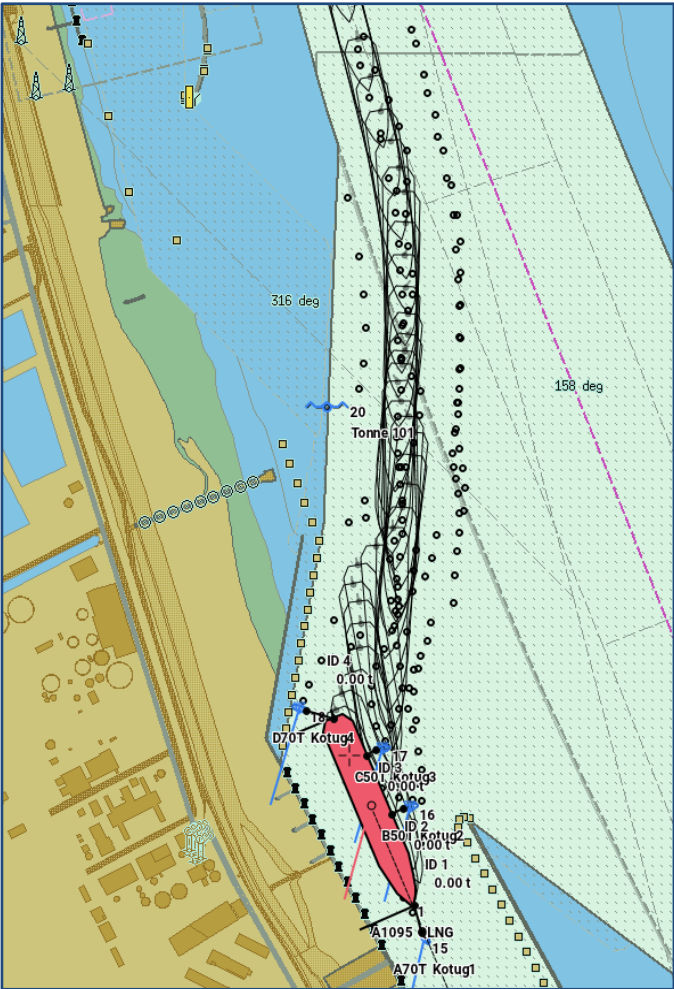
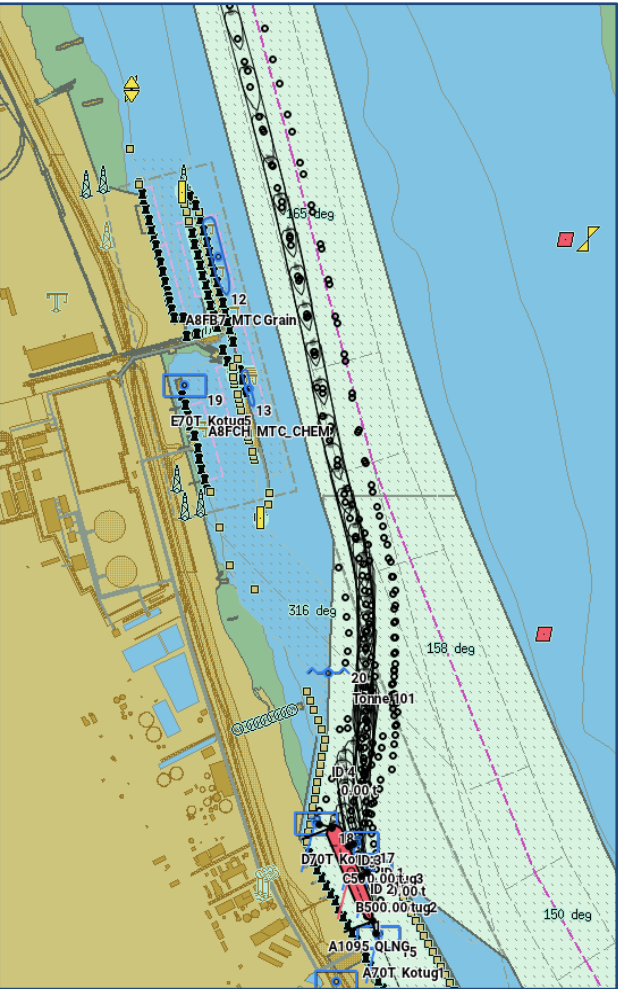


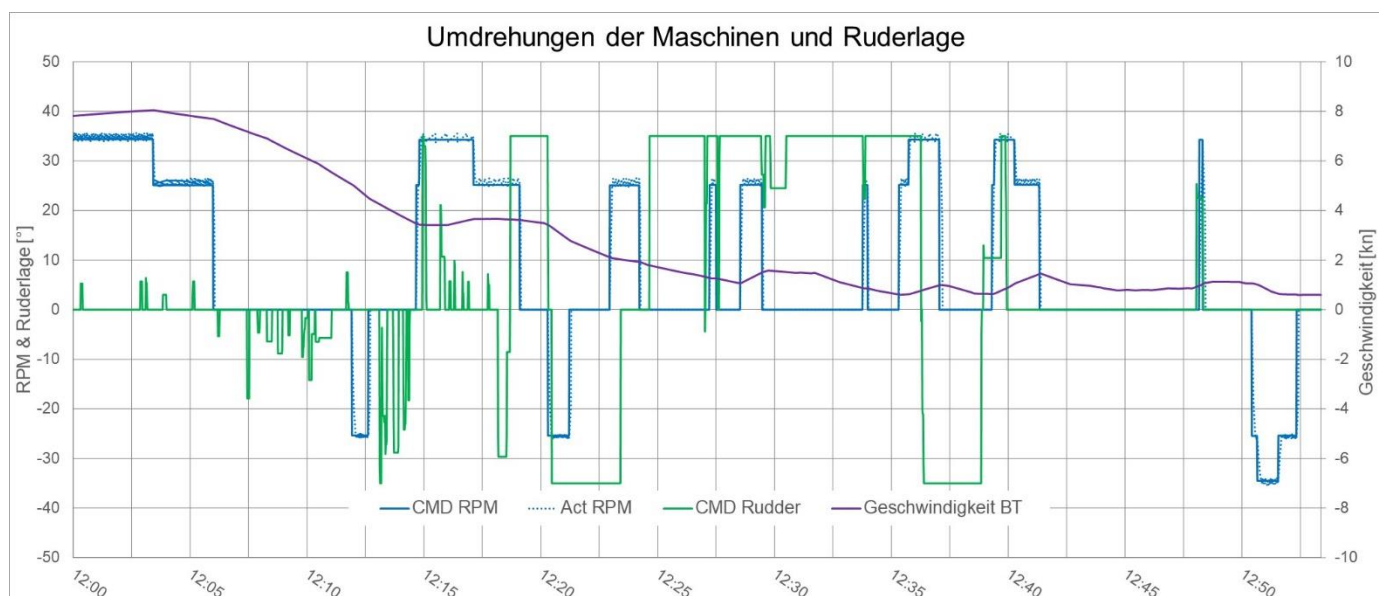
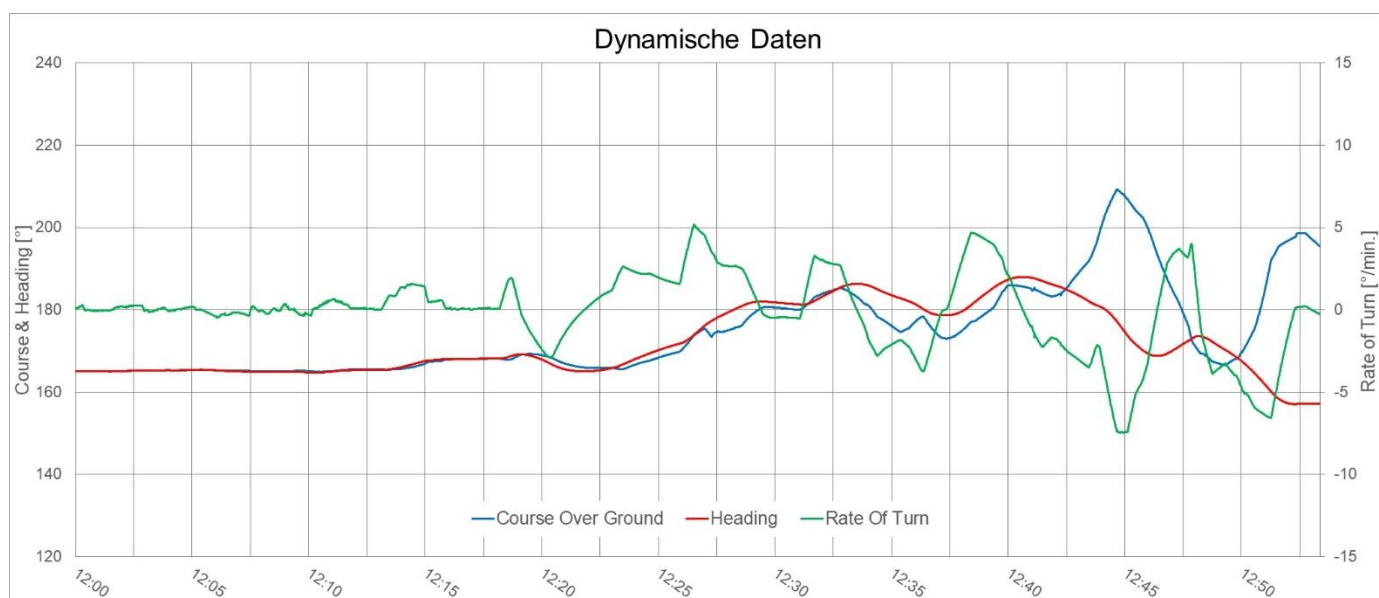
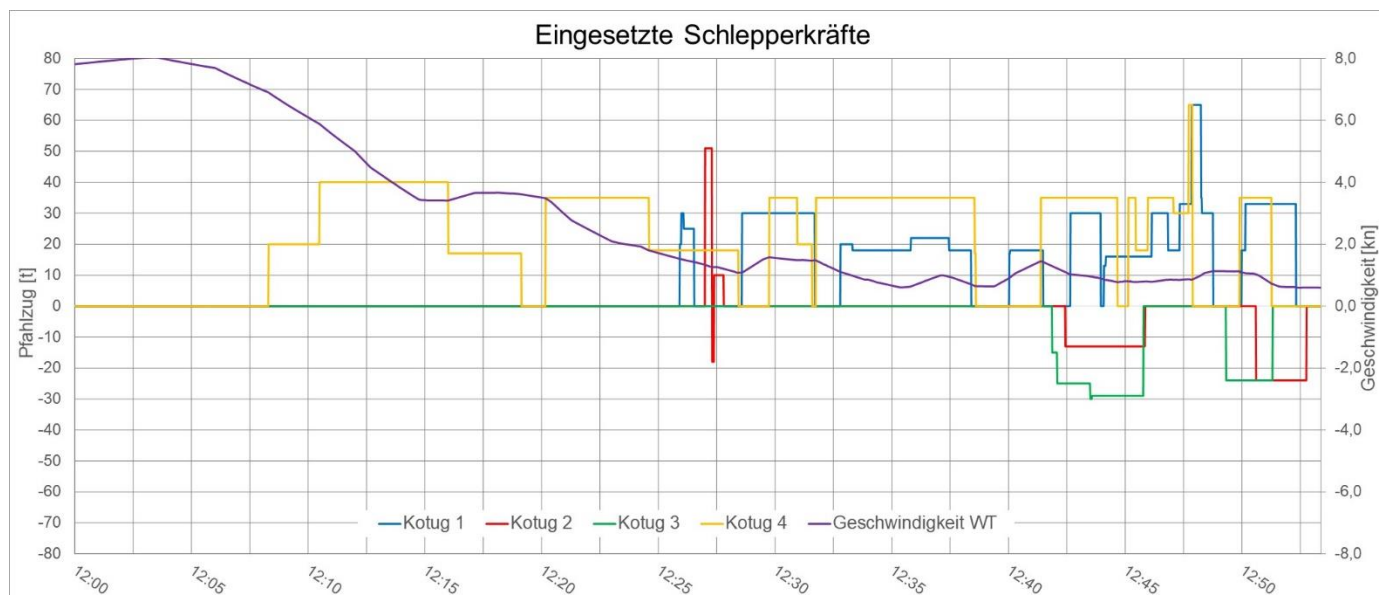
9. Simulationslauf 9 (Referenzlauf)

Nummer		Datum	Zeiten	
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende
8	9	24.11.2020	08:03	08:57
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind	
	Q-LNG (B/L)	In (Ref.)	Stärke	Richtung
	Glob. En. (B/L)		---	---
		Startgeschwindigkeit		
		7,8 (BT) / 7,8 (WT)	Strömung	
	Schlepper	Start Heading	Geschw. @ Start	Flut / Ebbe
		165°	---	---
		Start Position	Gezeiten (Zeiteinstellungen)	
		Tonne 97	LW Time St. Pauli	Exercise time
			06:00	12:00
			Fahrlotse	
			Rudergänger	
			Kommentare	

Sicher (ausreichend Reserven)
Sicher (wenig Reserven)
Kritisch (keine Reserven)
Kein sicheres Manöver oder Kollision

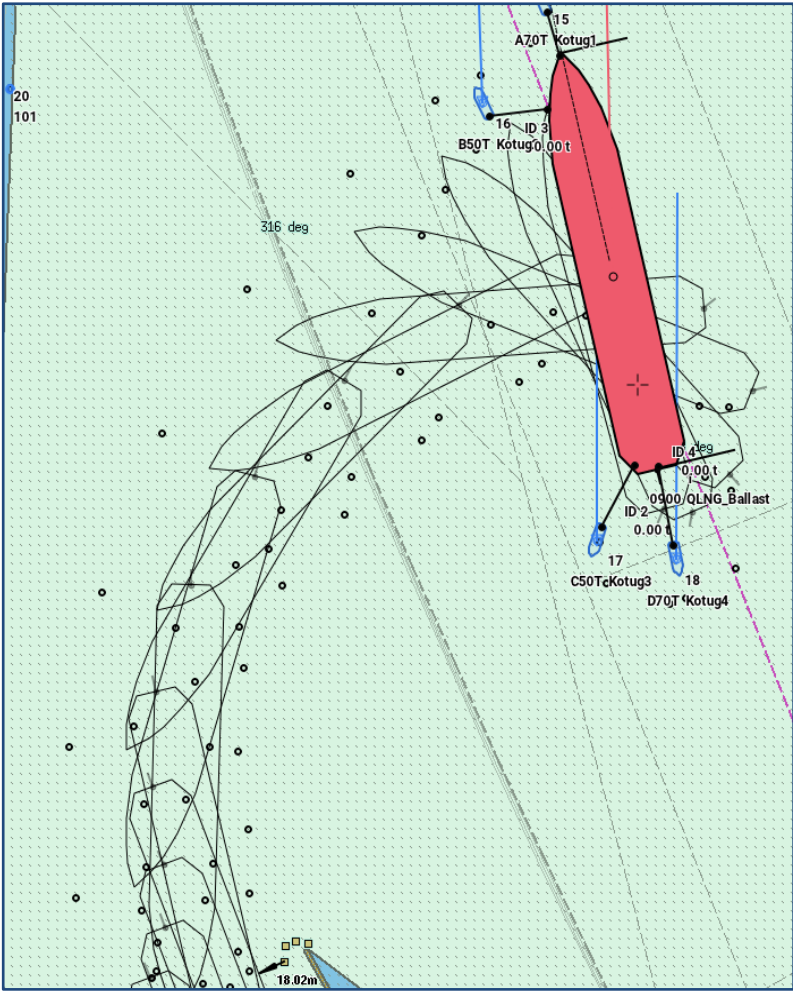
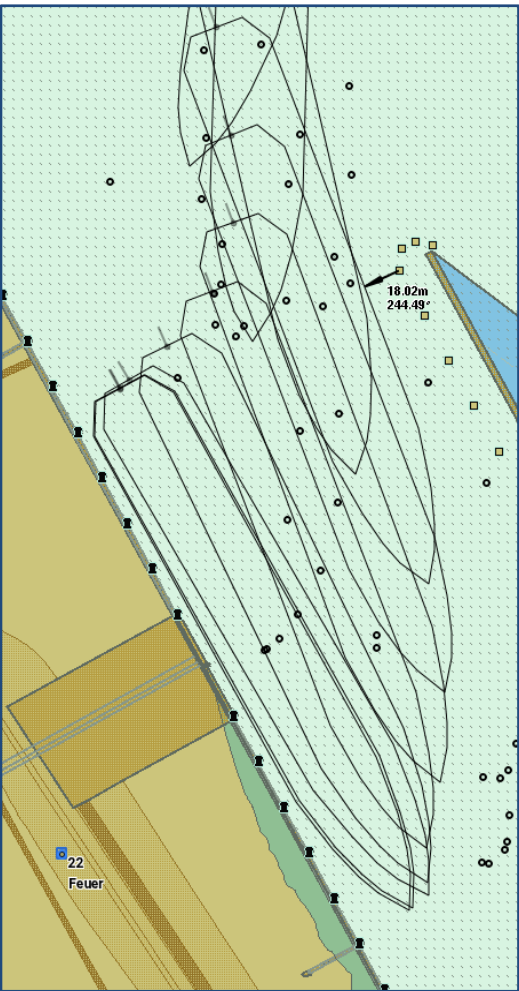
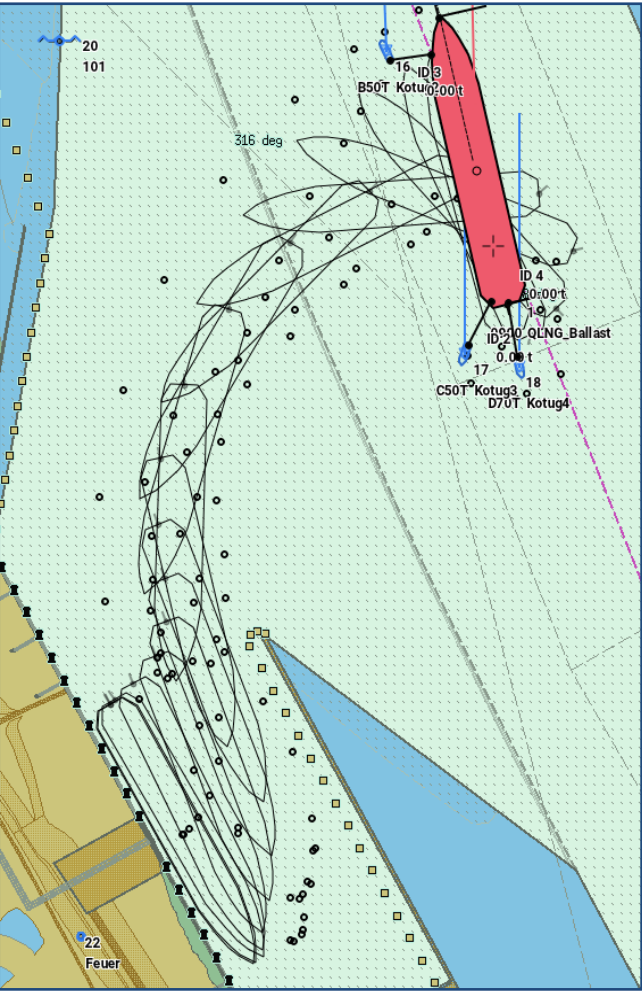
FAZIT
Sicheres Manöver mit ausreichend Reserven.

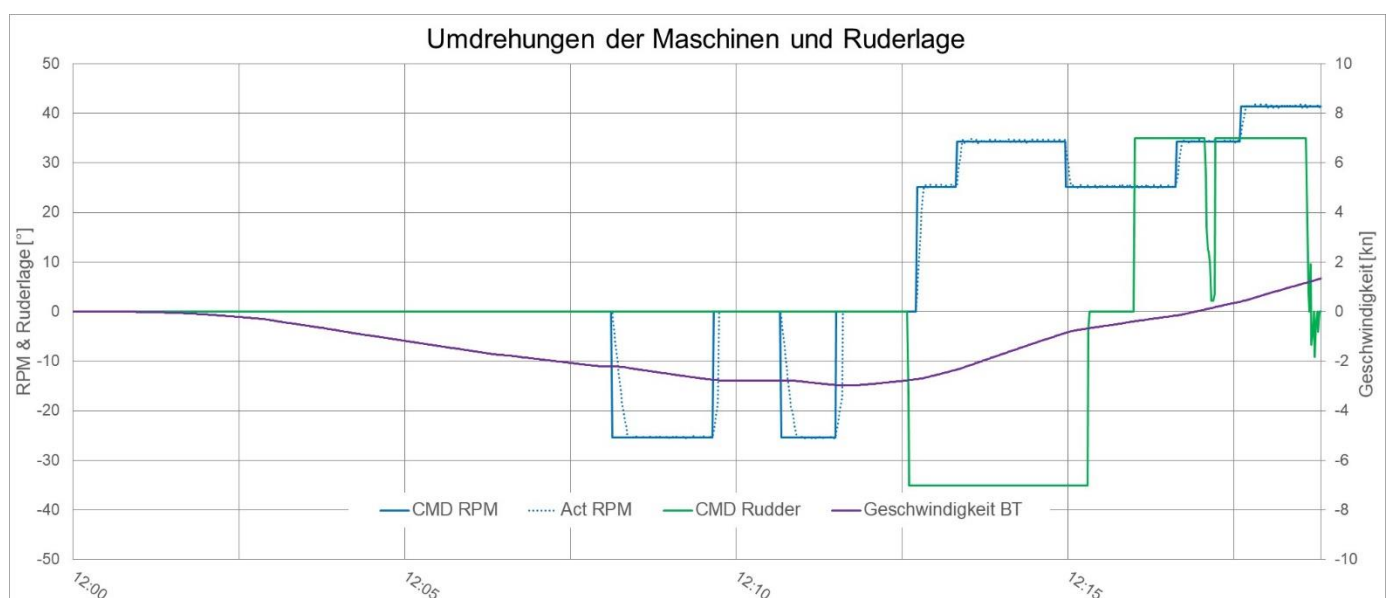
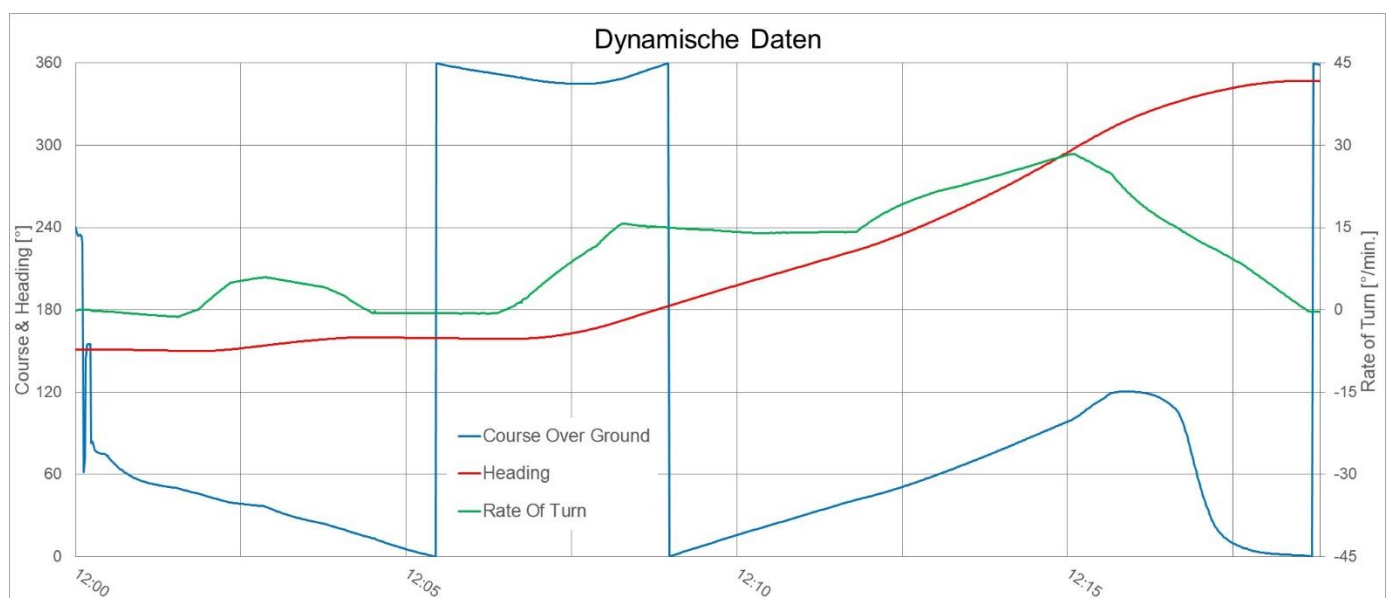
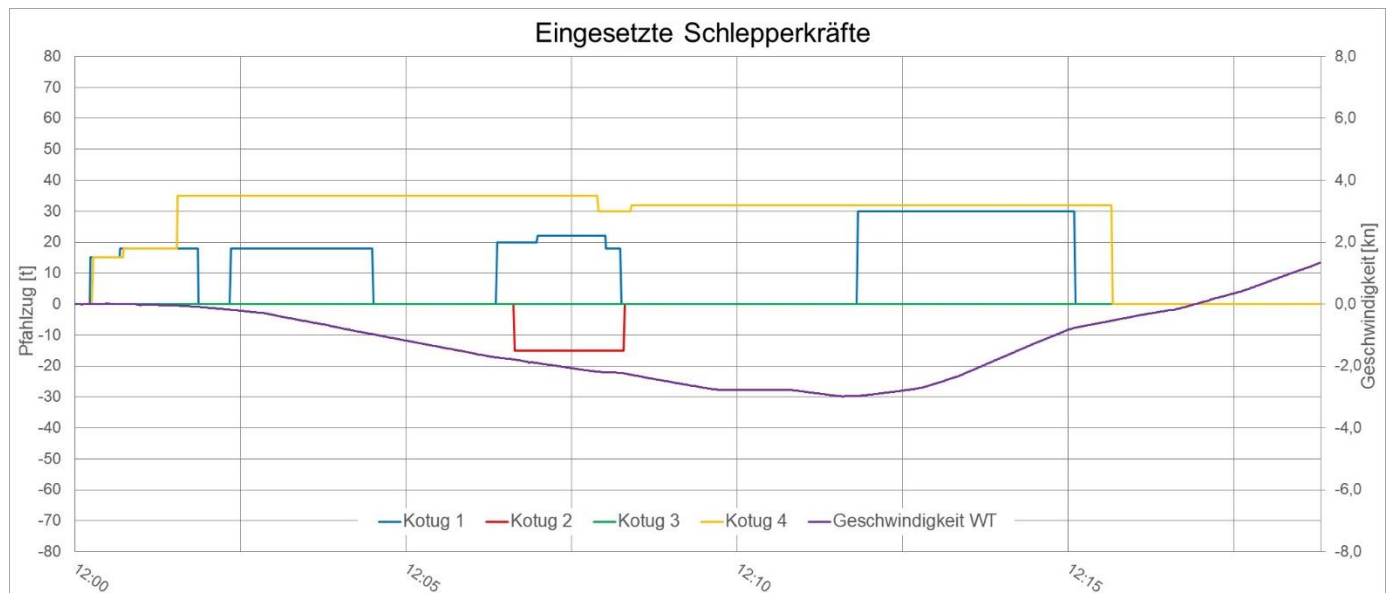




10. Simulationslauf 10 (Referenzlauf)

Nummer		Datum	Zeiten	
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende
9	10	24.11.2020	09:06	09:26
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind	
	Q-LNG (B/L)	Out (Ref.)	Stärke	Richtung
	Glob. En. (B/L)		---	---
		Startgeschwindigkeit		
		0,0 kn	Strömung	
Schlepper		Start Heading	Geschw. @ Start	Flut / Ebbe
Tug 1 (70t)		151°	---	---
Tug 2 (70t)		Start Position	Gezeiten (Zeiteinstellungen)	
		Liegeplatz	LW Time St. Pauli	Exercise time
			06:00	12:00
			Fahrlotse	
			Rudergänger	
Tug 3 (70t)		Kommentare		
Tug 4 (70t)				
FAZIT				
Sicheres Manöver mit ausreichend Reserven.				





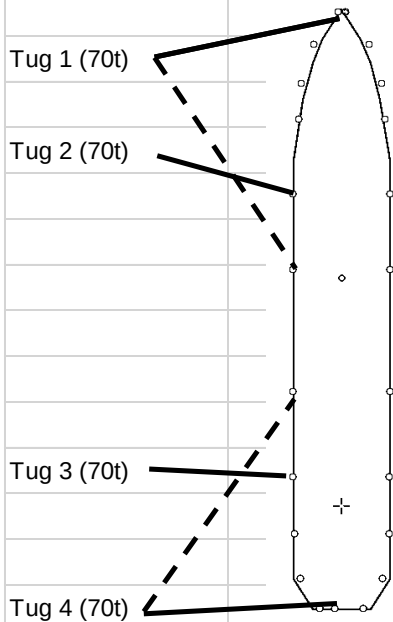
11. Simulationslauf 11

Nummer		Datum	Zeiten	
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende
10	11	24.11.2020	09:35	10:32
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind	
	Q-LNG (B/L)	In	Stärke	Richtung
	Glob. En. (B/L)		7 (8-9)	SW
		Startgeschwindigkeit		
		9,0 (BT) / 7,8 (WT)	Strömung	
	Schlepper		Geschw. @ Start	Flut / Ebbe
		Start Heading	1,2 kn	Flut
		165°	Gezeiten (Zeiteinstellungen)	
		Start Position	LW Time St. Pauli	Exercise time
		Tonne 99	07:00	12:00
			Fahrlotse	
			Rudergänger	
			Kommentare	
			Windstärke (versehntl.) erst ab ca. Min. 12 auf volle Stärke erhöht.	
			Vor- und Achterschlepper zum Anlegen i.d. Schiffsmittle zum Drücken umgesetzt.	

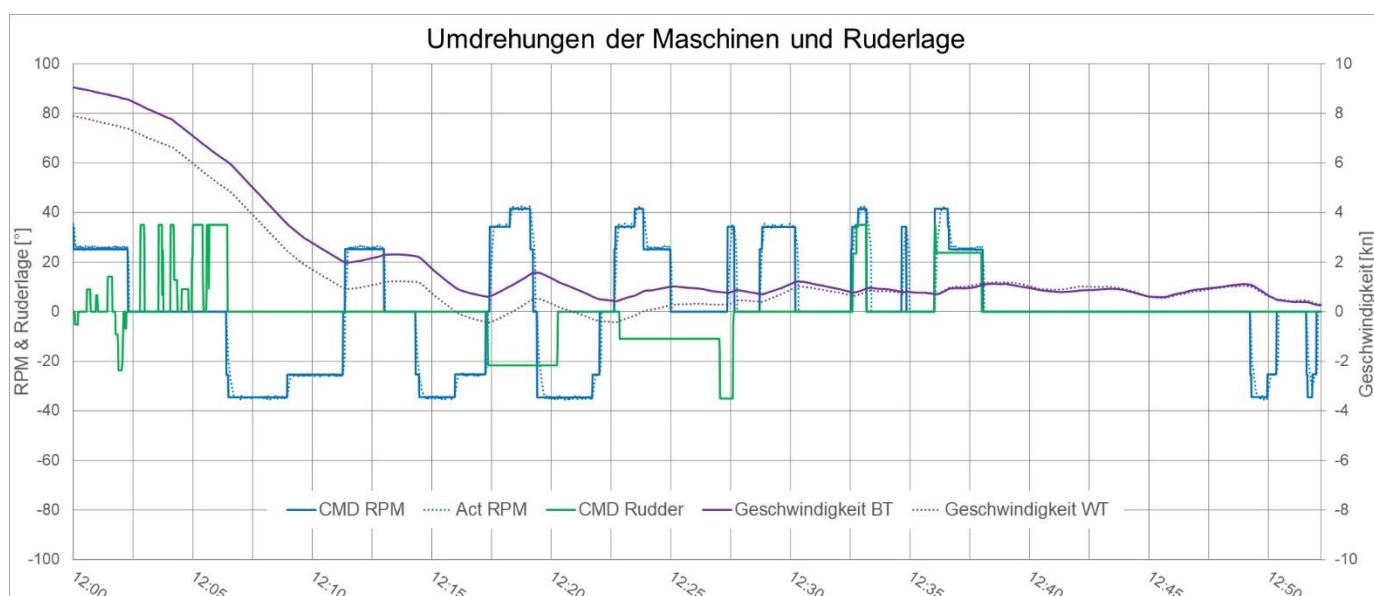
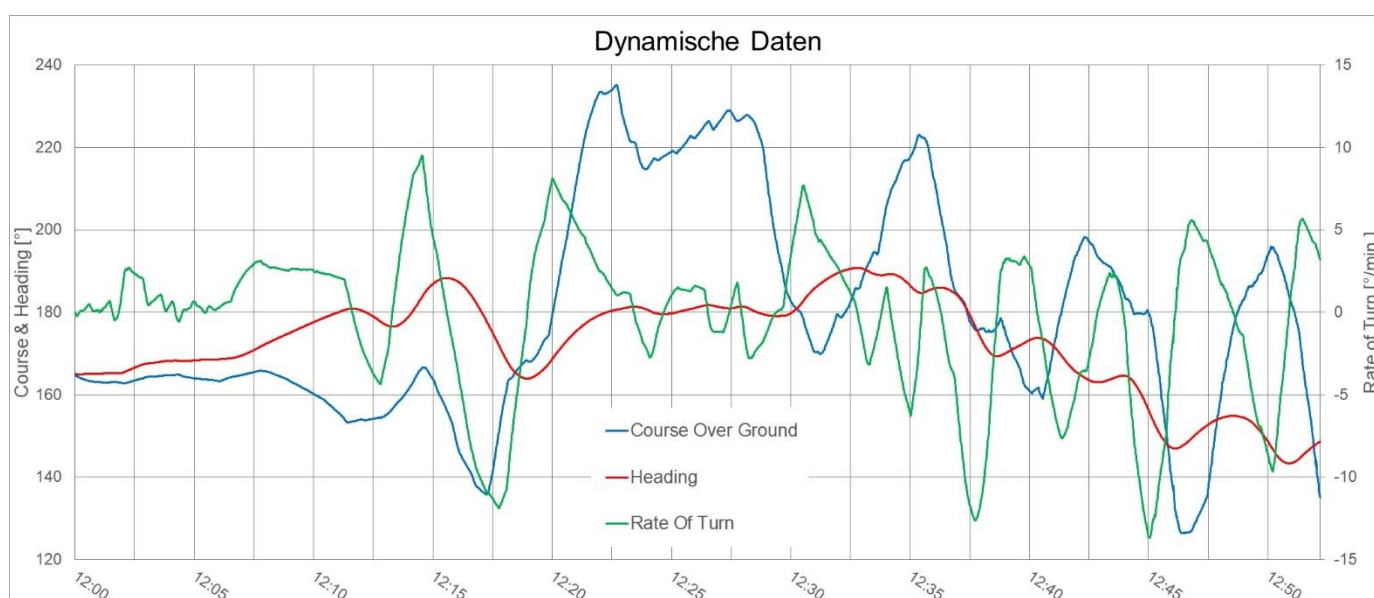
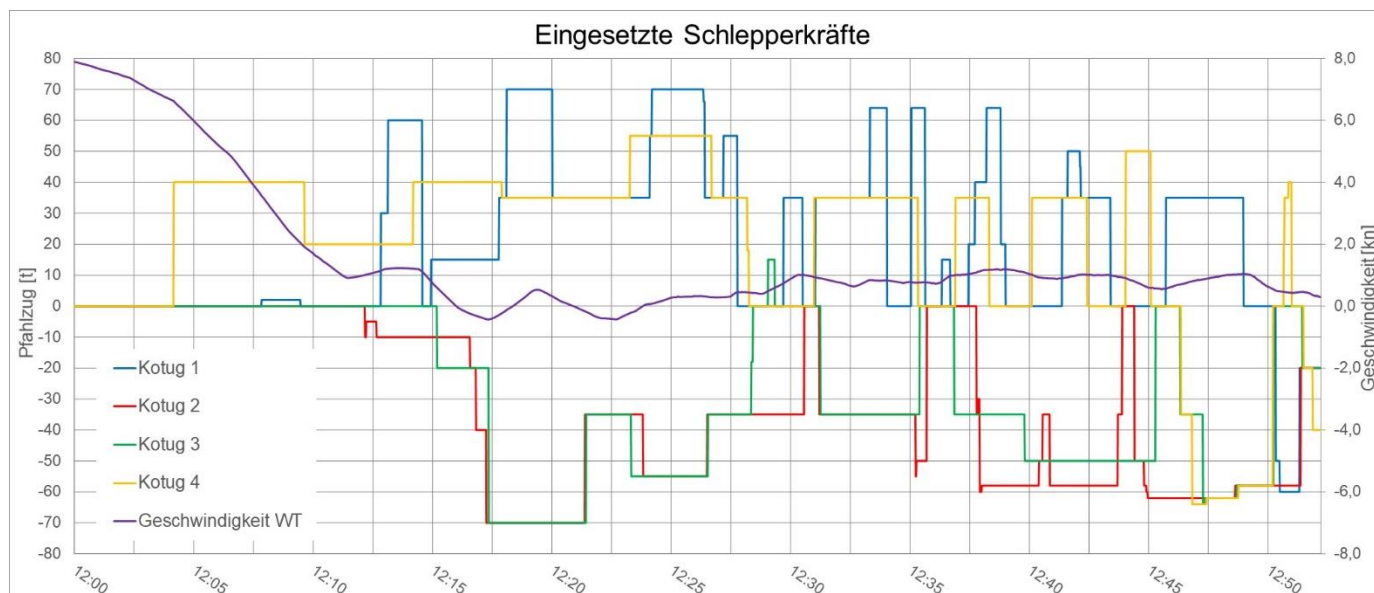
Tug 1 (70t)	
Tug 2 (70t)	
Tug 3 (70t)	
Tug 4 (70t)	

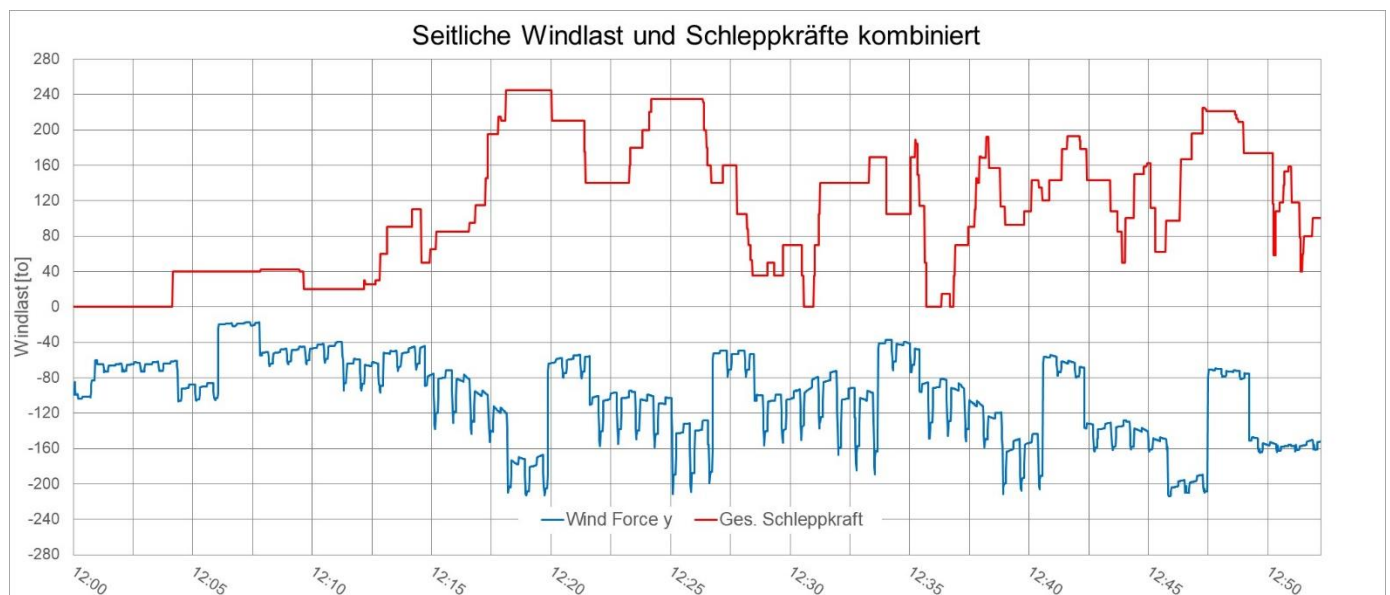
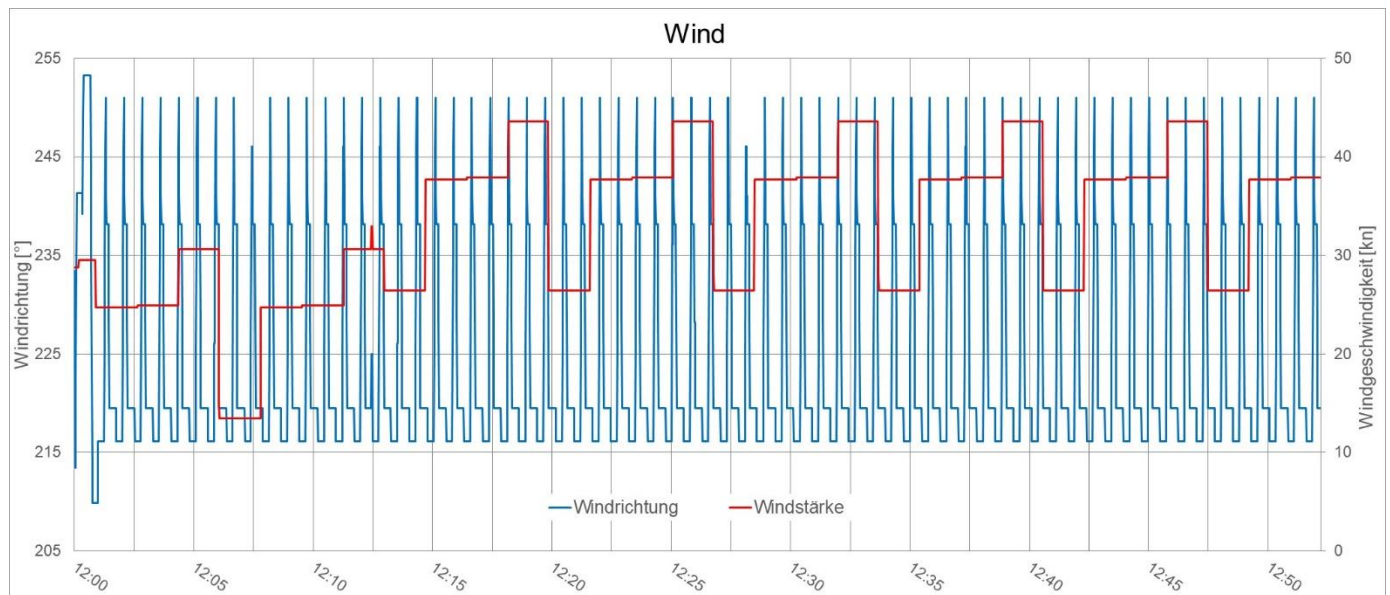
Sicher (ausreichend Reserven)
Sicher (wenig Reserven)
Kritisch (keine Reserven)
Kein sicheres Manöver oder Kollision

FAZIT
Sicheres Manöver mit ausreichend Reserven.



Sicher (ausreichend Reserven)
Sicher (wenig Reserven)
Kritisch (keine Reserven)
Kein sicheres Manöver oder Kollision



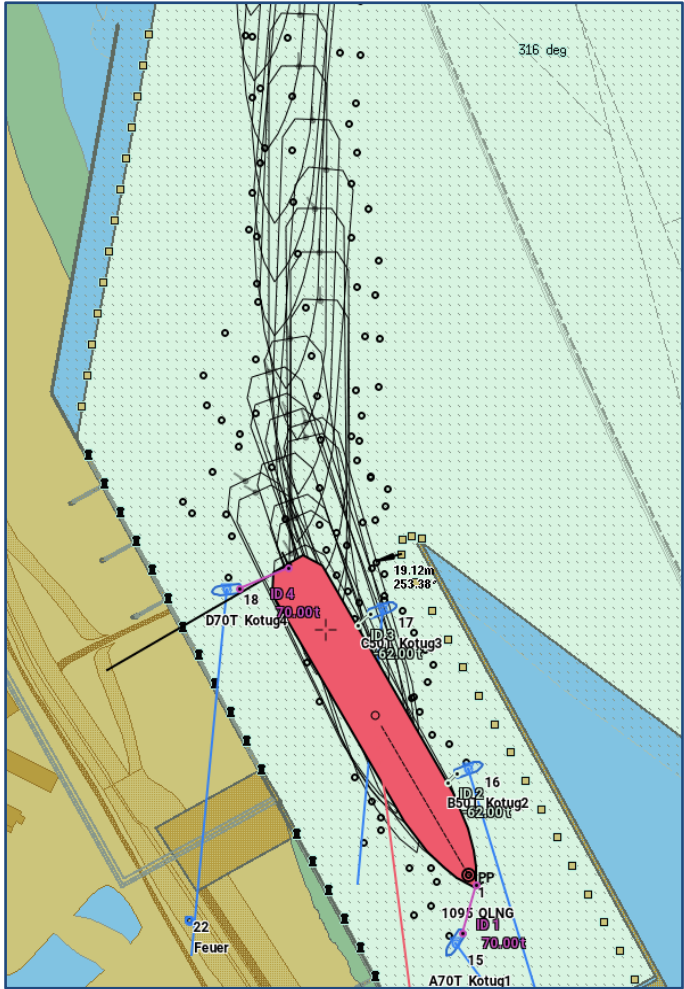
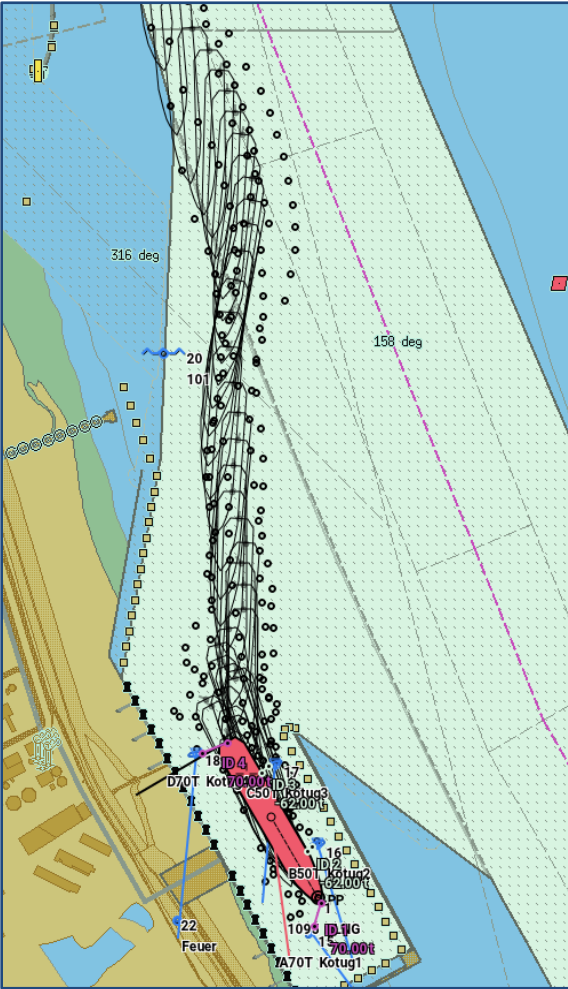
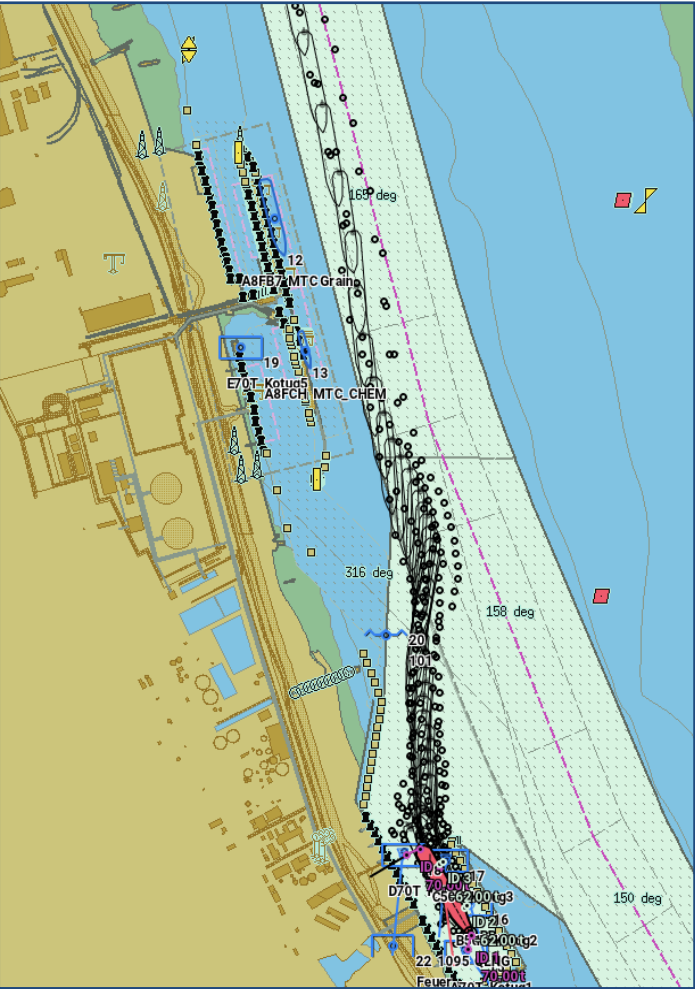


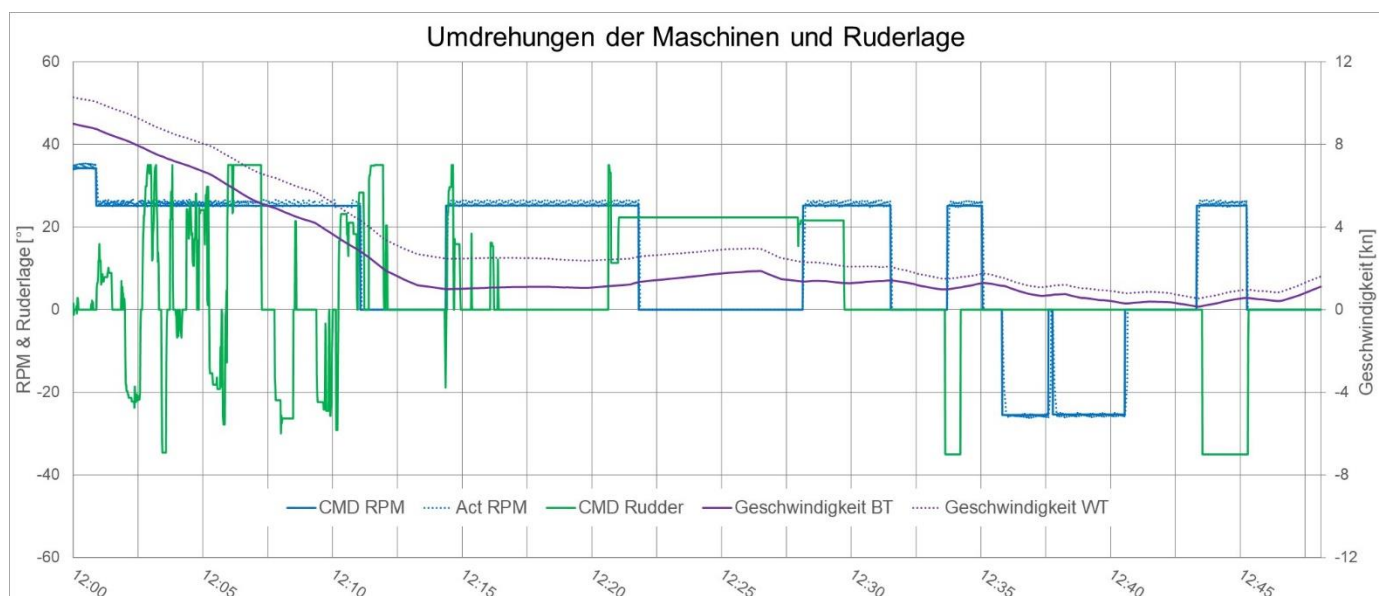
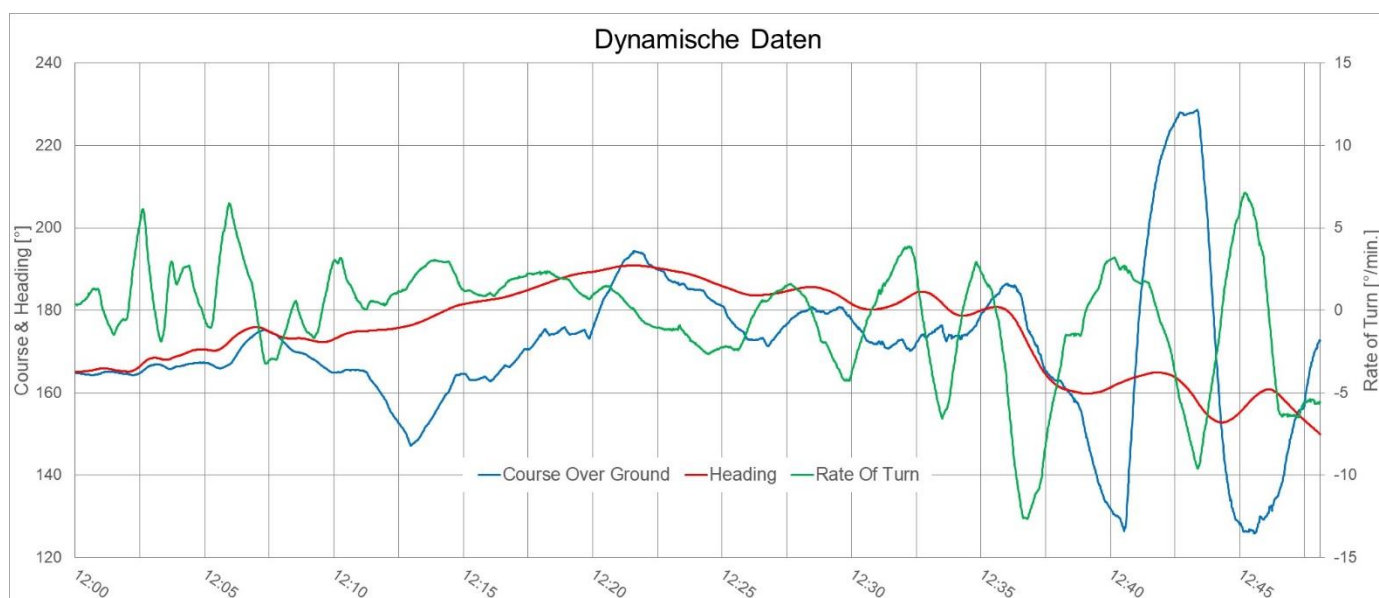
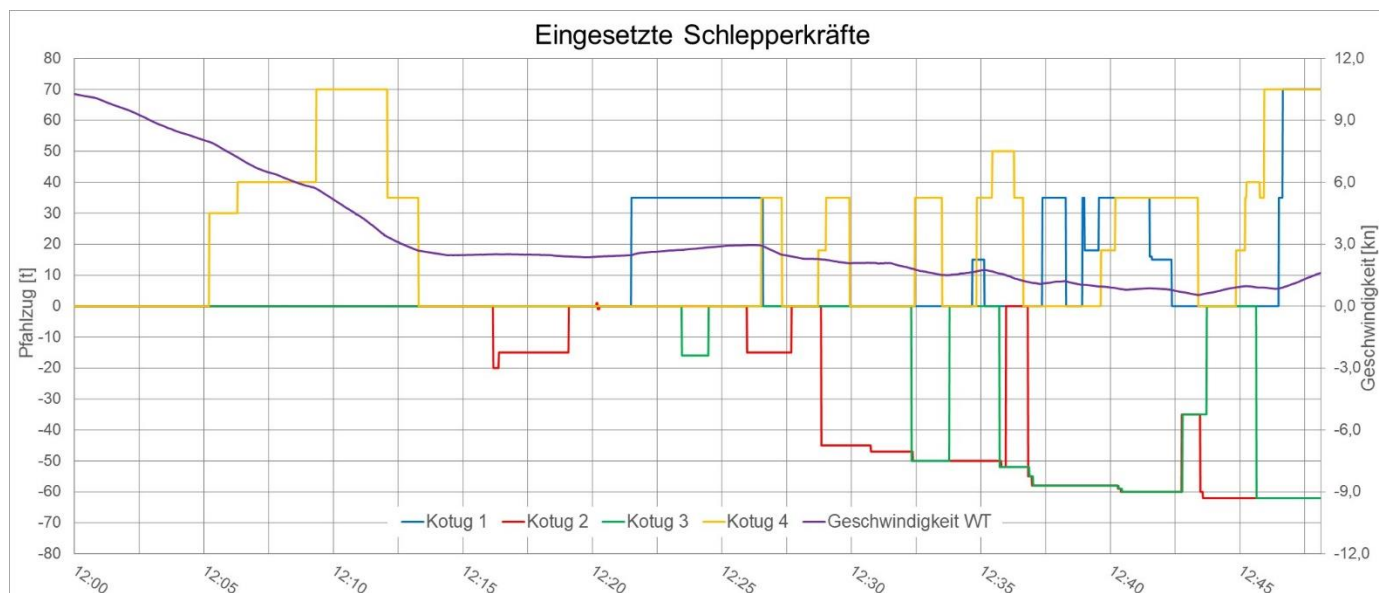
12. Simulationslauf 12

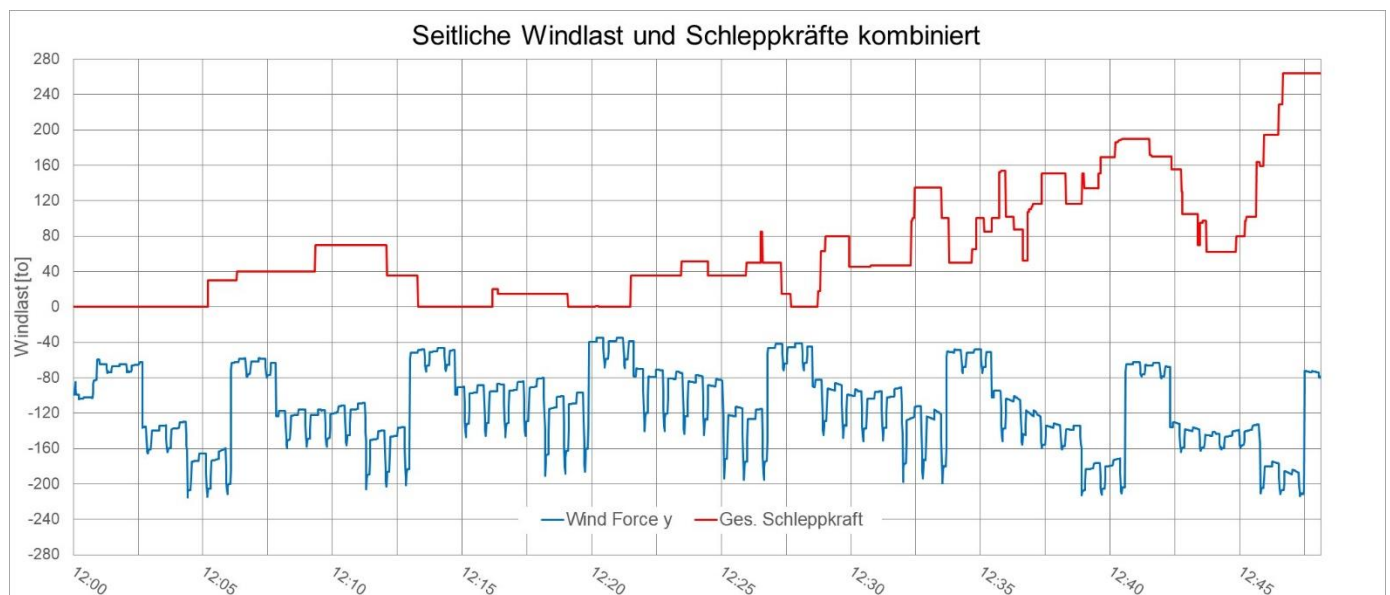
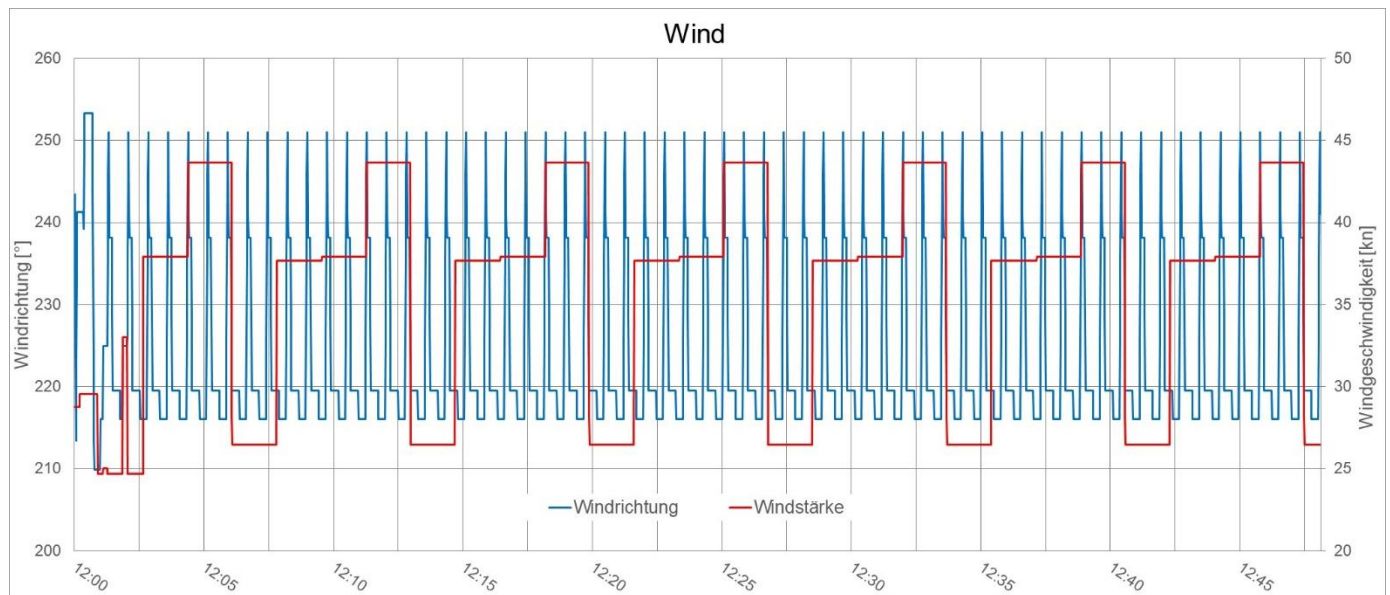
Nummer		Datum	Zeiten	
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende
11	12	24.11.2020	10:49	11:37
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind	
	Q-LNG (B/L)	In	Stärke	Richtung
	Glob. En. (B/L)		7 (8-9)	SW
		Startgeschwindigkeit		
		9,0 (BT) / 10,3 (WT)	Strömung	
	Schlepper	Start Heading	Geschw. @ Start	Flut / Ebbe
		165°	1,3 kn	Ebbe
		Start Position	Gezeiten (Zeiteinstellungen)	
		Tonne 99	LW Time St. Pauli	Exercise time
			05:00	12:00
			Fahrlotse	
			Rudergänger	
			Kommentare	

Sicher (ausreichend Reserven)
Sicher (wenig Reserven)
Kritisch (keine Reserven)
Kein sicheres Manöver oder Kollision

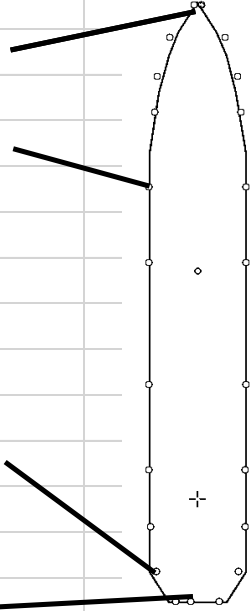
FAZIT
Sicheres Manöver mit ausreichend Reserven.

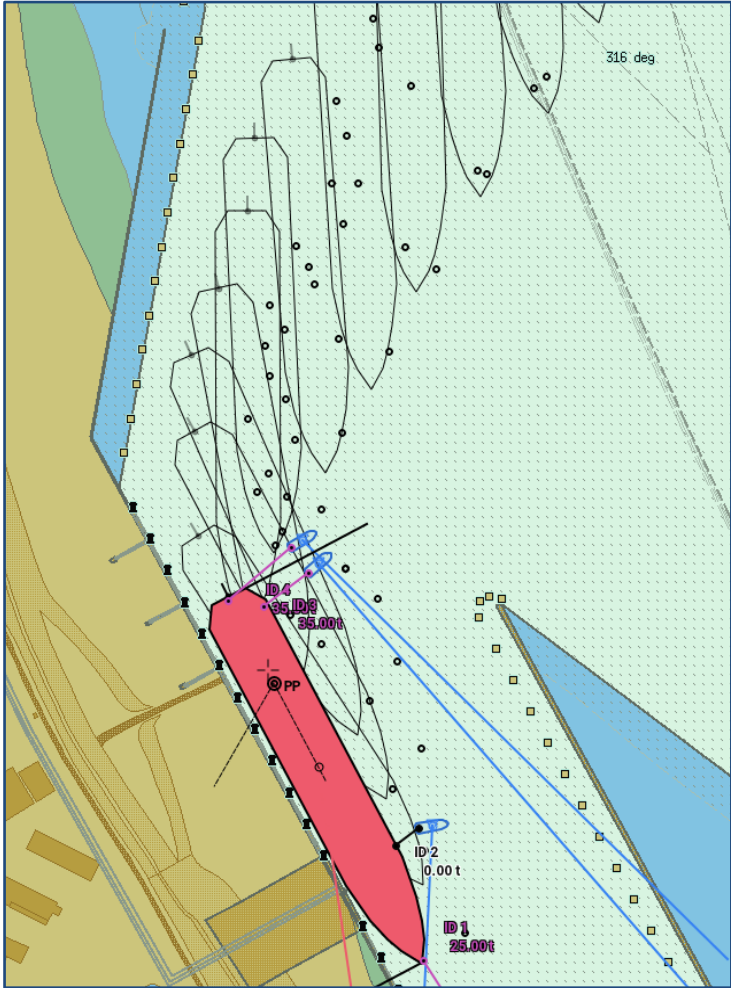
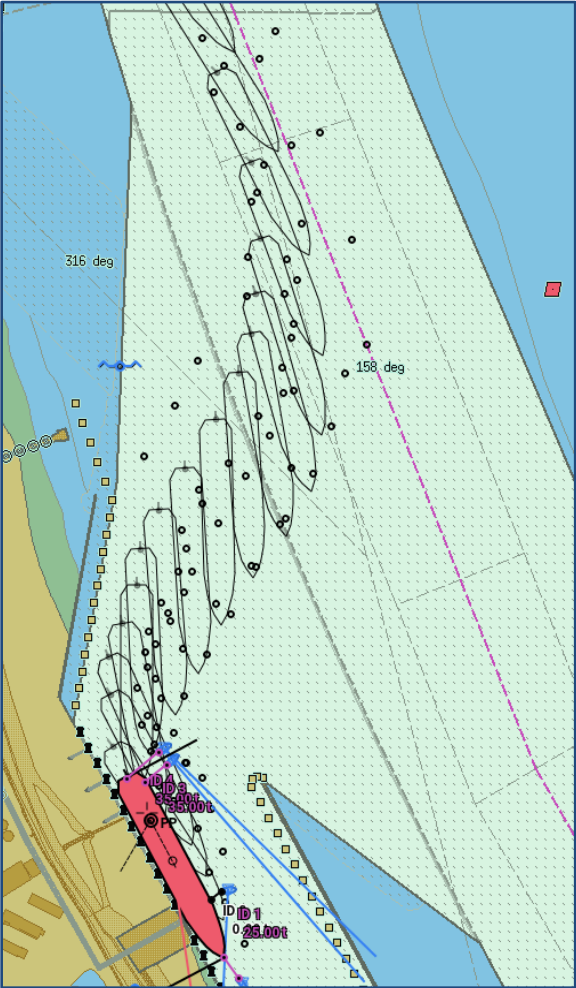


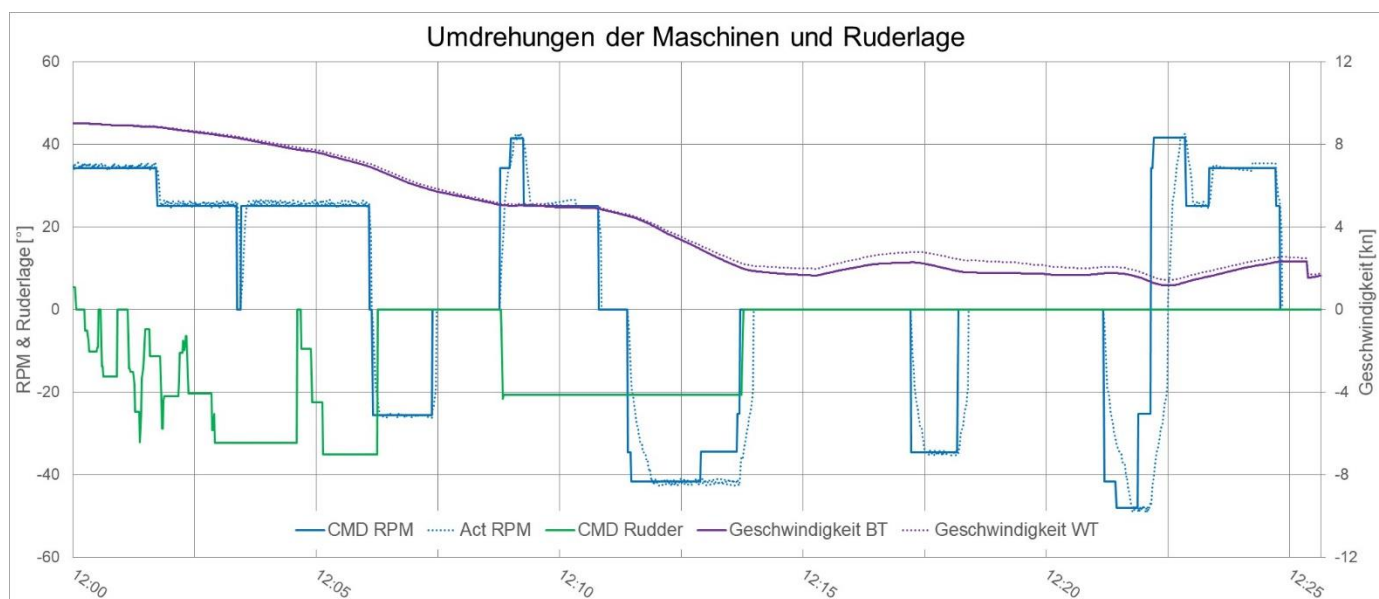
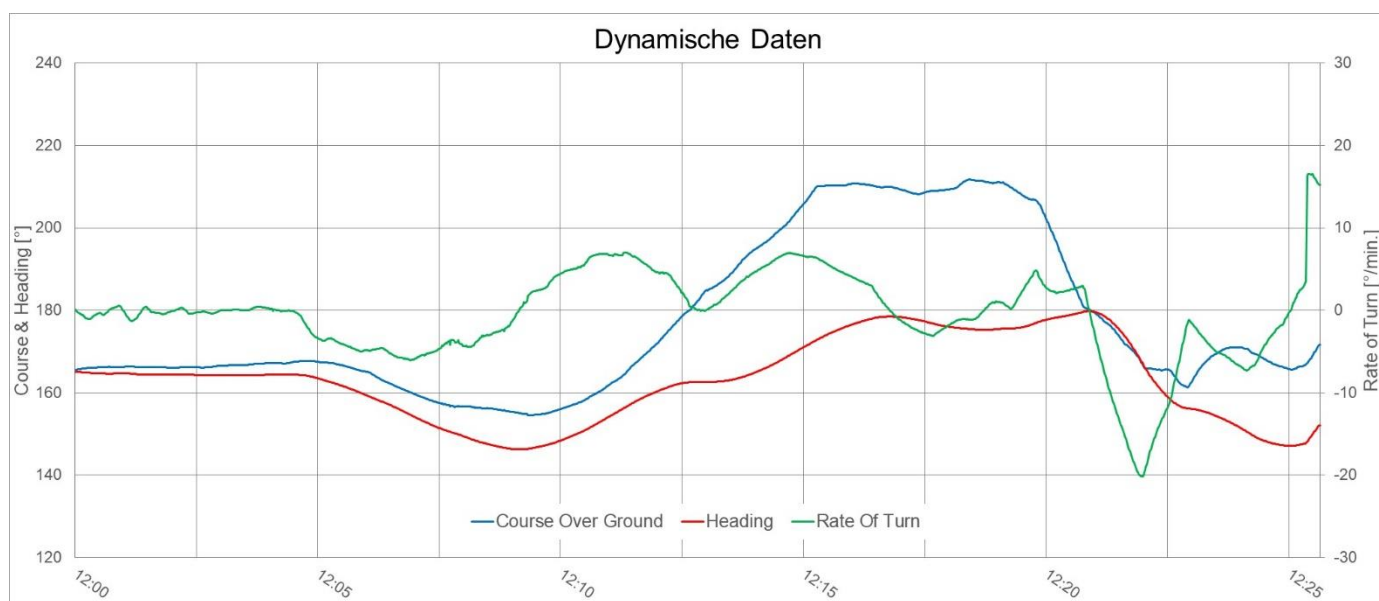
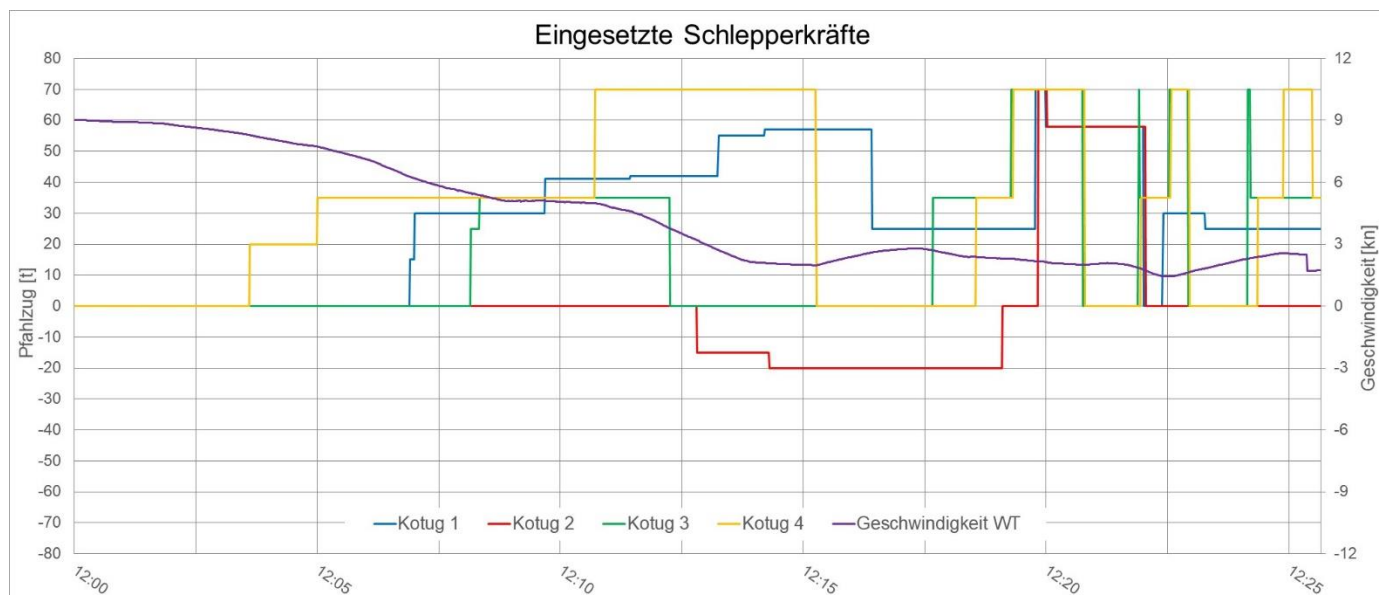


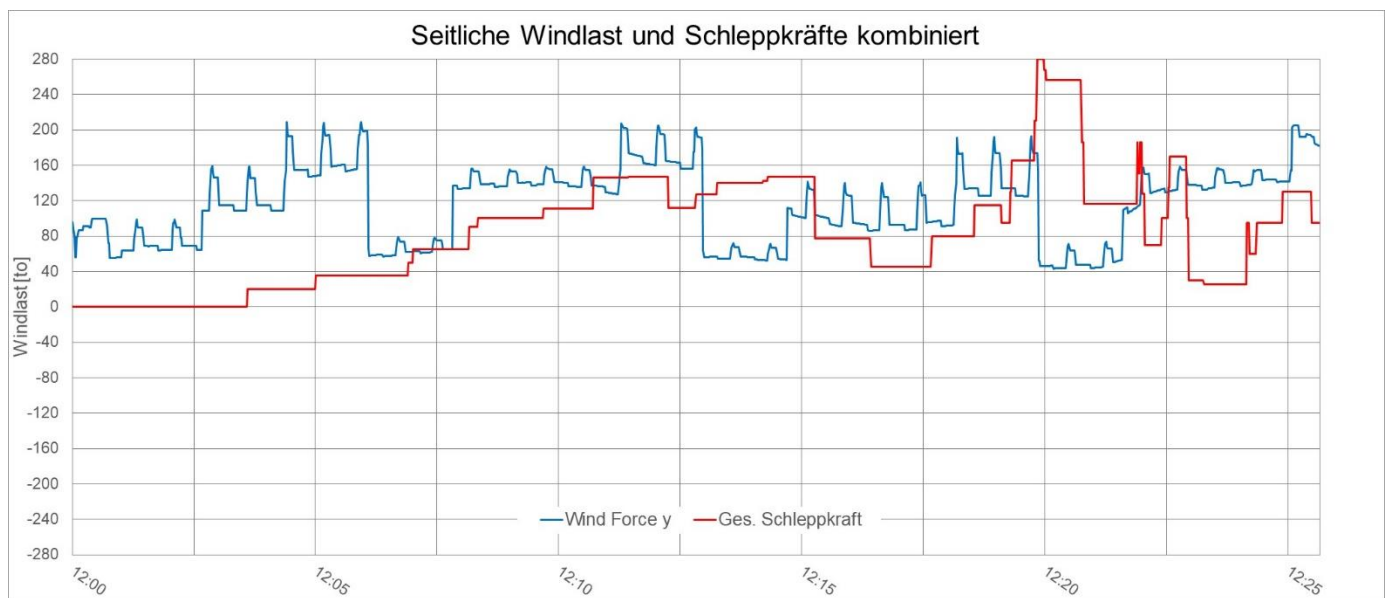
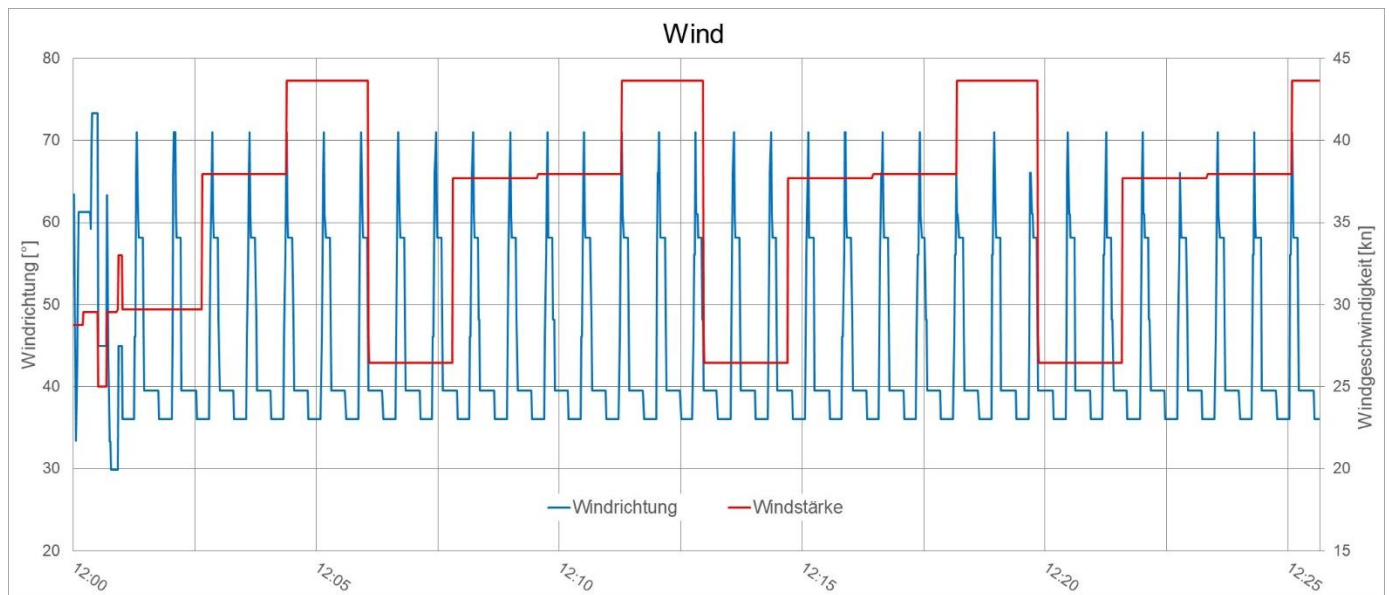


13. Simulationslauf 13

Nummer		Datum	Zeiten	
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende
16	13	24.11.2020	14:10	14:34
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind	
	Q-LNG (B/L)	In	Stärke	Richtung
	Glob. En. (B/L)		7 (8-9)	NO
		Startgeschwindigkeit		
		9,0 (BT) / 9,0 (WT)	Strömung	
Schlepper			Geschw. @ Start	Flut / Ebbe
Tug 1 (70t)		Start Heading	0 kn	
		165°	Flut (Stauwasser)	
Tug 2 (70t)		Start Position	Gezeiten (Zeiteinstellungen)	
		Tonne 99	LW Time St. Pauli	Exercise time
			06:00	12:00
			Fahrlotse	
			Rudergänger	
			Kommentare	
			Kollision Heck - Pier - sertl. Geschwindigkeit 0,6 kn.	
FAZIT Nach Kollision mit Pier - Kein sicheres Manöver. Reserven nicht mehr vorhanden - nicht ausreichend um Windkräfte zu kompensieren.				

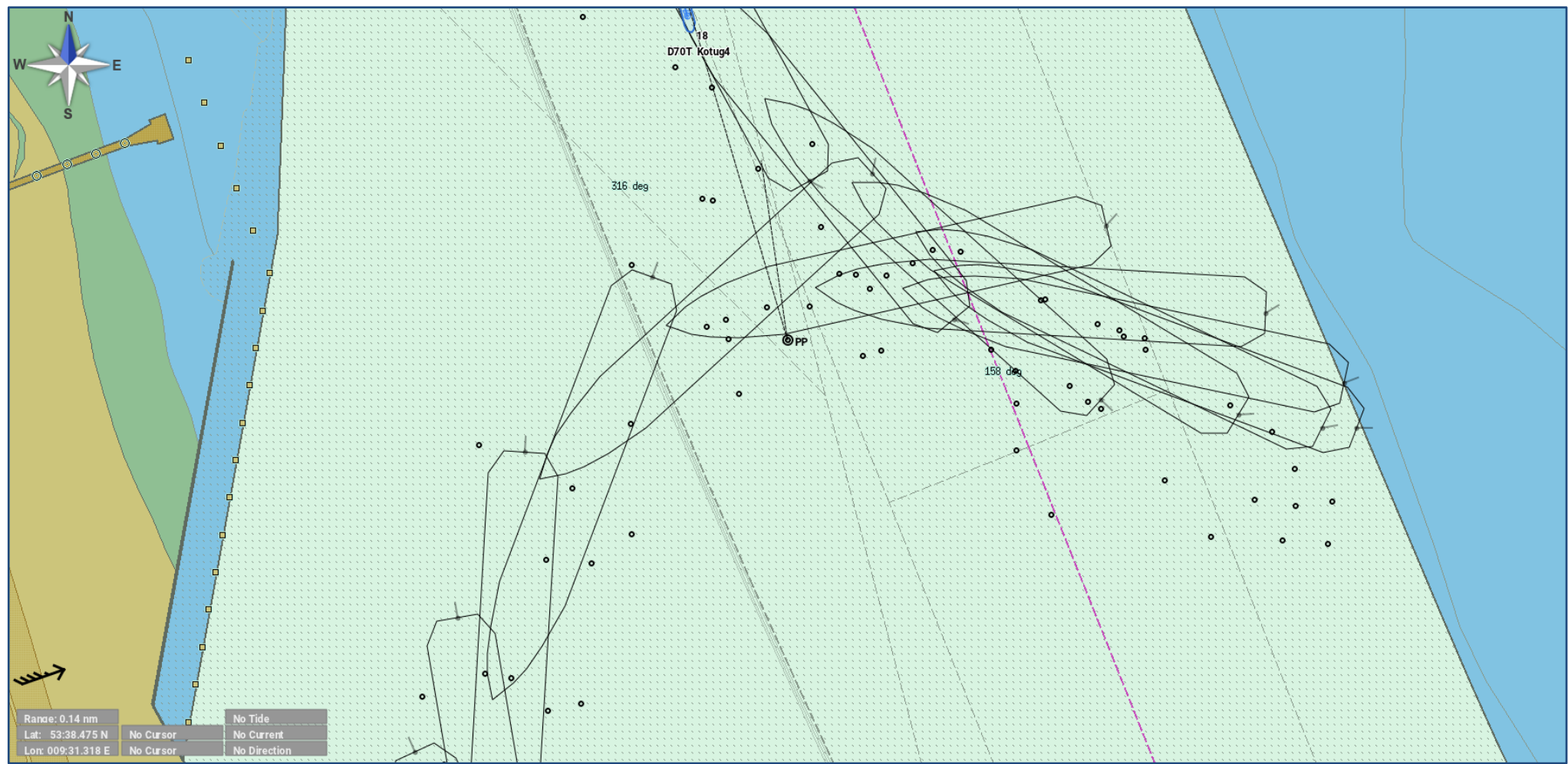


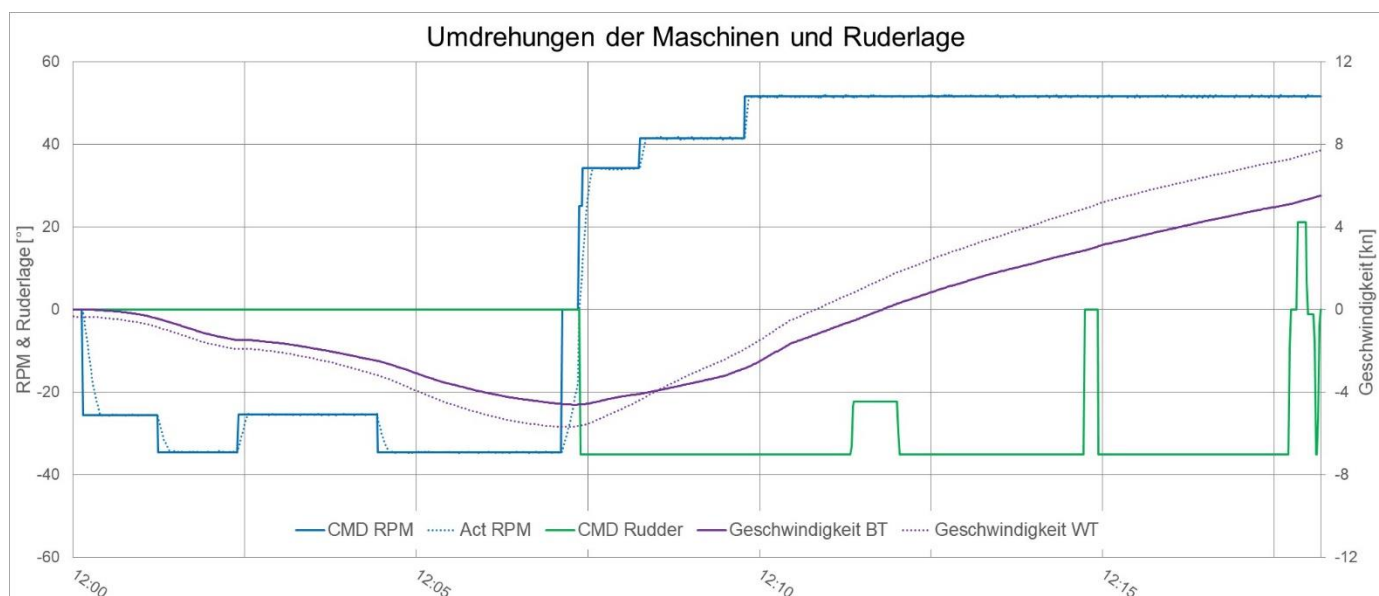
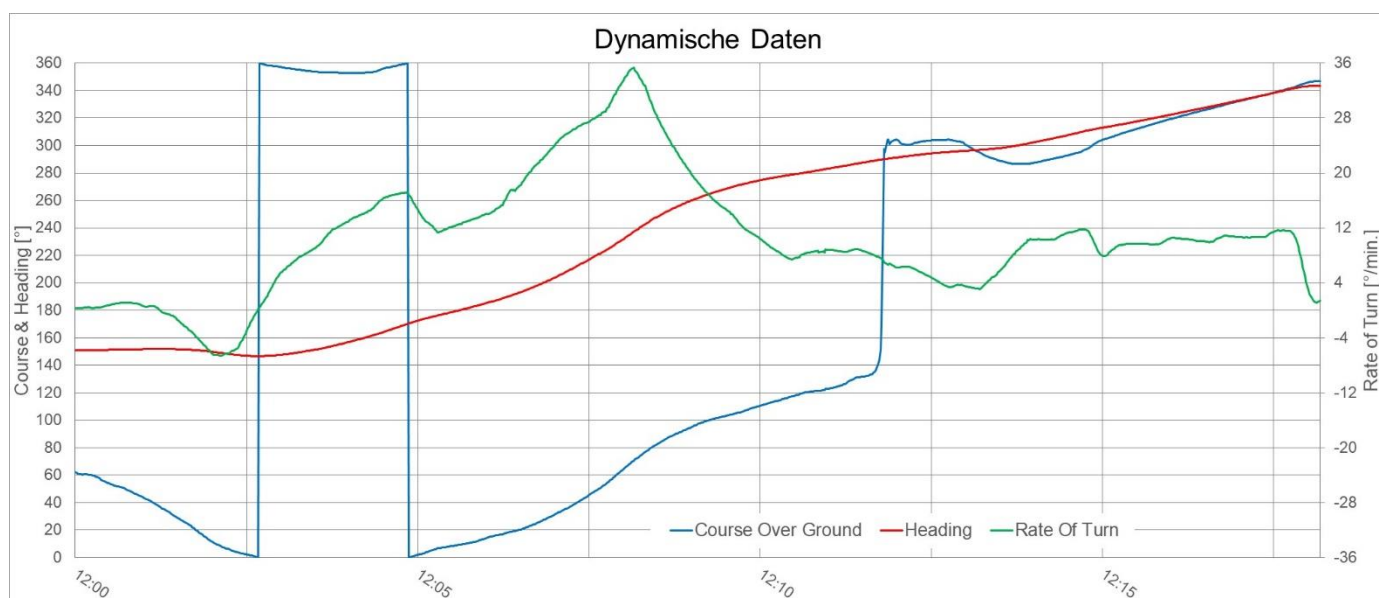
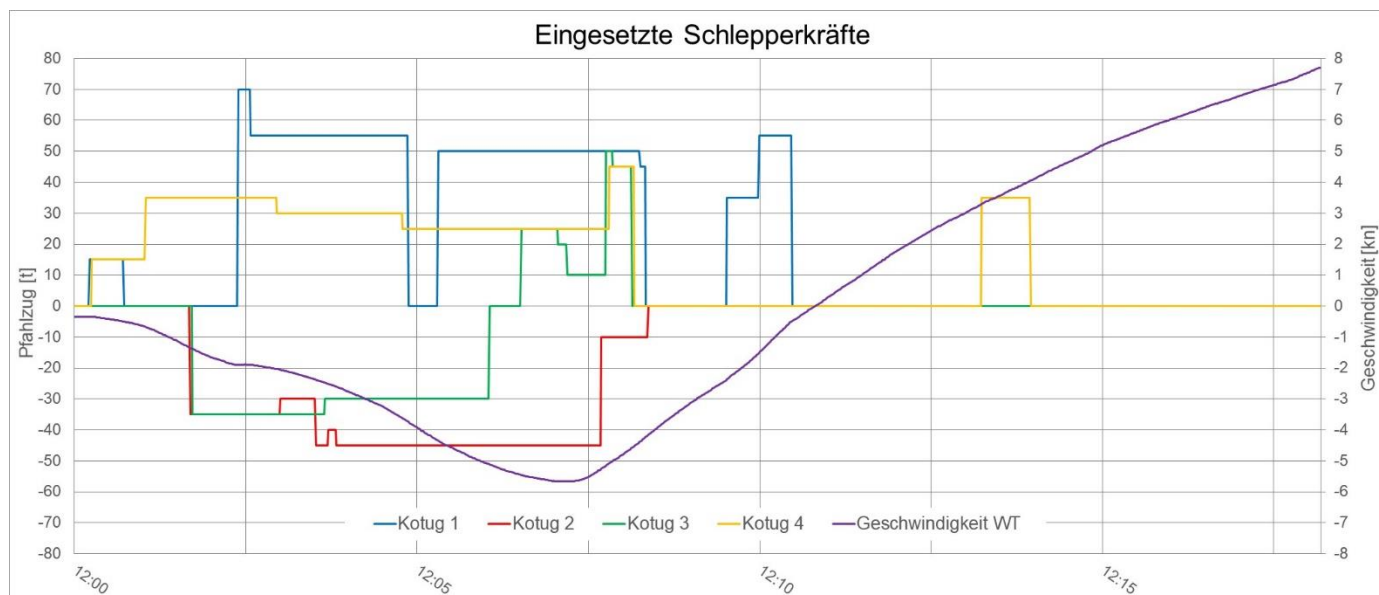


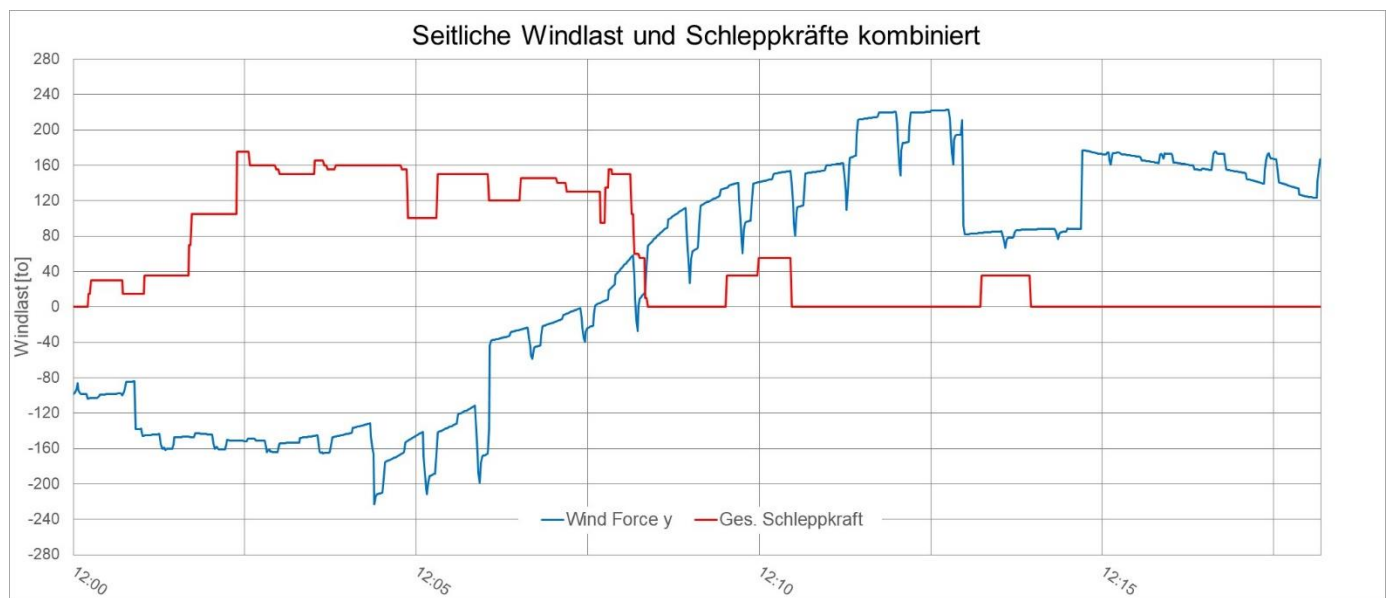
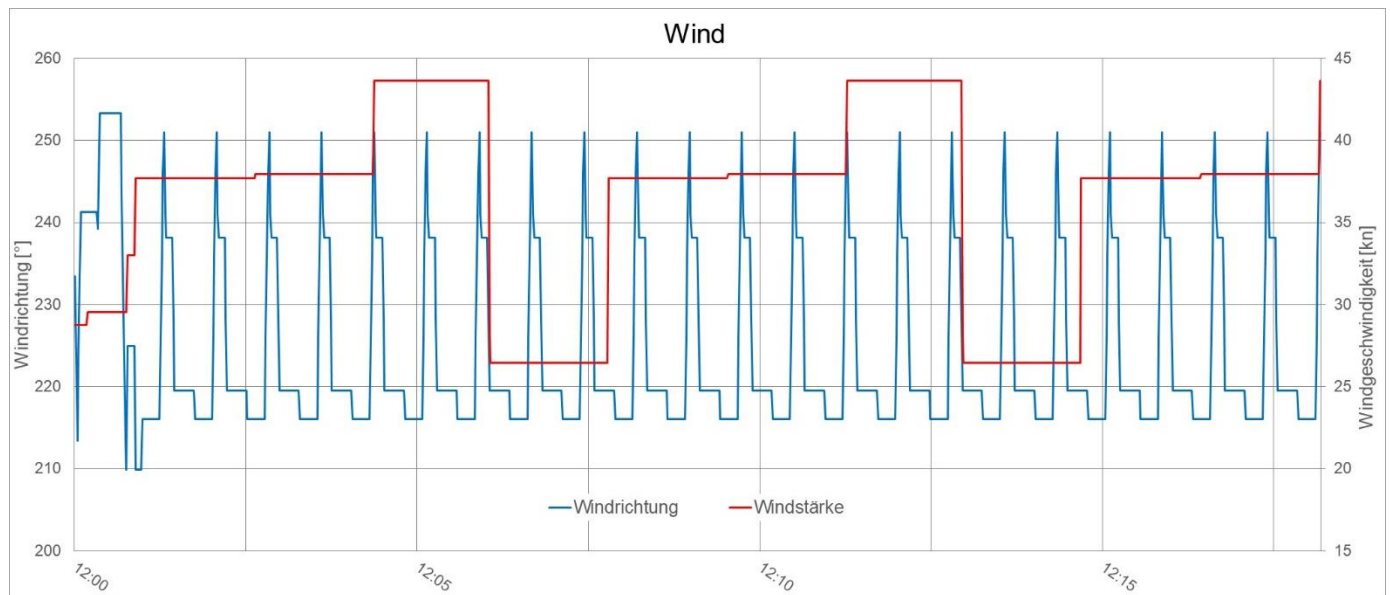


Nummer		Datum	Zeiten	
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende
12	14	24.11.2020	11:45	12:04
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind	
	Q-LNG (B/L)	Out	Stärke	Richtung
	Glob. En. (B/L)	Startgeschwindigkeit	7 (8-9)	SW
		0,0 kn	Strömung	
Schlepper		Start Heading	Geschw. @ Start im Fahrwasser	Flut / Ebbe
Tug 1 (70t)		151°	2,4 kn	Flut
Tug 2 (70t)		Start Position	Gezeiten (Zeiteinstellungen)	
		Liegeplatz	LW Time St. Pauli	Exercise time
			09:00	12:00
			Fahrlotse	
			Rudergänger	
			Kommentare	
FAZIT				
Sicheres Manöver mit ausreichend Reserven				

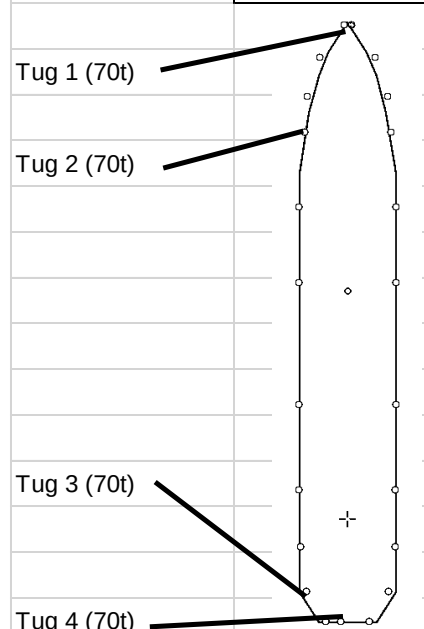


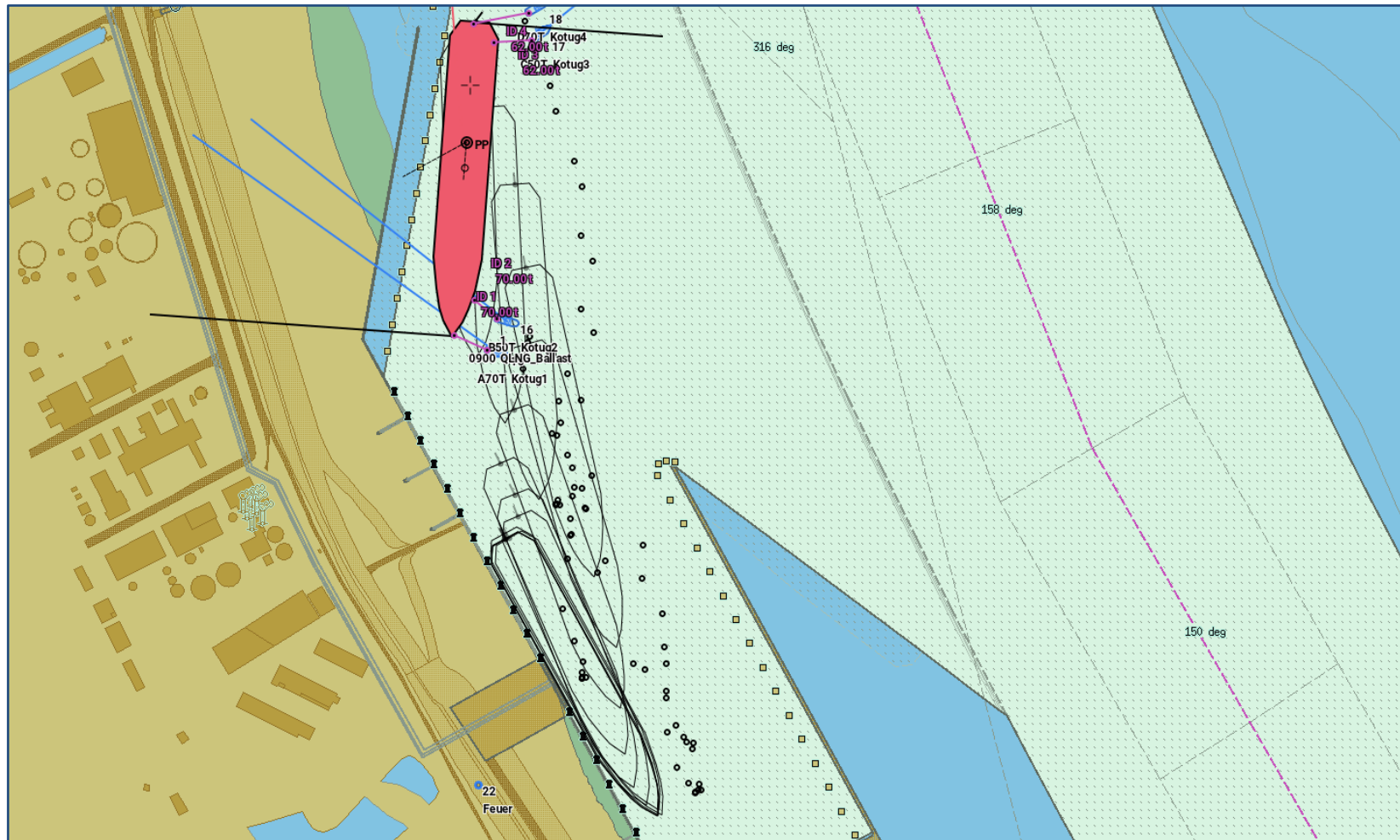


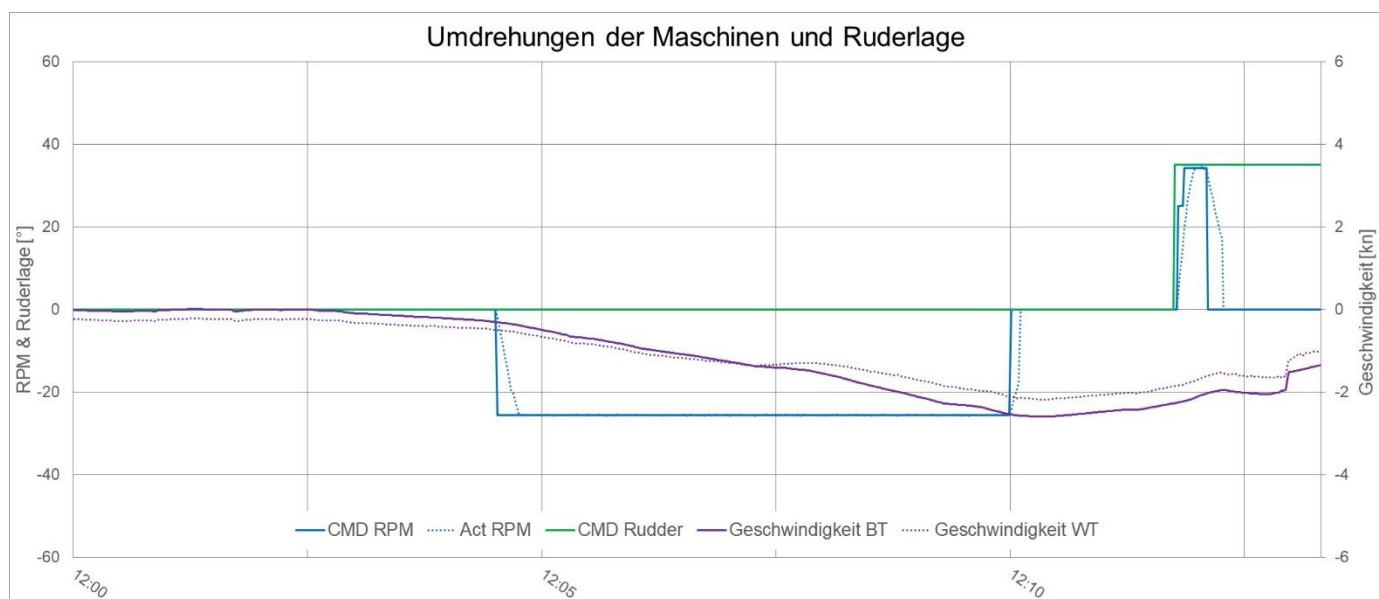
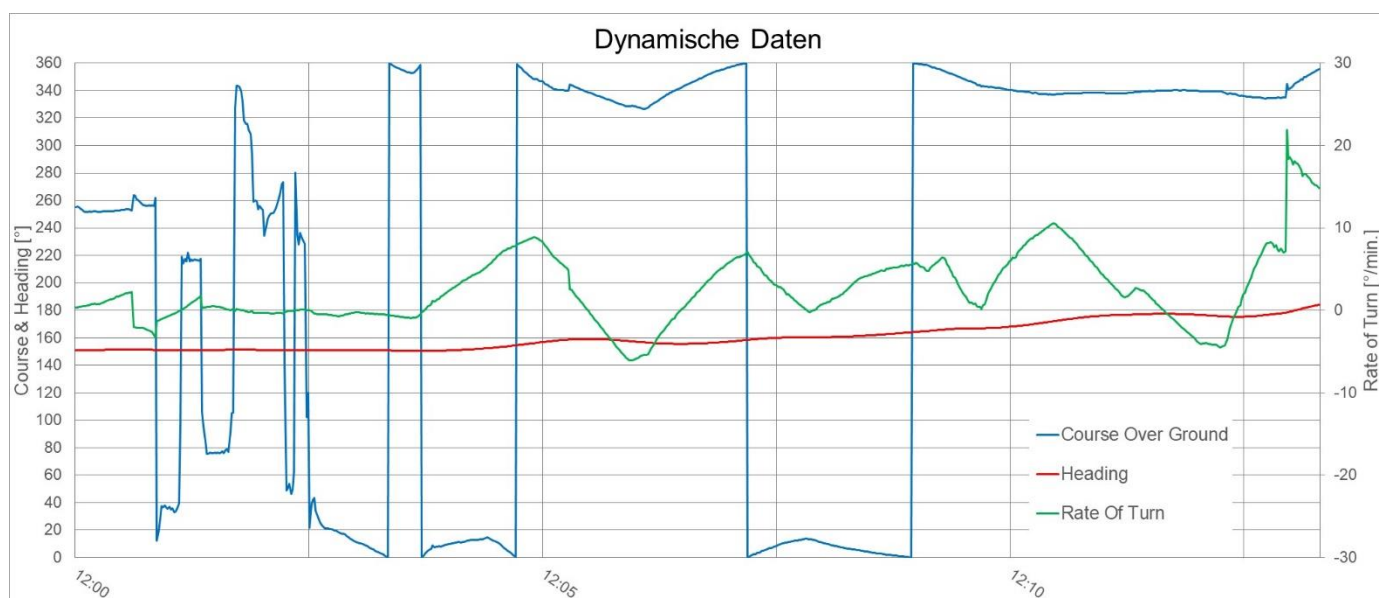
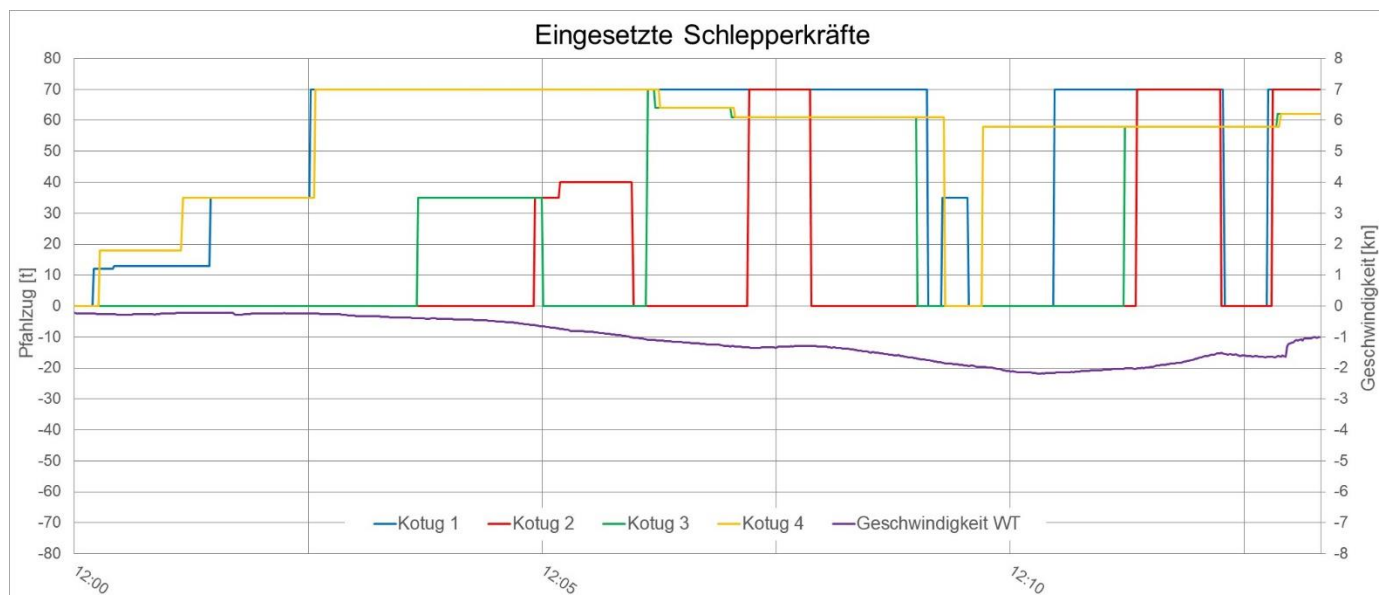


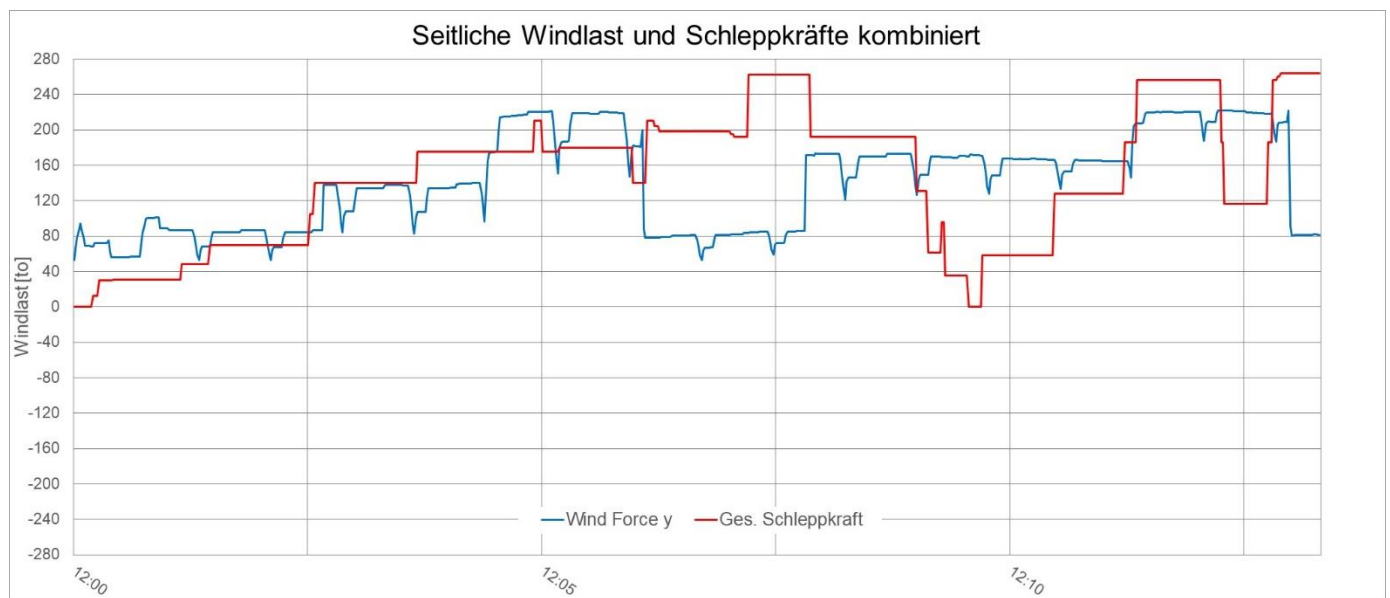
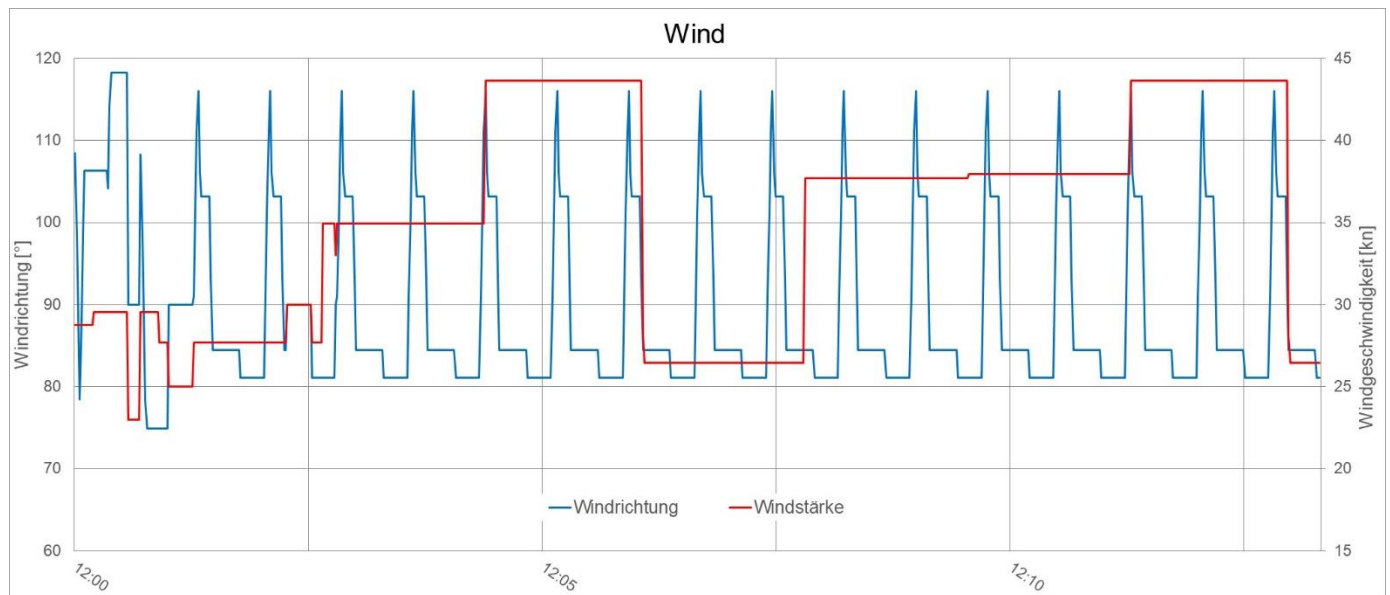


15. Simulationslauf 15

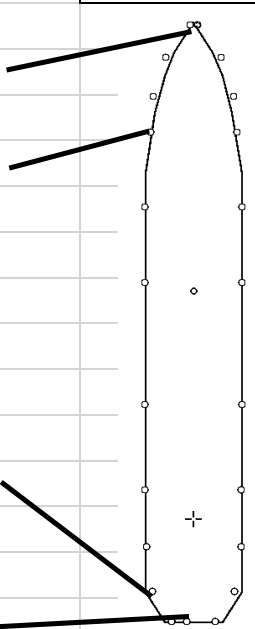
Nummer		Datum	Zeiten					
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende				
13	15	24.11.2020	12:54	13:08				
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind					
	Q-LNG (B/L)	Out	Stärke	Richtung				
	Glob. En. (B/L)		7 (8-9)	O				
		Startgeschwindigkeit						
		0,0 kn	Strömung					
	Schlepper		Geschw. @ Start im Fahrwasser	Flut / Ebbe				
		Start Heading	2,2 kn	Ebbe				
		151°	Gezeiten (Zeiteinstellungen)					
		Start Position	LW Time St. Pauli	Exercise time				
		Liegeplatz	03:00	12:00				
			Fahrlotse					
			Rudergänger					
			Kommentare					
			Nach Kontakt mit Dalben wird der Lauf wiederholt.					
								
<table border="1"> <tr> <td>Sicher (ausreichend Reserven)</td> </tr> <tr> <td>Sicher (wenig Reserven)</td> </tr> <tr> <td>Kritisch (keine Reserven)</td> </tr> <tr> <td>Kein sicheres Manöver oder Kollision</td> </tr> </table>					Sicher (ausreichend Reserven)	Sicher (wenig Reserven)	Kritisch (keine Reserven)	Kein sicheres Manöver oder Kollision
Sicher (ausreichend Reserven)								
Sicher (wenig Reserven)								
Kritisch (keine Reserven)								
Kein sicheres Manöver oder Kollision								
FAZIT Kein sicheres Manöver - Kollision mit Dalben - Heck.								



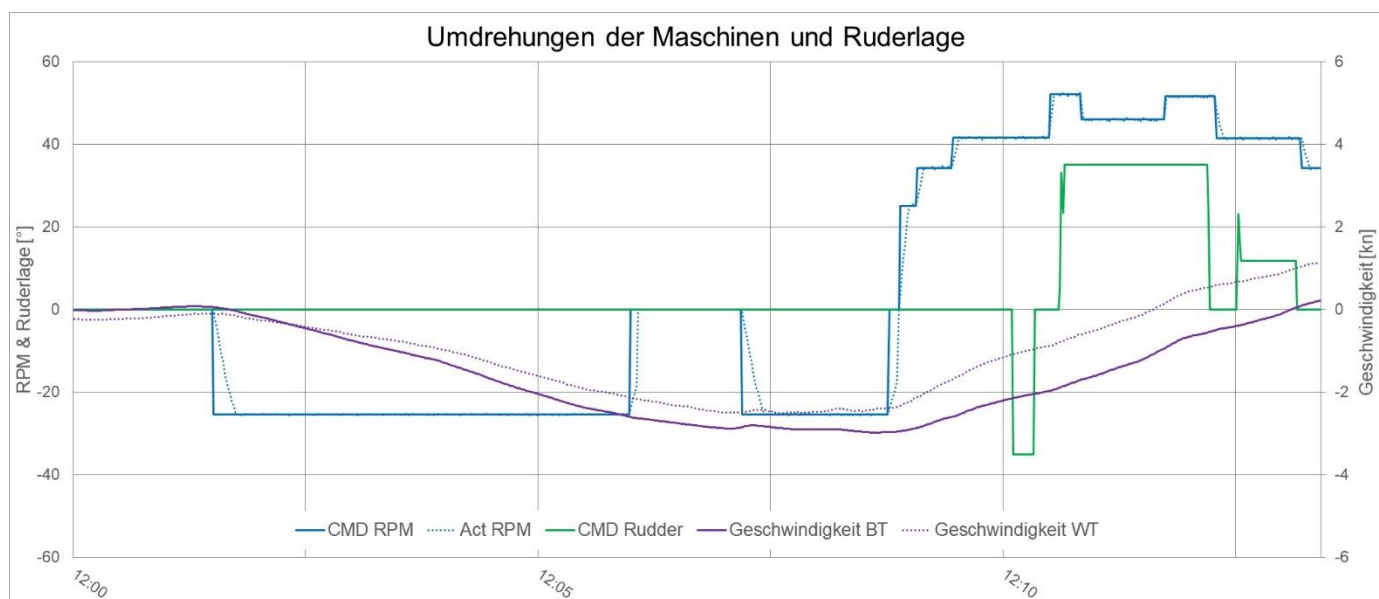
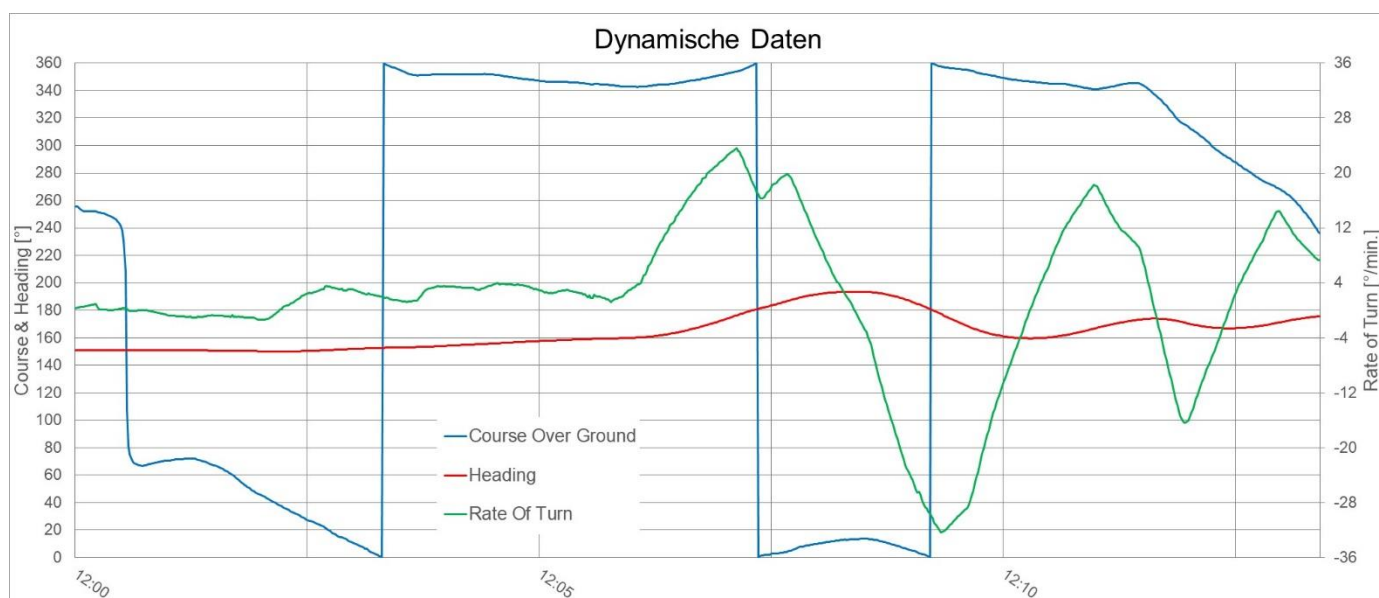
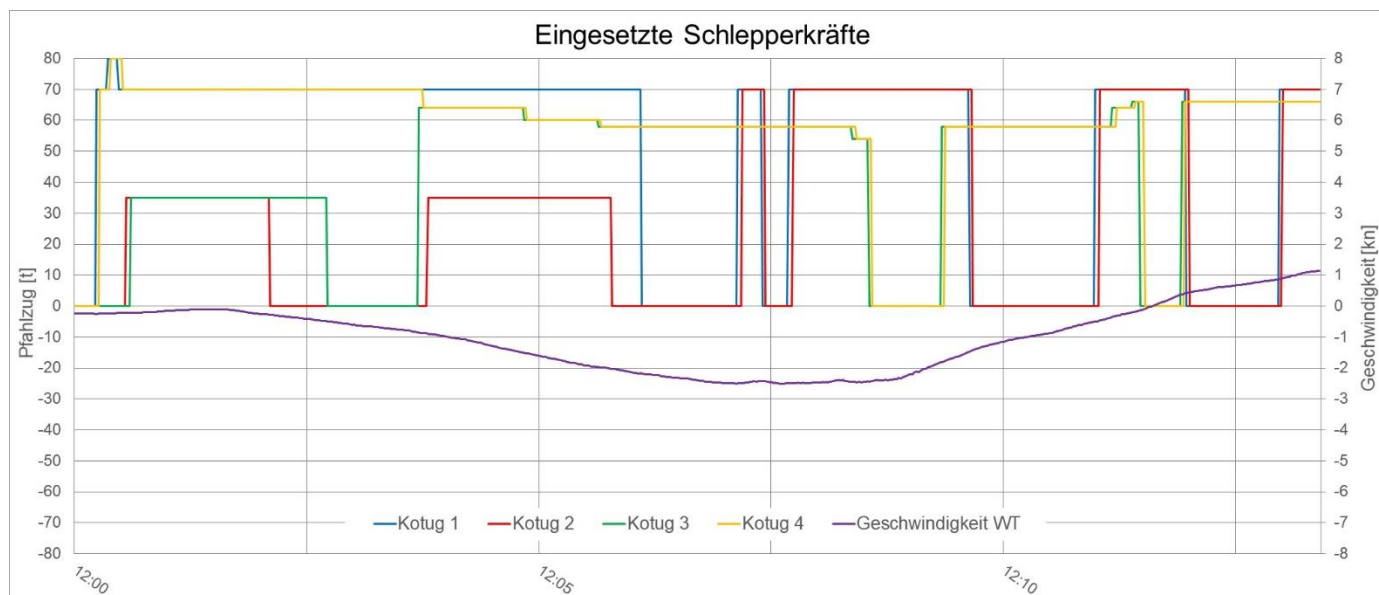


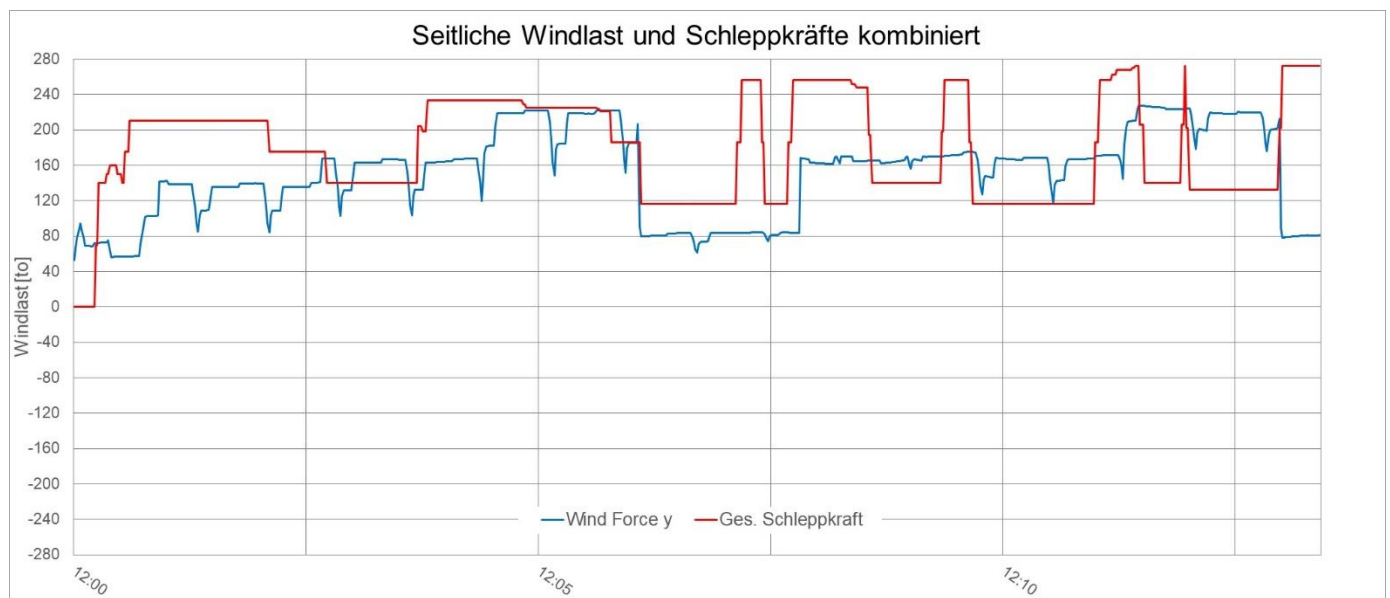
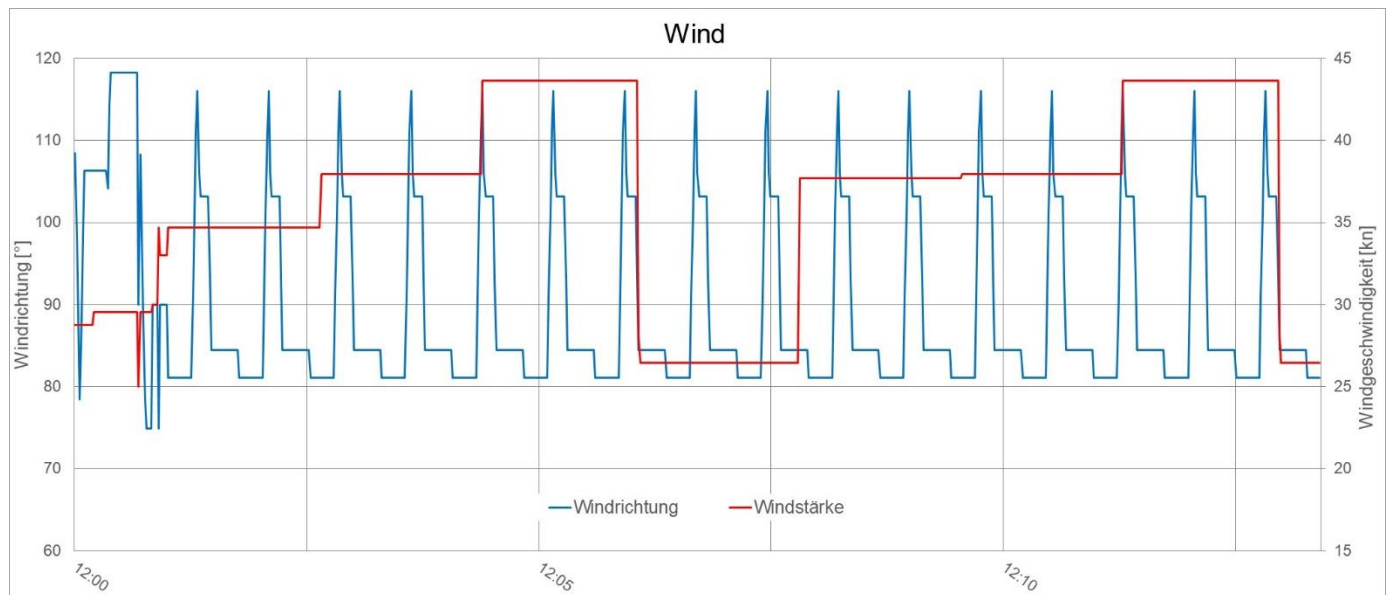


16. Simulationslauf 15 B

Nummer		Datum	Zeiten	
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende
14	15 B	24.11.2020	13:11	13:25
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind	
	Q-LNG (B/L)	Out	Stärke	Richtung
	Glob. En. (B/L)		7 (8-9)	O
		Startgeschwindigkeit		
		0,0 kn	Strömung	
	Schlepper		Geschw. @ Start im Fahrwasser	Flut / Ebbe
		Start Heading	2,2 kn	Ebbe
		151°	Gezeiten (Zeiteinstellungen)	
		Start Position	LW Time St. Pauli	Exercise time
		Liegeplatz	03:00	12:00
			Fahrlotse	
			Rudergänger	
			Kommentare	
			Nach Entstehen einer verfahrenen Situation wird Lauf wiederholt.	
Tug 1 (70t)			Sicher (ausreichend Reserven)	
			Sicher (wenig Reserven)	
			Kritisch (keine Reserven)	
			Kein sicheres Manöver oder Kollision	
Tug 2 (70t)				
Tug 3 (70t)				
Tug 4 (70t)				
FAZIT				
Keine Bewertung				

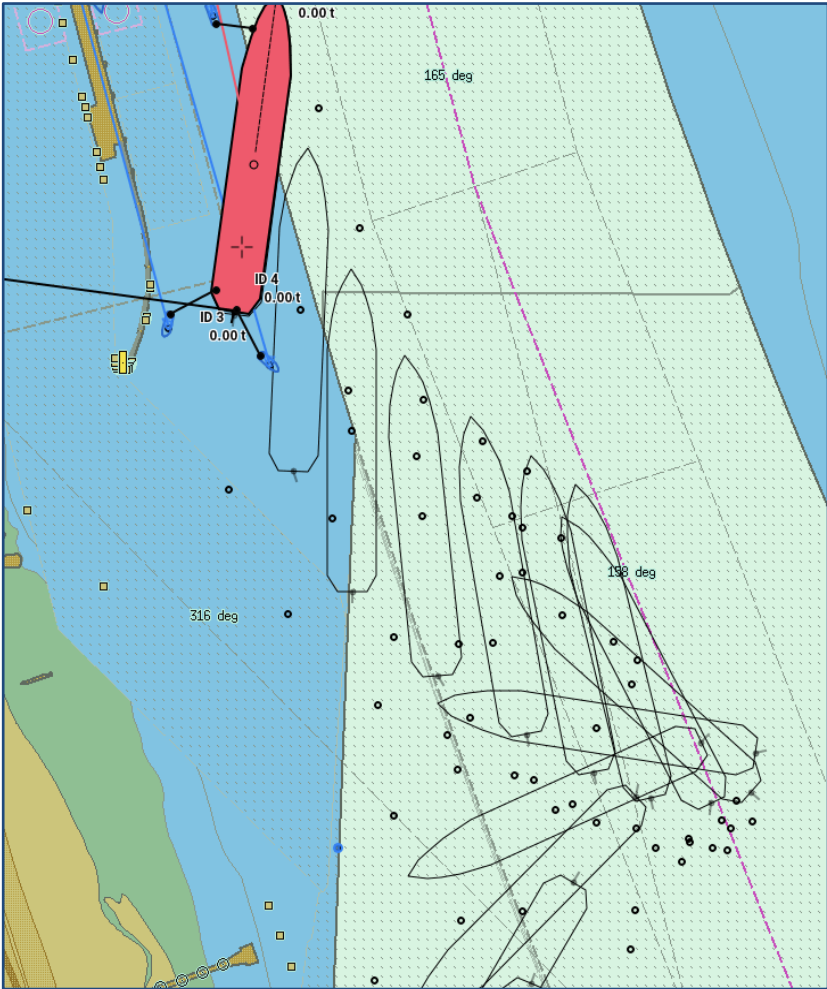
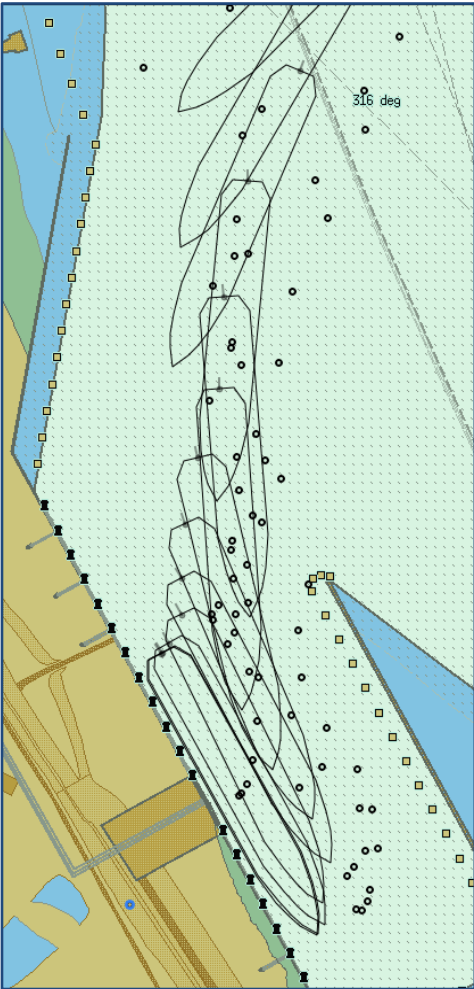
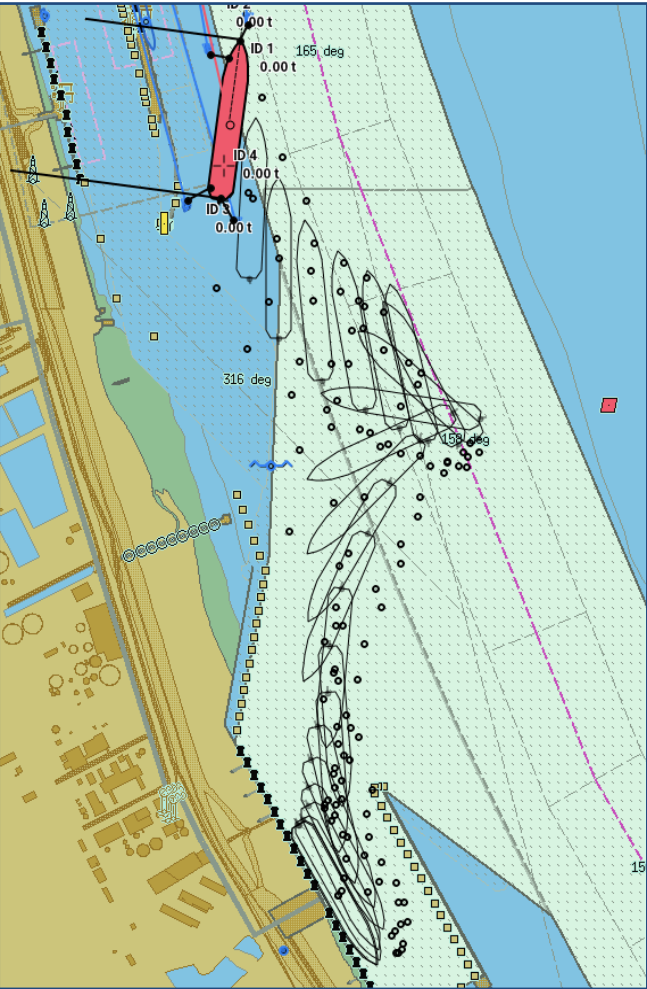


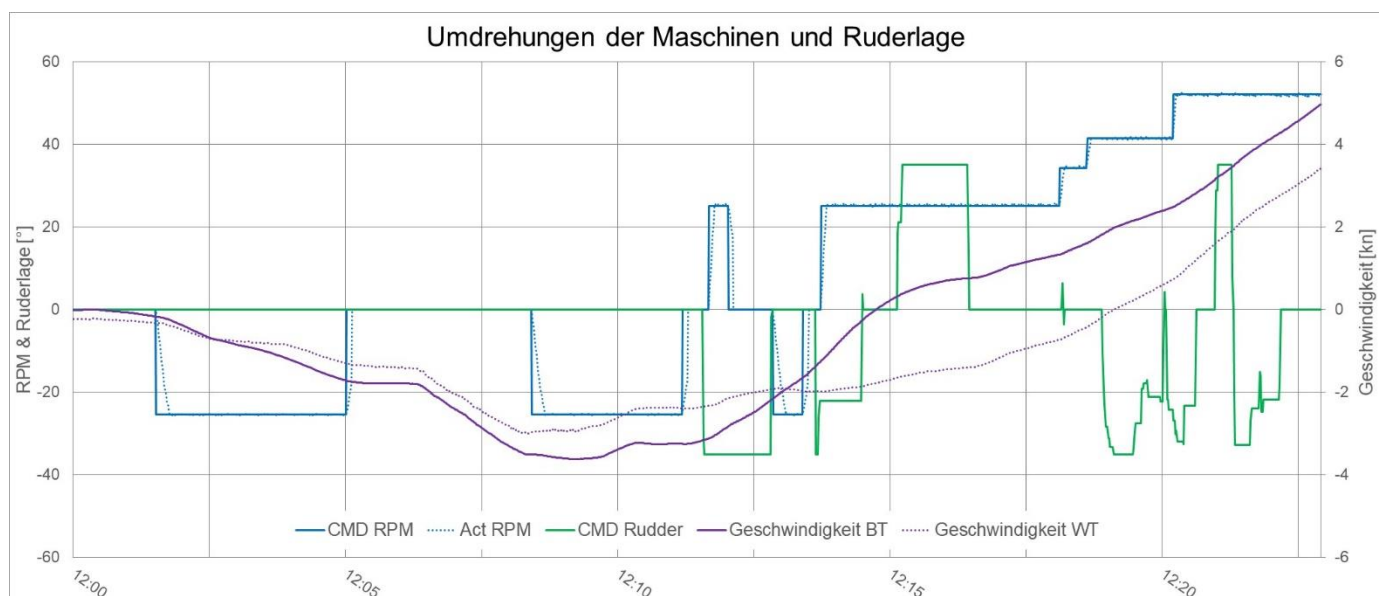
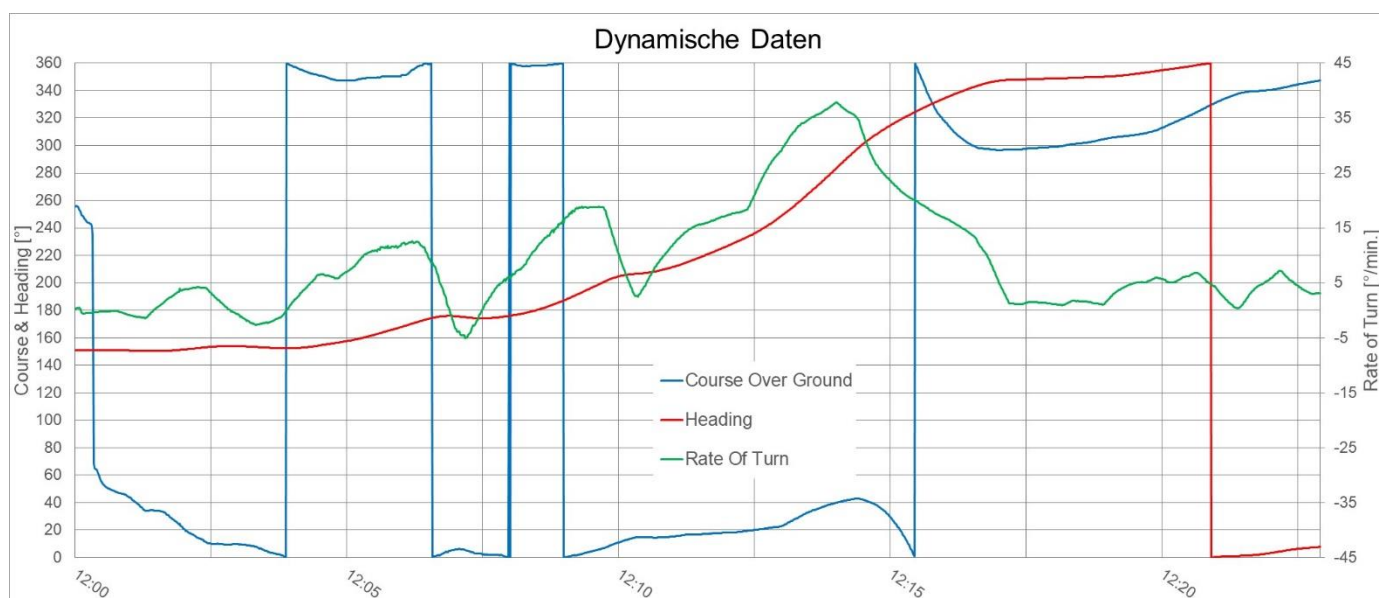
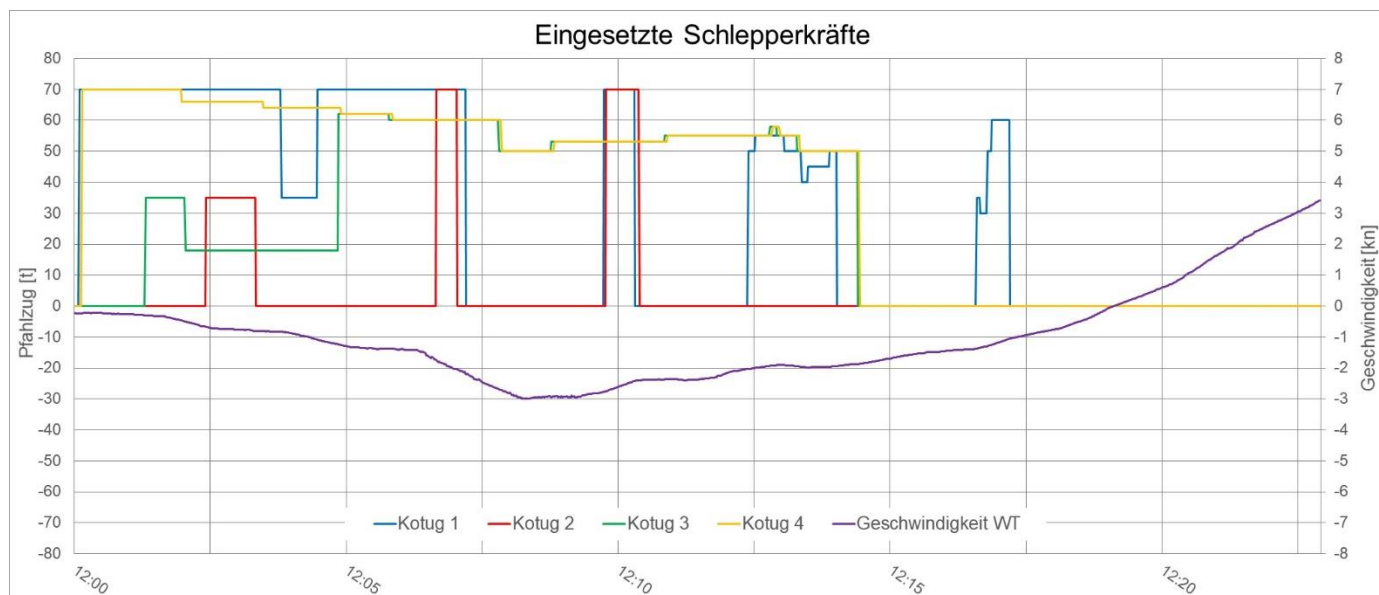


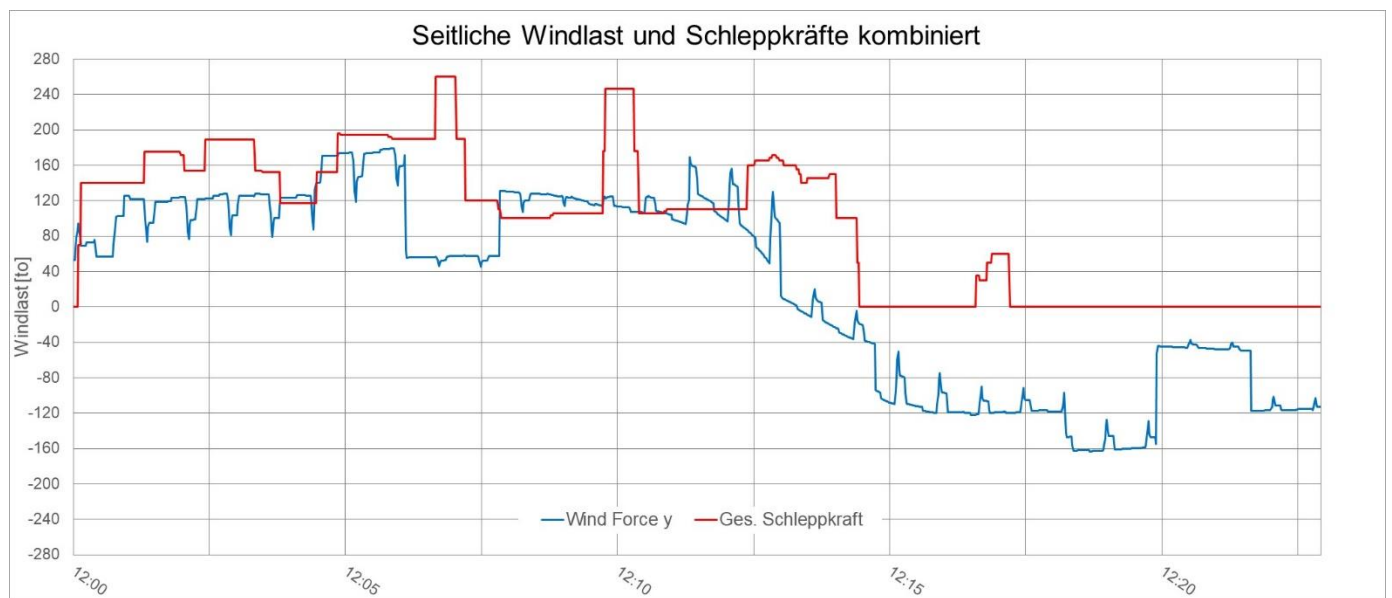
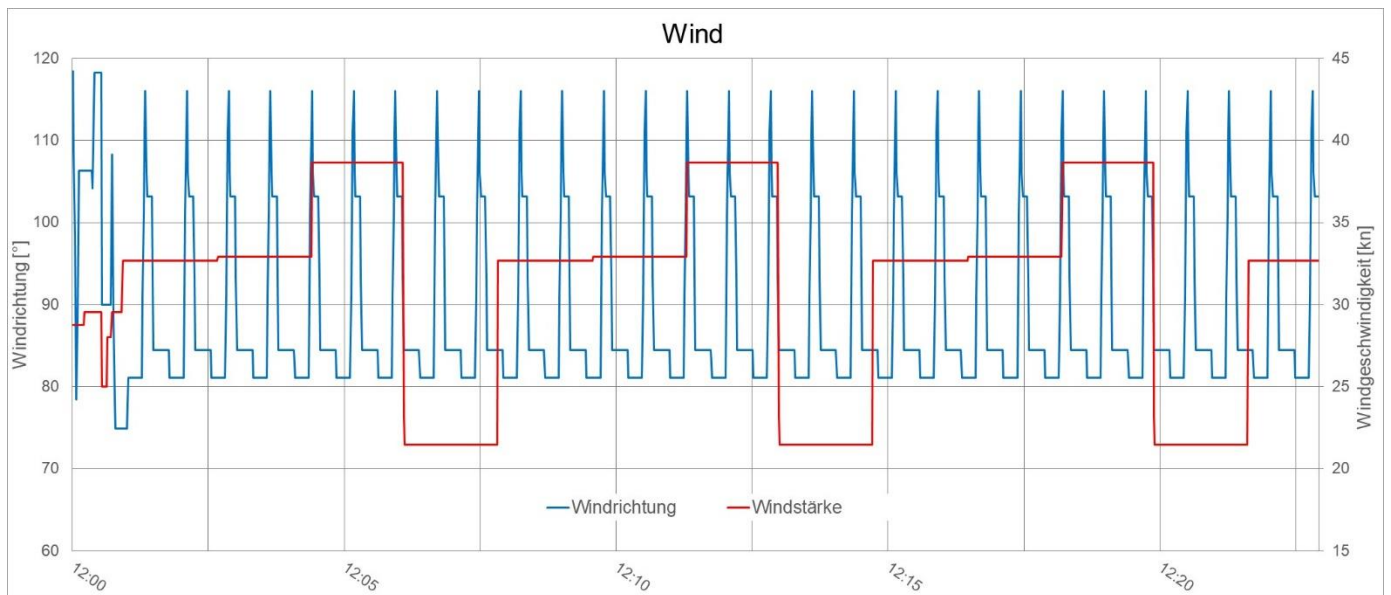


17. Simulationslauf 15 C

Nummer		Datum	Zeiten	
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende
15	15 C	24.11.2020	13:32	13:55
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind	
	Q-LNG (B/L)	Out	Stärke	Richtung
	Glob. En. (B/L)		6 (7-8)	O
		Startgeschwindigkeit		
		0,0 kn	Strömung	
	Schlepper		Geschw. @ Start im Fahrwasser	Flut / Ebbe
		Start Heading	2,2 kn	Ebbe
Tug 1 (70t)		151°	Gezeiten (Zeiteinstellungen)	
Tug 2 (70t)		Start Position	LW Time St. Pauli	Exercise time
		Liegeplatz	03:00	12:00
			Fahrlotse	
			Rudergänger	
Tug 3 (70t)		Sicher (ausreichend Reserven)	Kommentare	
		Sicher (wenig Reserven)		
		Kritisch (keine Reserven)		
		Kein sicheres Manöver oder Kollision		
Tug 4 (70t)			Windstärke um 1 Bft. reduziert. Simulation kurz vor vermutlicher Kollision mit Dow Pier gestoppt. Lauf wird differenziert bewertet. > Auslaufen / Drehen > Fahraufnahme im Fahrwasser Missverständnis - Annahme, dass das Manöver nach dem Dreh enden würde.	
FAZIT				
Lauf wird differenziert bewertet.				
Auslaufen und Drehen unter vollem Schleppereinsatz - sicher - ohne weitere Reserven.				
Gemäß Endposition kein sicheres Manöver.				
Bei zügigem Ansetzen der Maschine und weiteren Schleppereinsatzes nach dem Dreh ist von einem sicheren Manöver auszugehen.				

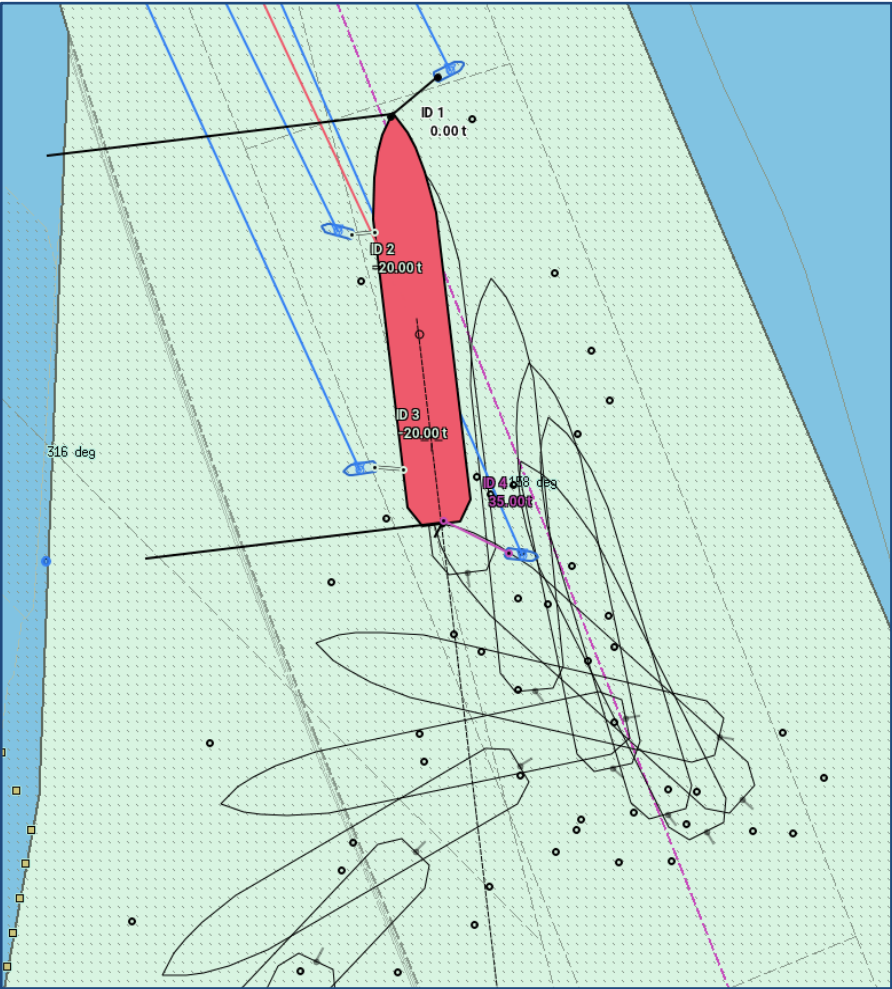
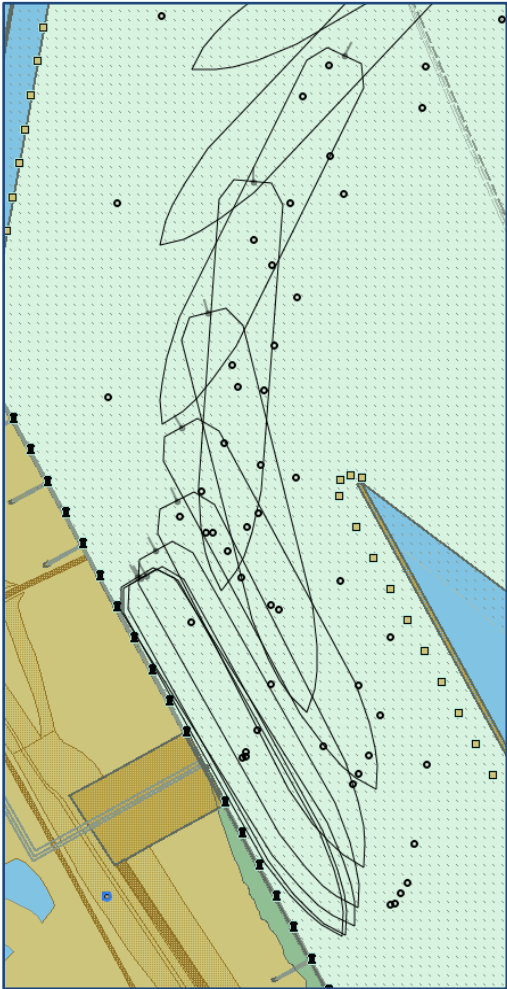
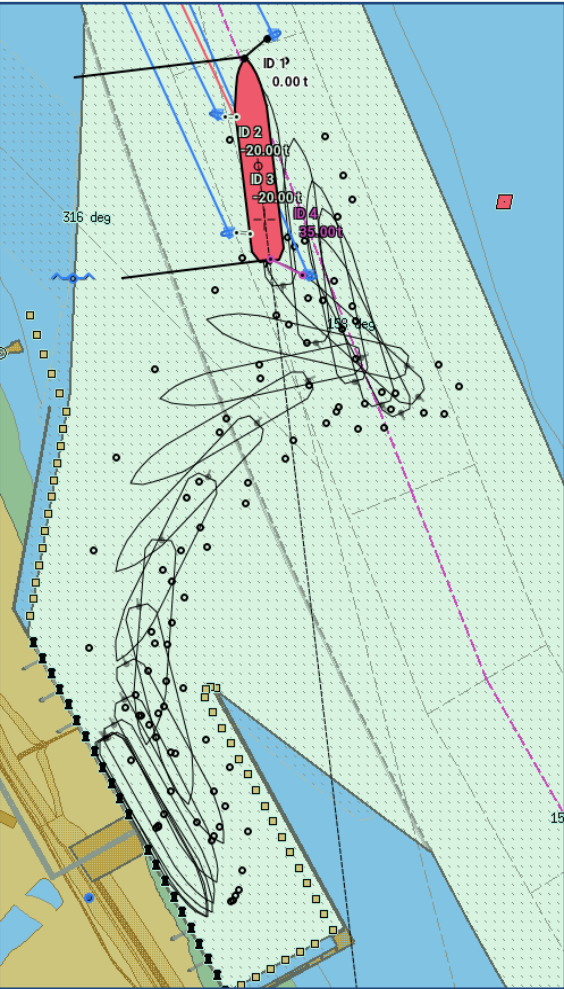


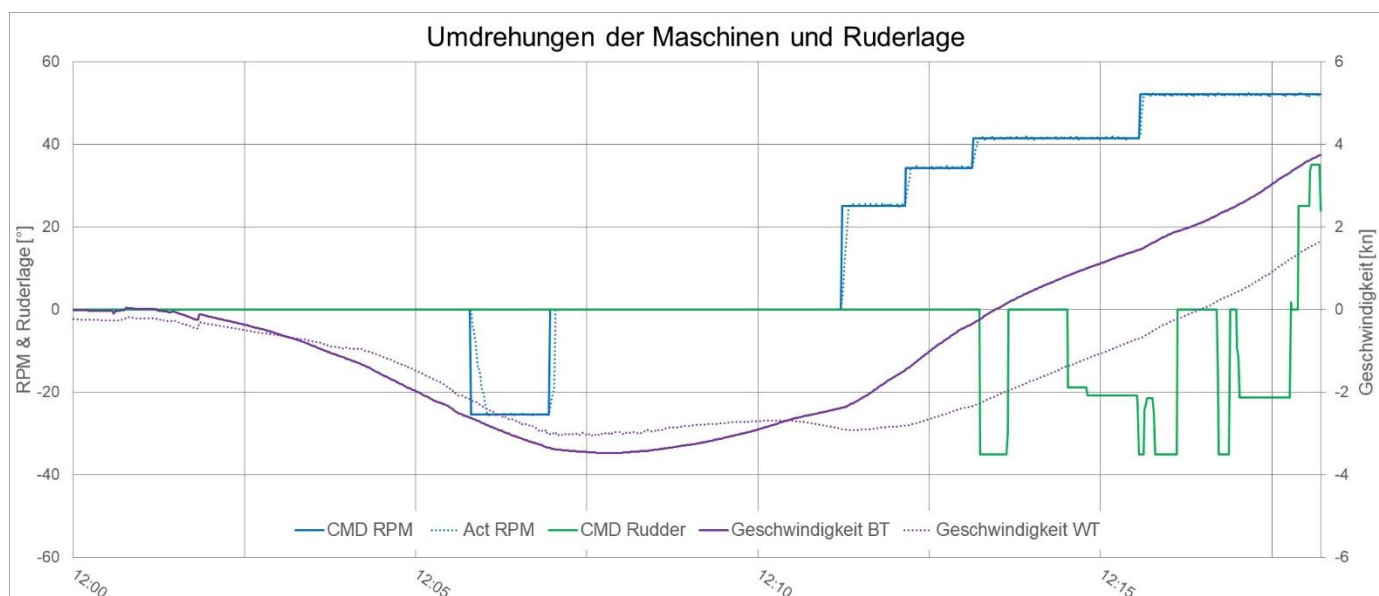
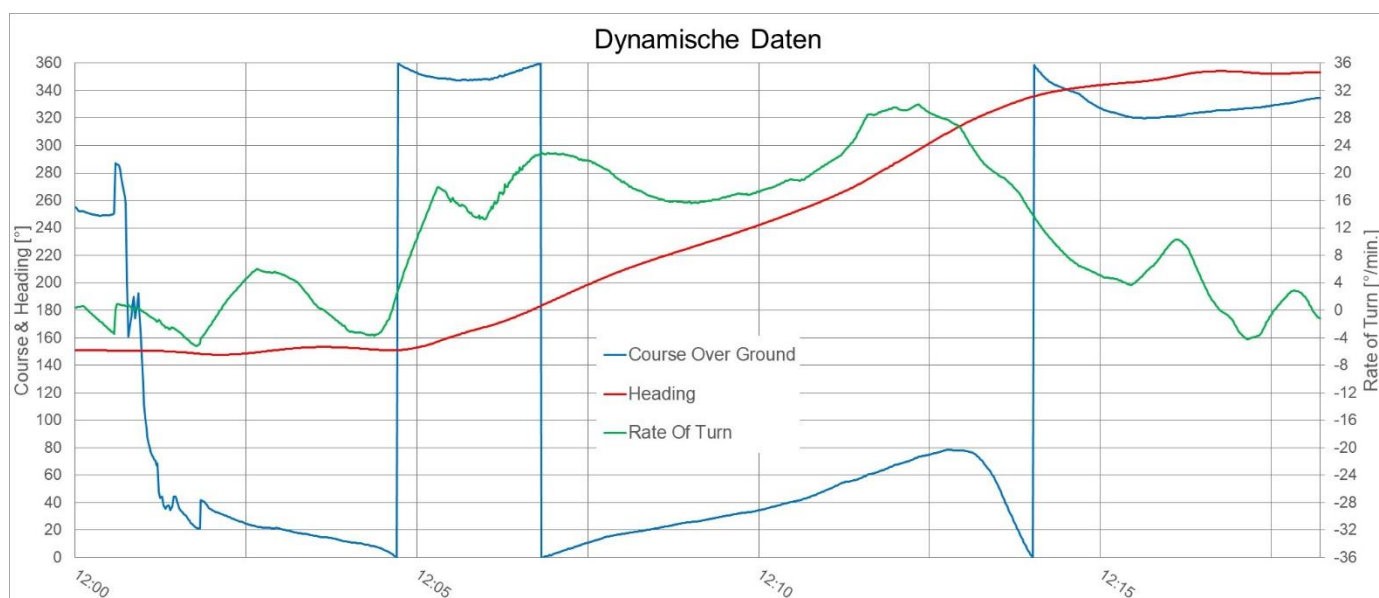
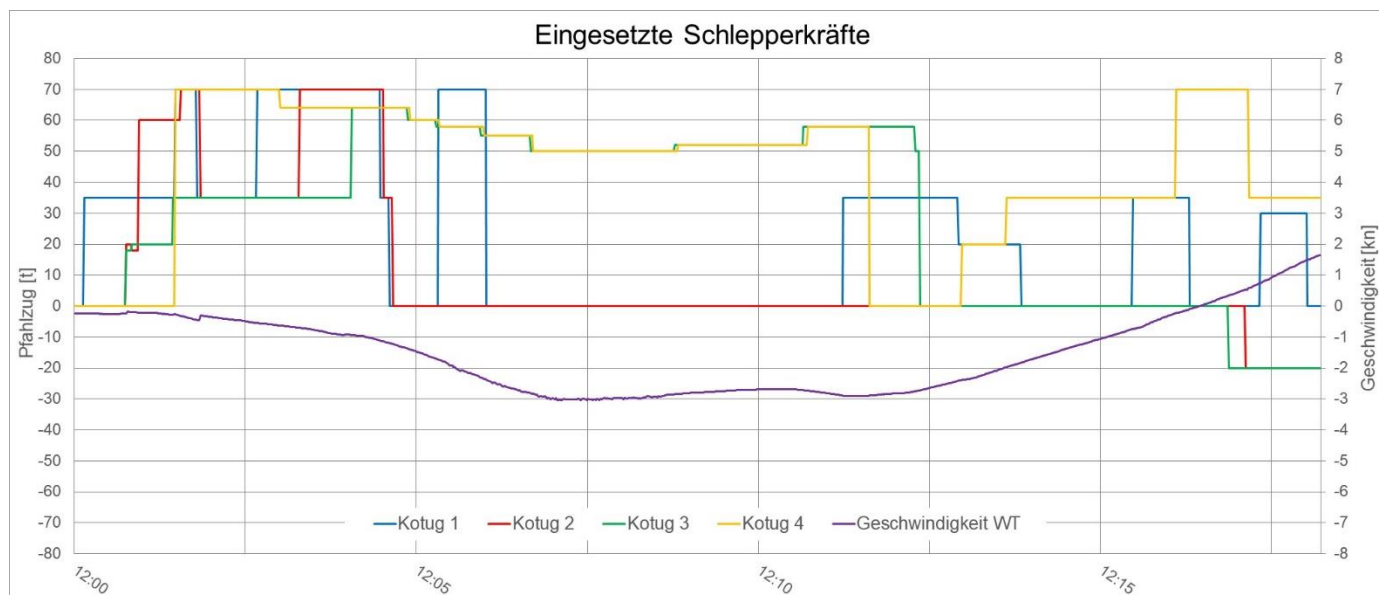


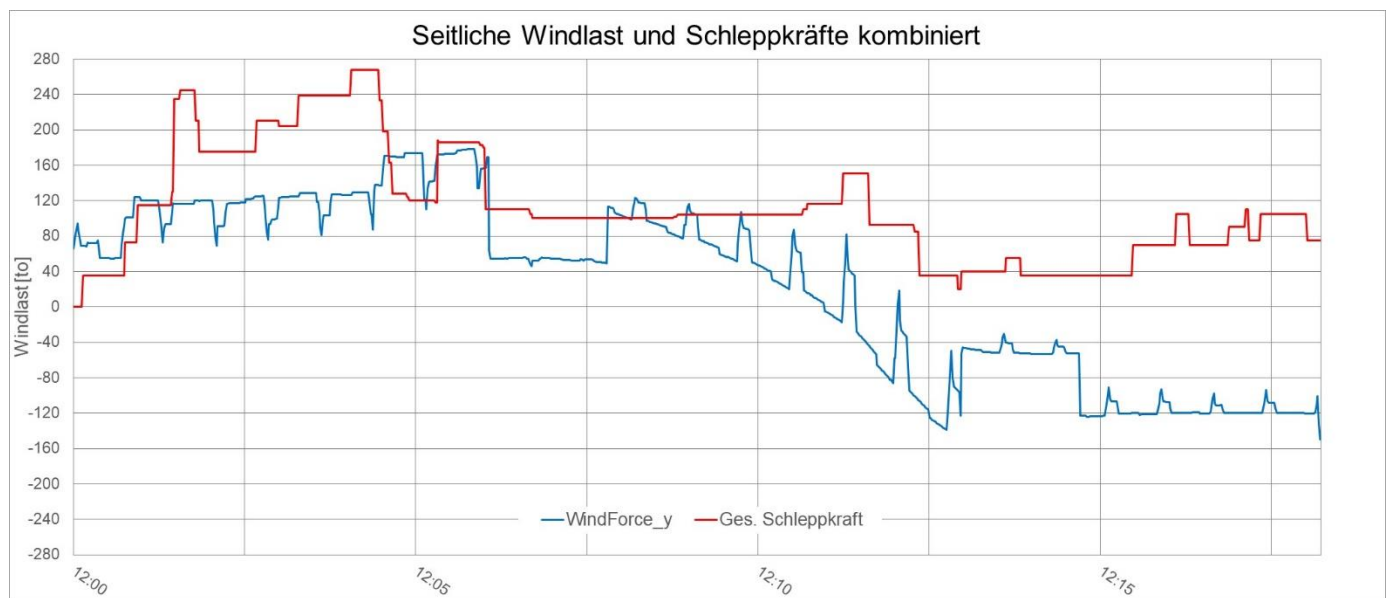
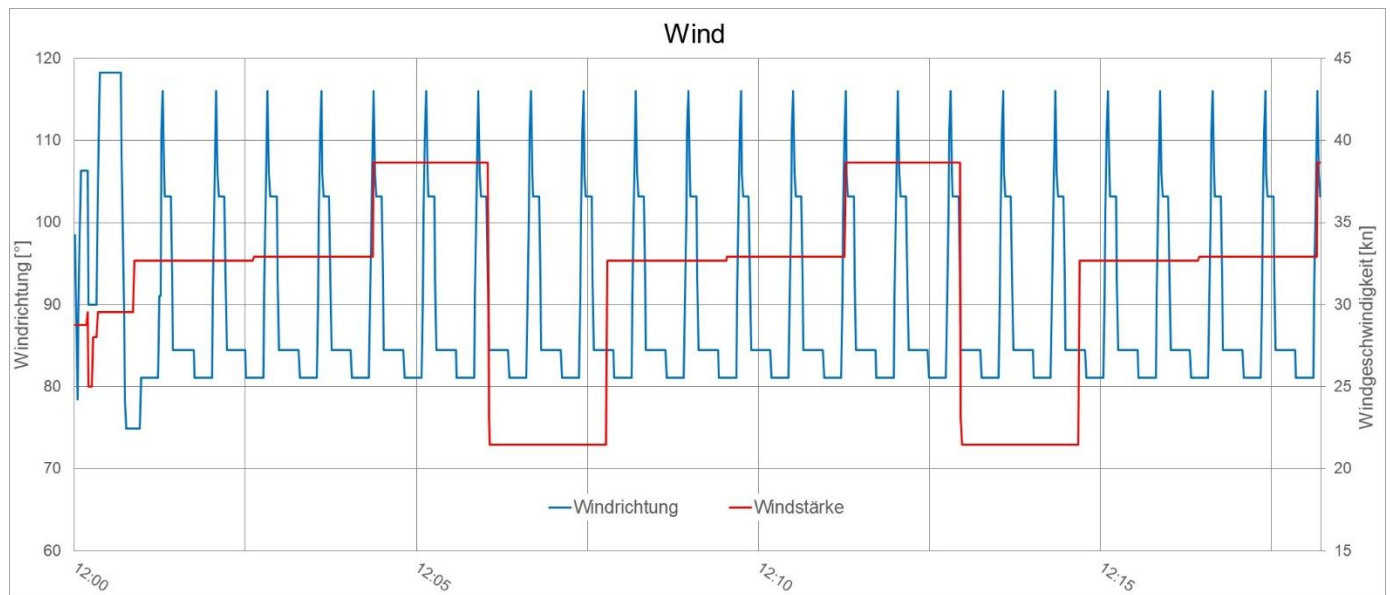


18. Simulationslauf 15 D

Nummer		Datum	Zeiten					
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende				
30	15 D	01.12.2020	11:30	11:48				
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind					
	Q-LNG (B/L)	Out	Stärke	Richtung				
	Glob. En. (B/L)		6 (7-8)	O				
		Startgeschwindigkeit						
		0,0 kn	Strömung					
	Schlepper		Geschw. @ Start im Fahrwasser	Flut / Ebbe				
		Start Heading	2,2 kn	Ebbe				
		151°	Gezeiten (Zeiteinstellungen)					
		Start Position	LW Time St. Pauli	Exercise time				
		Liegeplatz	03:00	12:00				
			Fahrlotse					
			Rudergänger					
			Kommentare					
			Windstärke um 1 Bft. reduziert.					
<table border="1"> <tr> <td>Sicher (ausreichend Reserven)</td> </tr> <tr> <td>Sicher (wenig Reserven)</td> </tr> <tr> <td>Kritisch (keine Reserven)</td> </tr> <tr> <td>Kein sicheres Manöver oder Kollision</td> </tr> </table>					Sicher (ausreichend Reserven)	Sicher (wenig Reserven)	Kritisch (keine Reserven)	Kein sicheres Manöver oder Kollision
Sicher (ausreichend Reserven)								
Sicher (wenig Reserven)								
Kritisch (keine Reserven)								
Kein sicheres Manöver oder Kollision								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>FAZIT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sicheres Manöver mit wenig Reserven</td> </tr> </tbody> </table>					FAZIT	Sicheres Manöver mit wenig Reserven		
FAZIT								
Sicheres Manöver mit wenig Reserven								

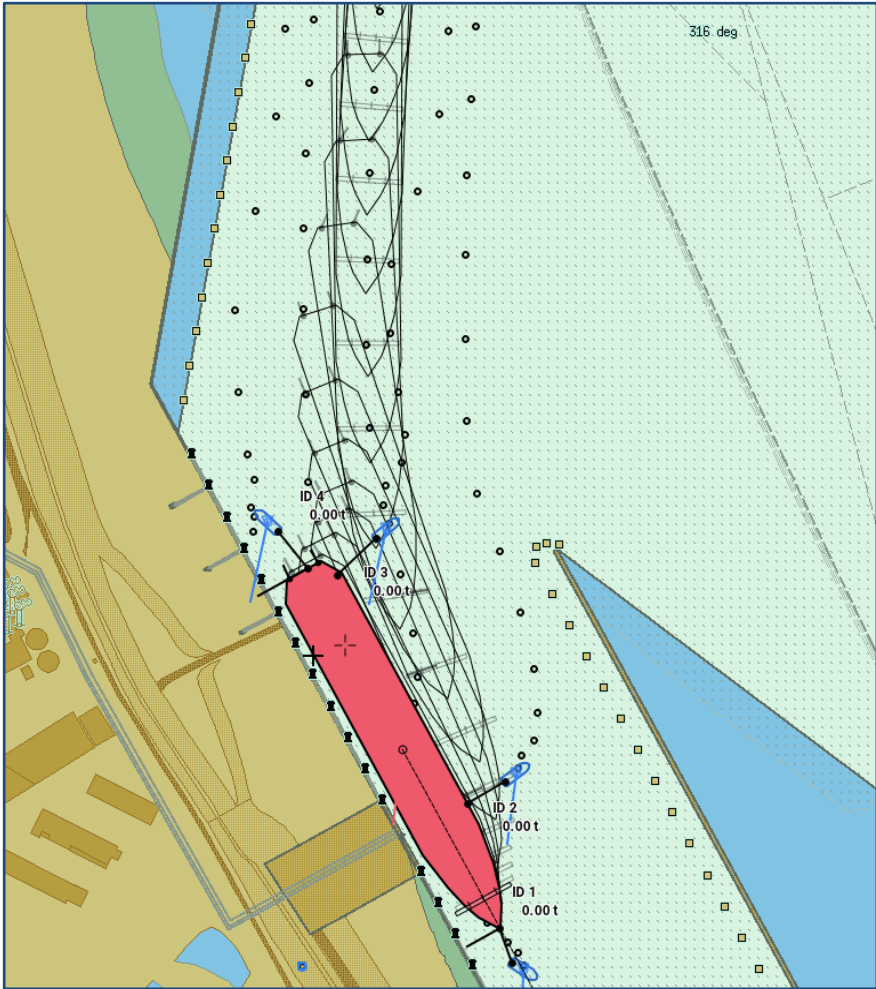
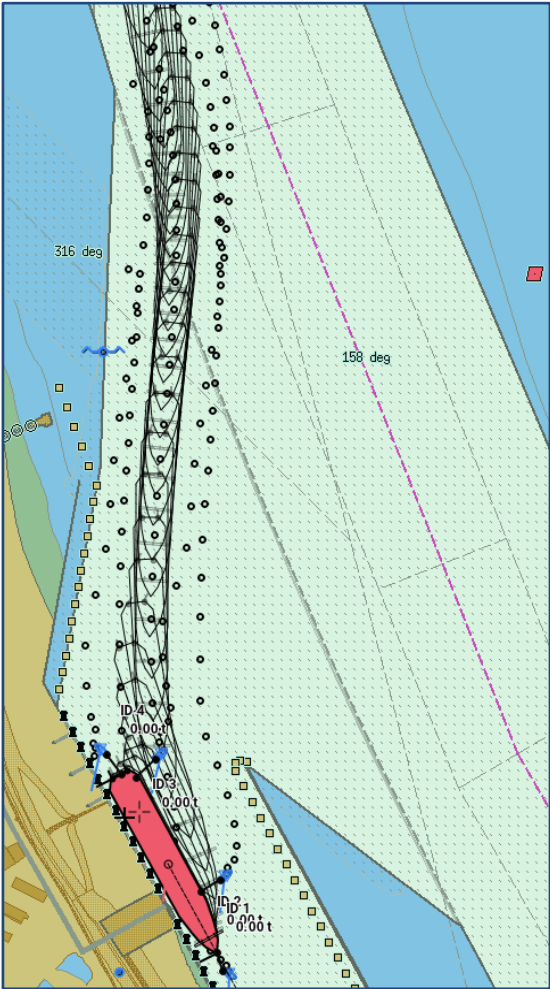
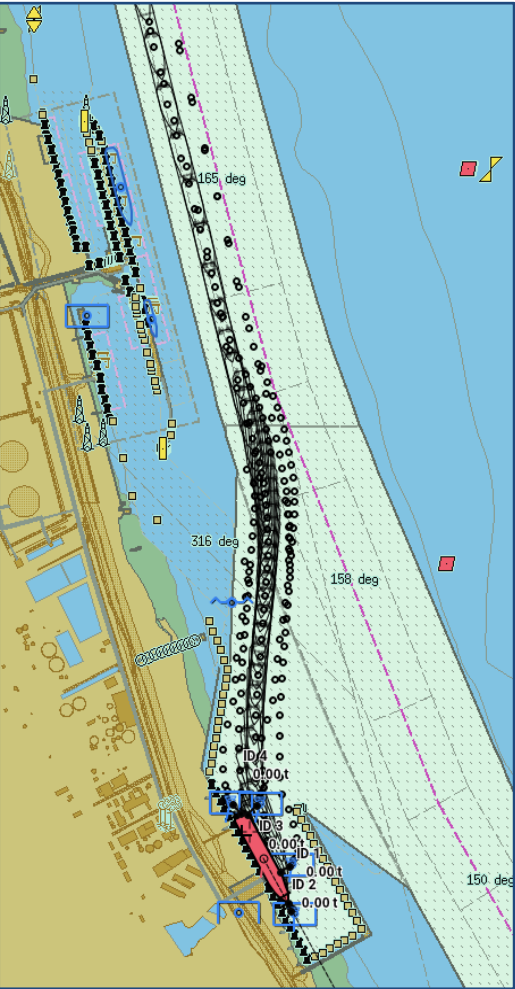


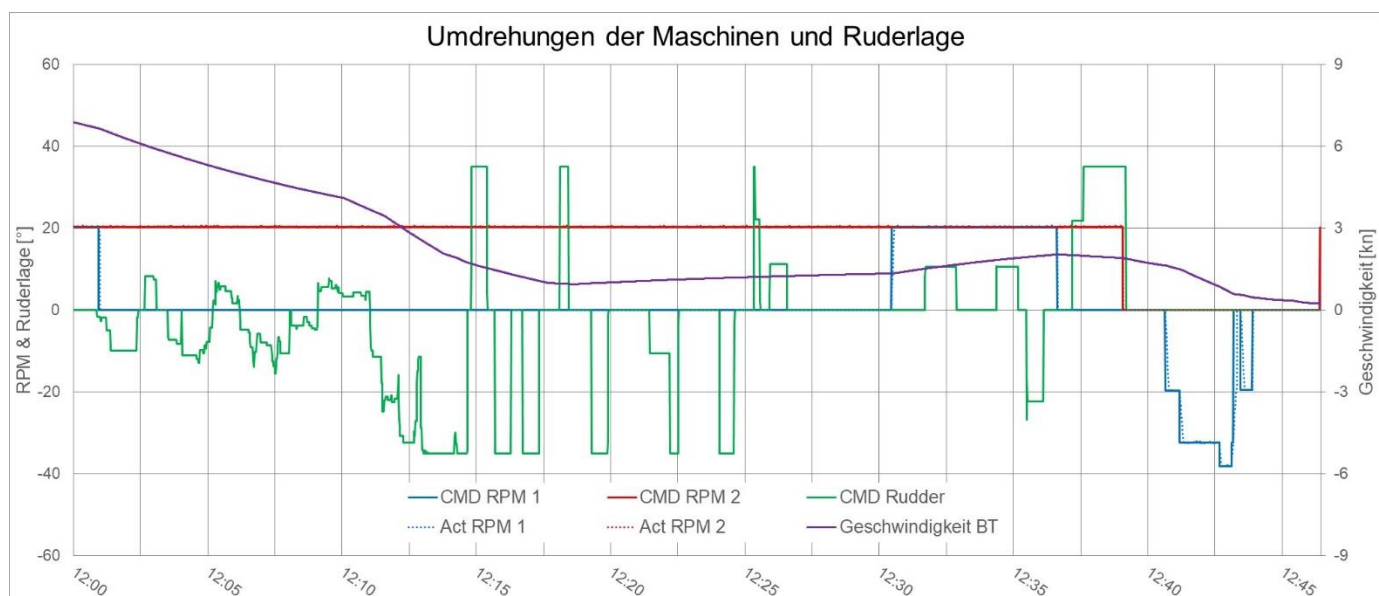
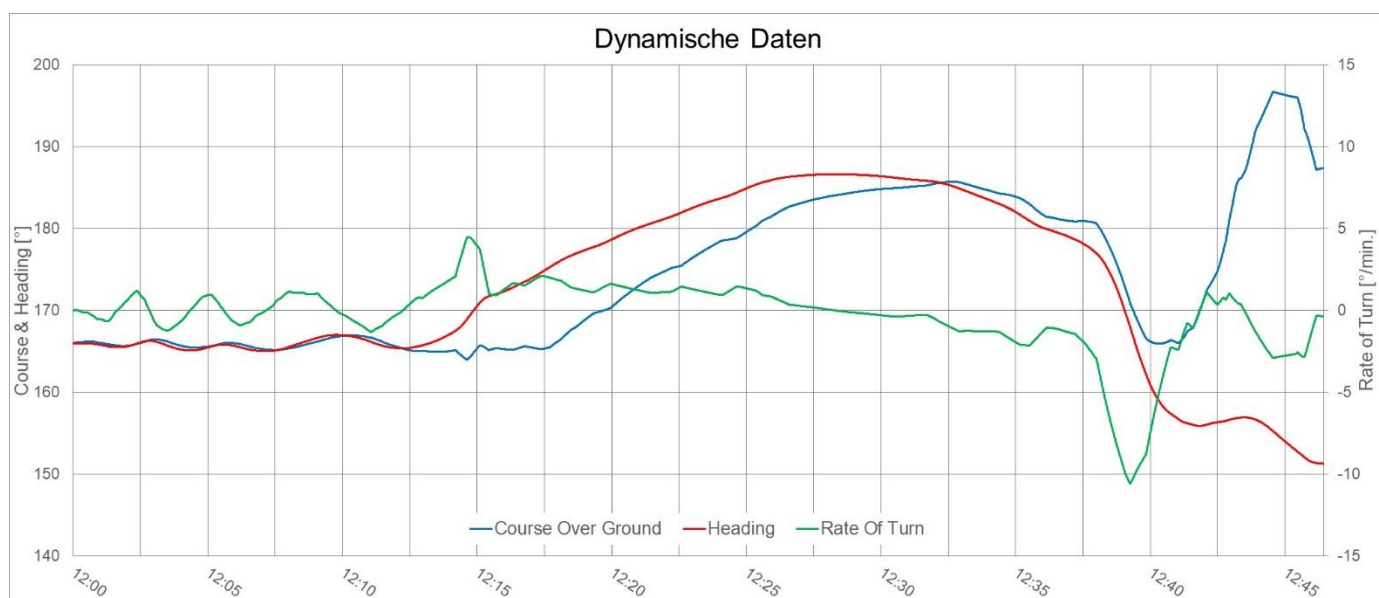
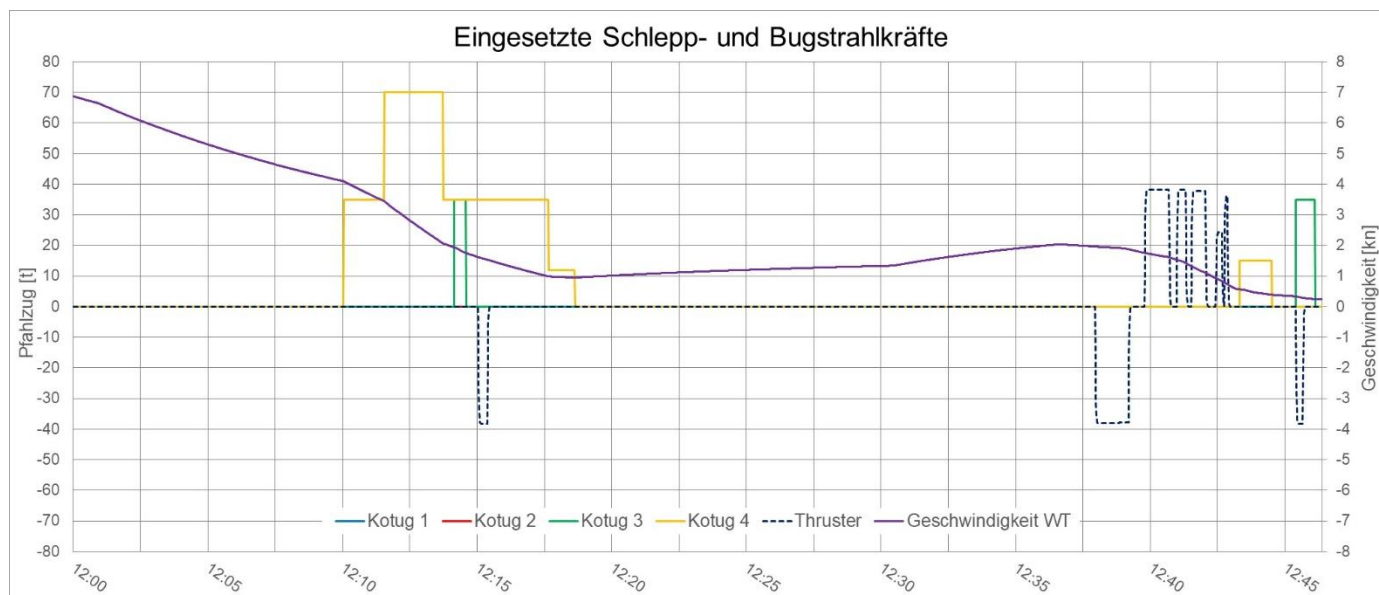




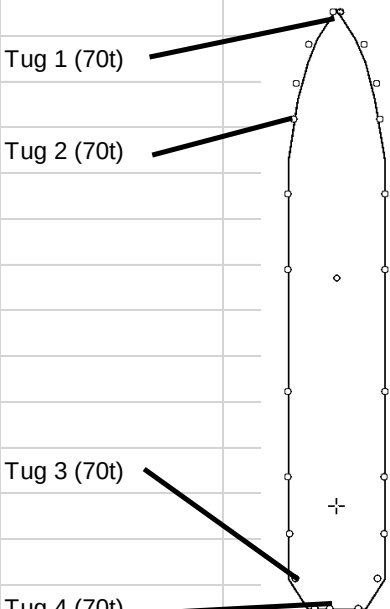
19. Simulationslauf 17 (Referenzlauf)

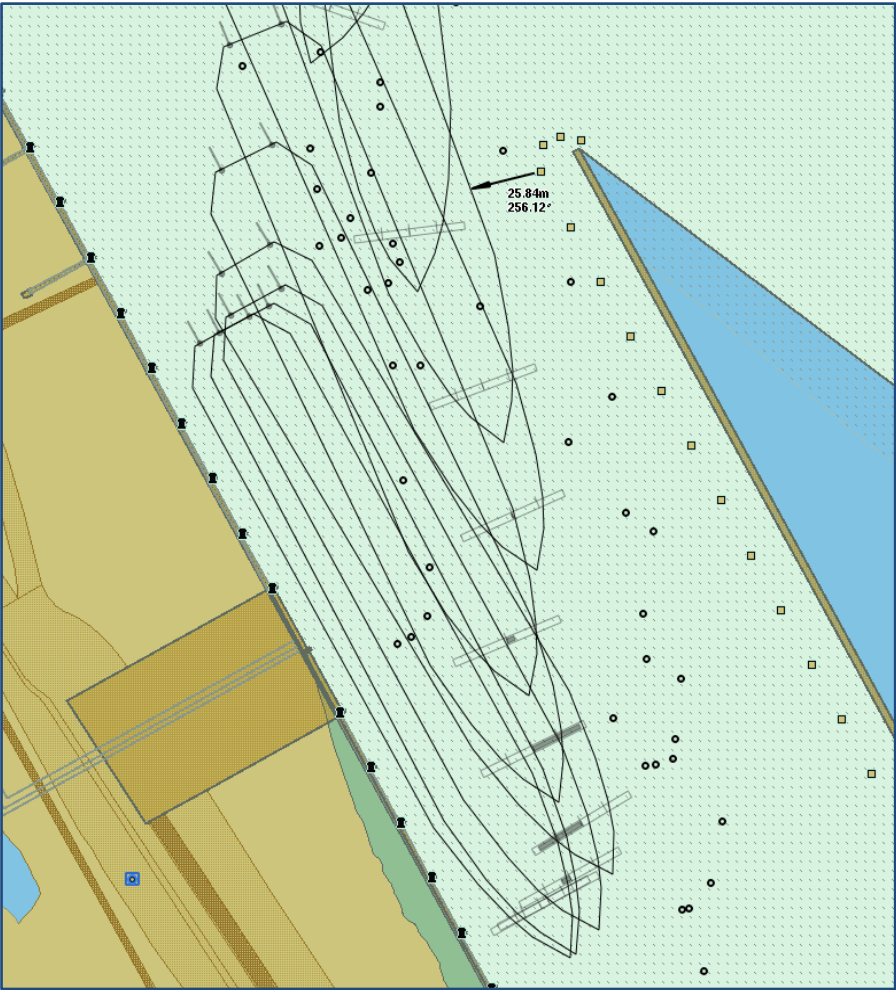
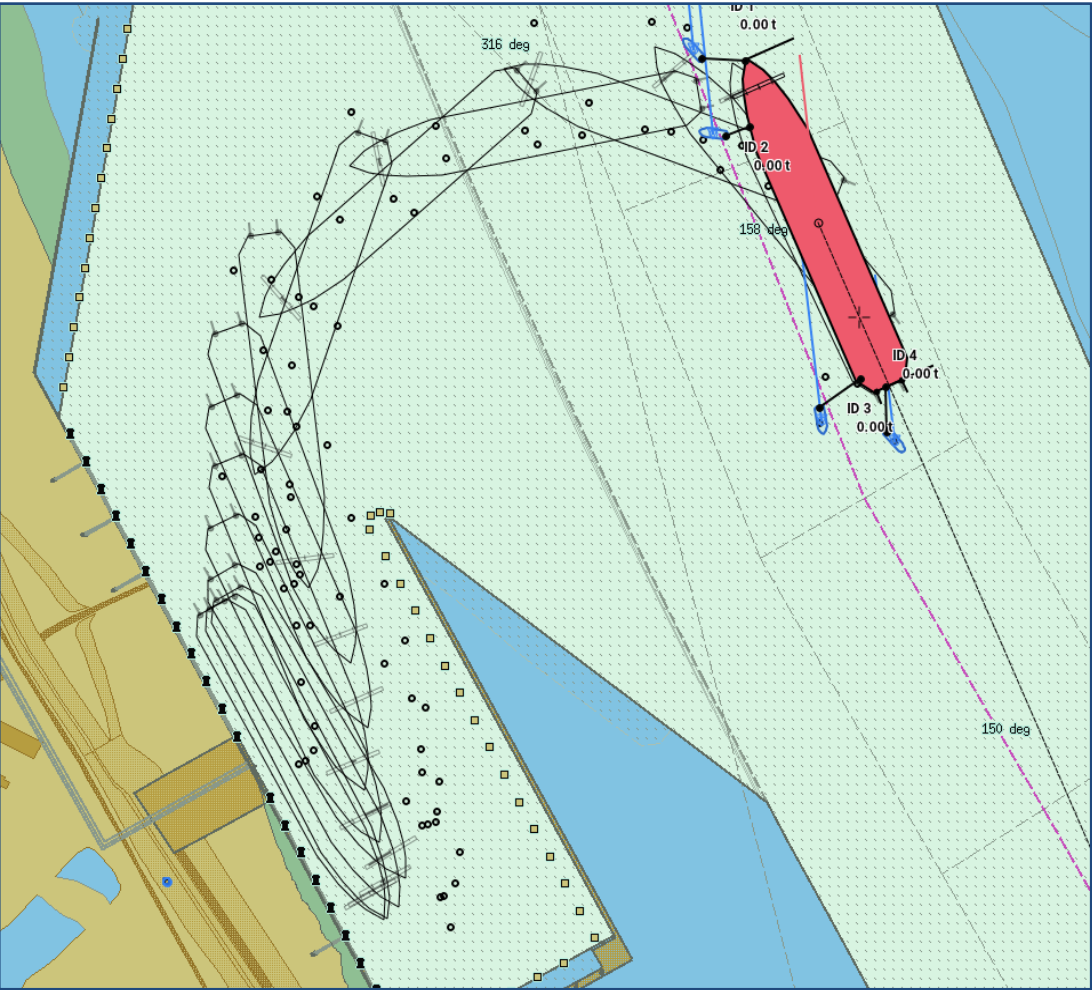
[illegible]

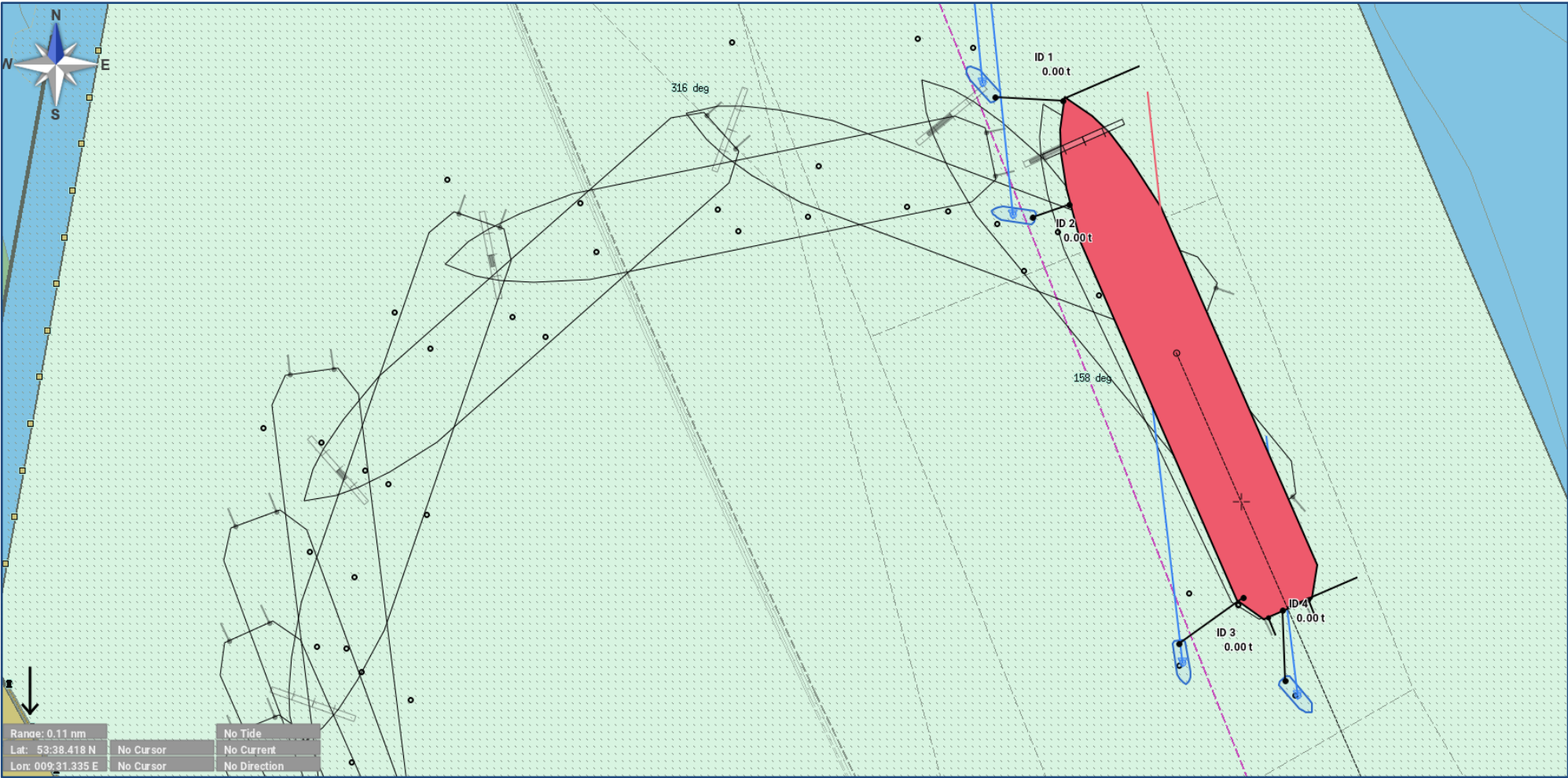


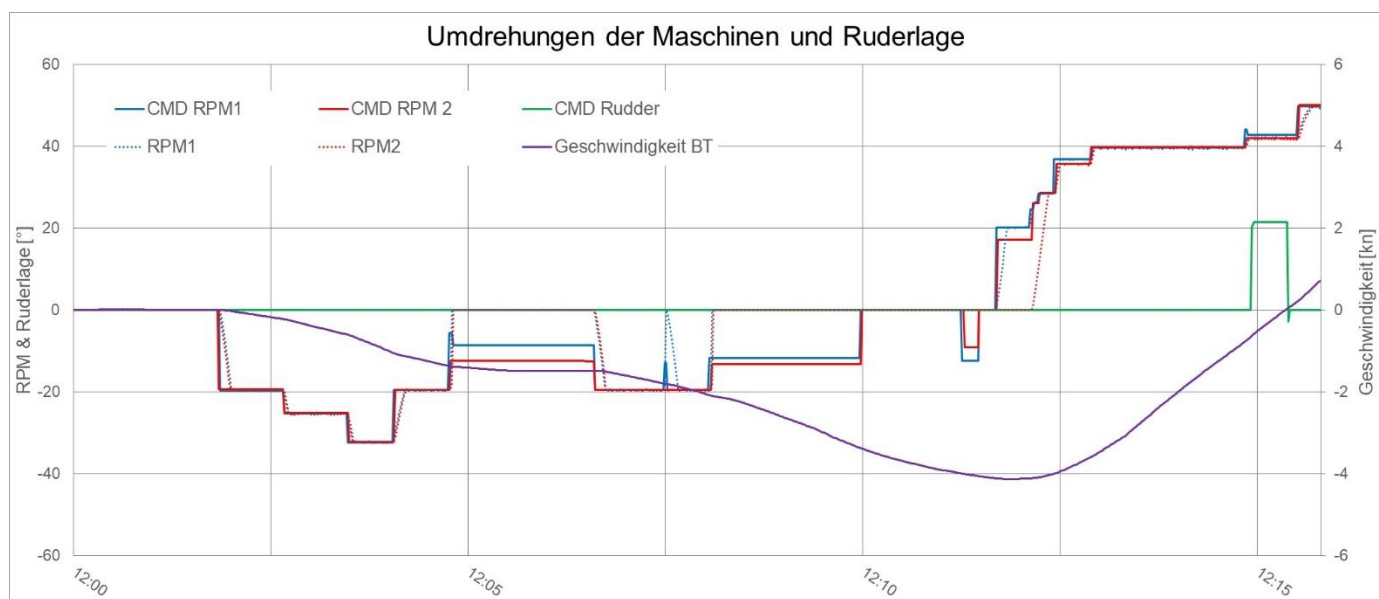
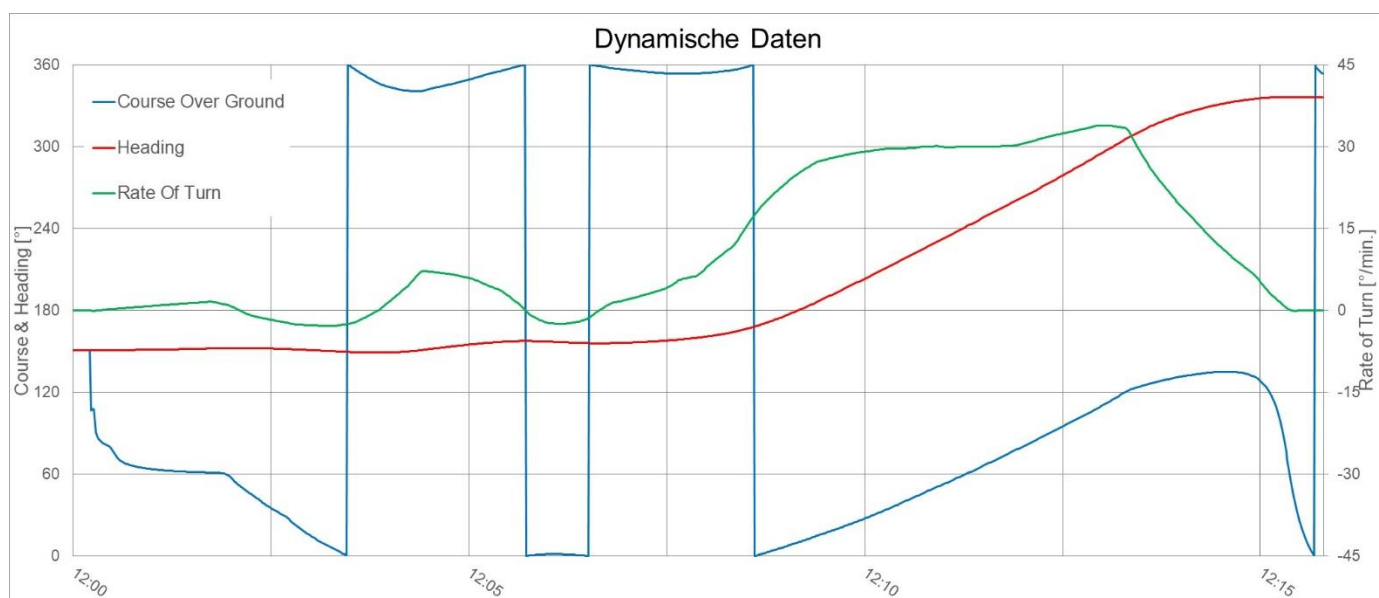
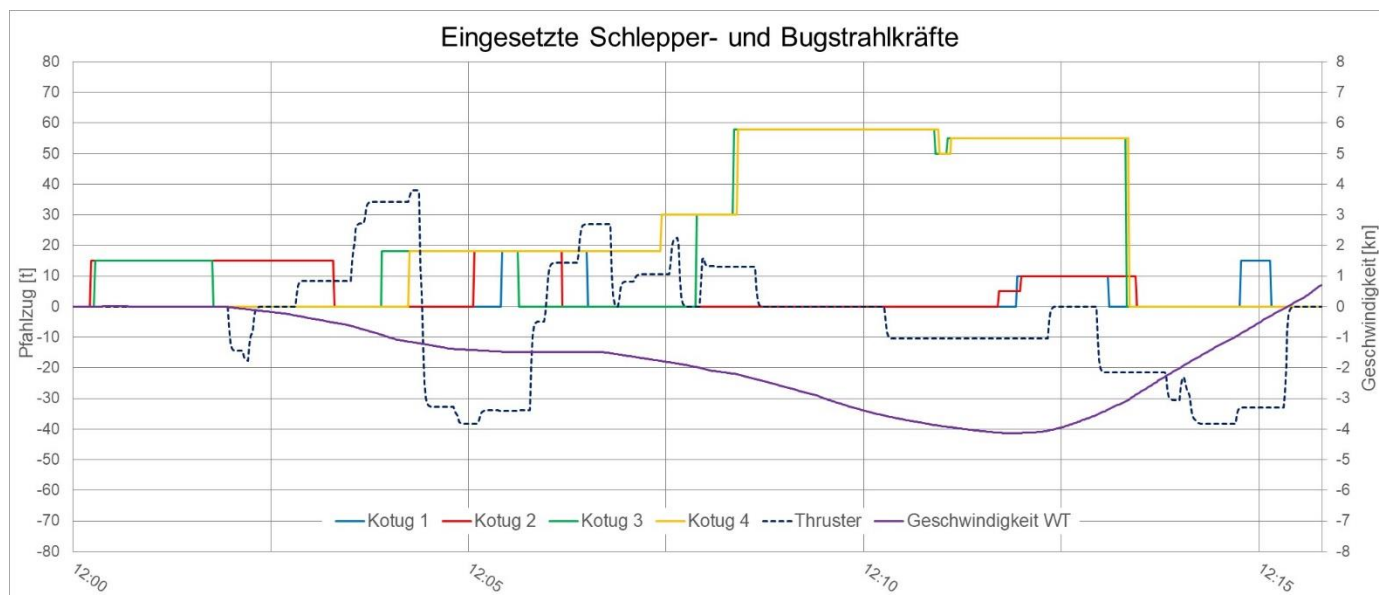


20. Simulationslauf 18 (Referenzlauf)

Nummer		Datum	Zeiten	
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende
18	18	25.11.2020	09:22	09:38
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind	
	Q-LNG (B/L)	Out (Ref.)	Stärke	Richtung
	Glob. En. (B/L)		---	---
		Startgeschwindigkeit		
		0,0 kn	Strömung	
Schlepper			Geschw. @ Start	Flut / Ebbe
	Start Heading			
		151°		
		Start Position		
		Liegeplatz		
		Gezeiten (Zeiteinstellungen)		
		LW Time St. Pauli	Exercise time	
		06:00	12:00	
		Fahrlotse		
		Rudergänger		
		Kommentare		
FAZIT				
Sicheres Manöver mit ausreichend Reserven.				







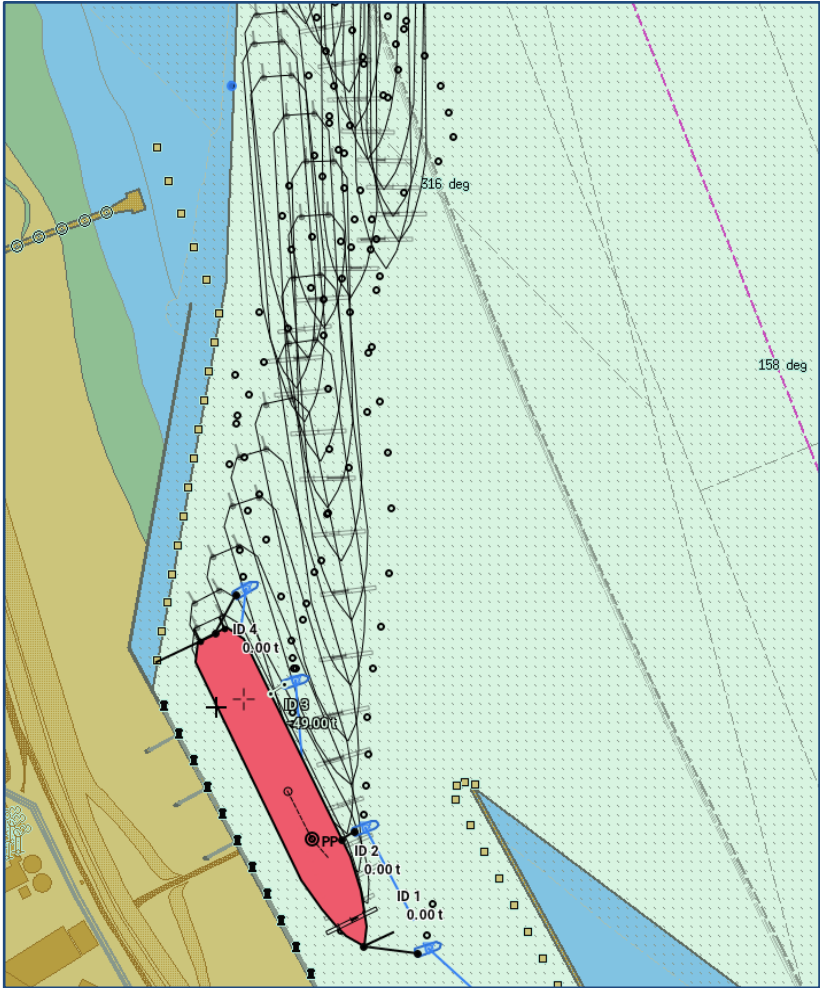
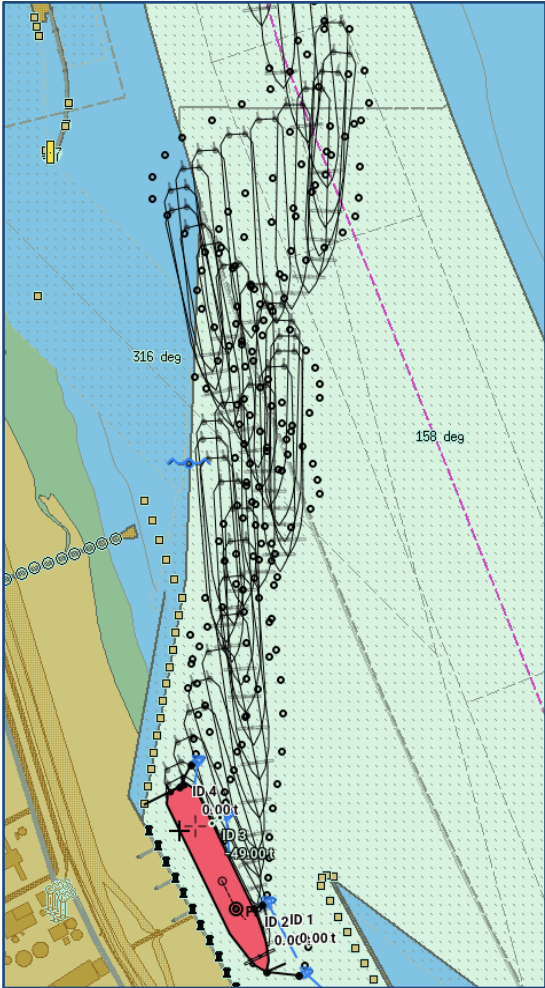
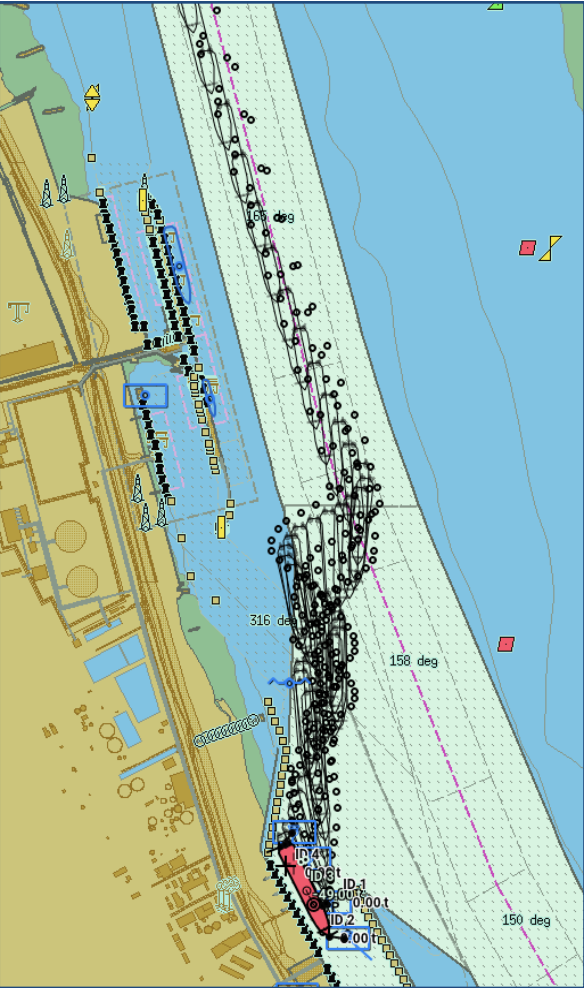
21. Simulationslauf 19

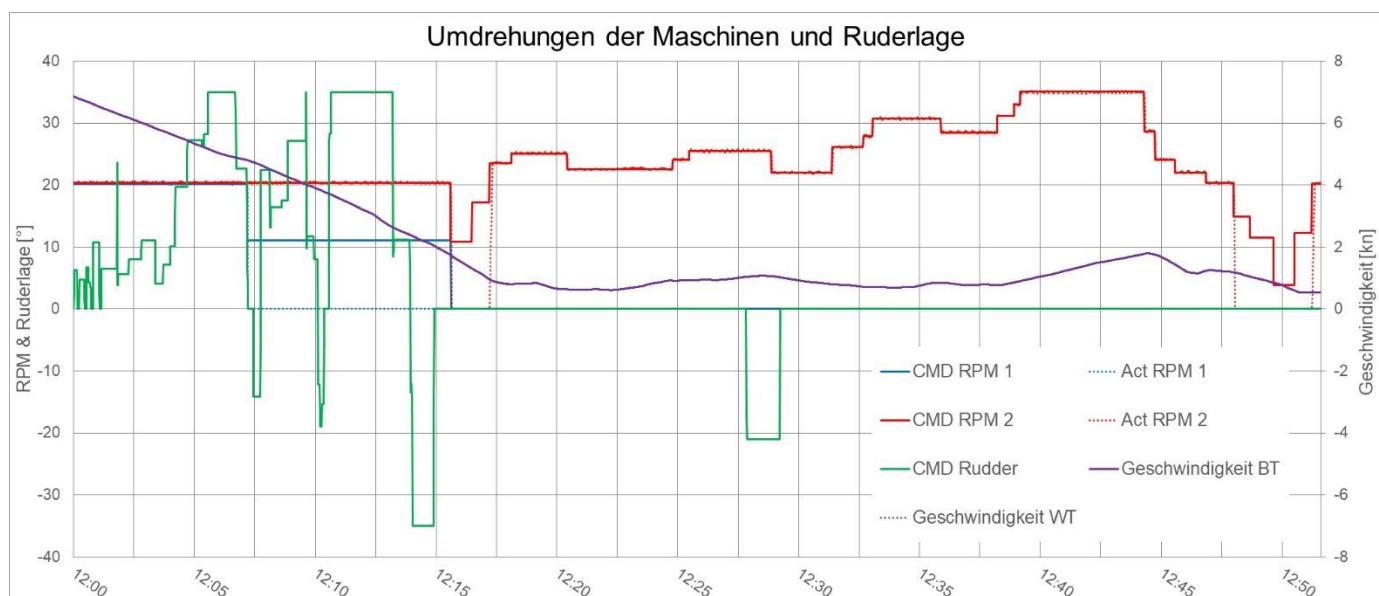
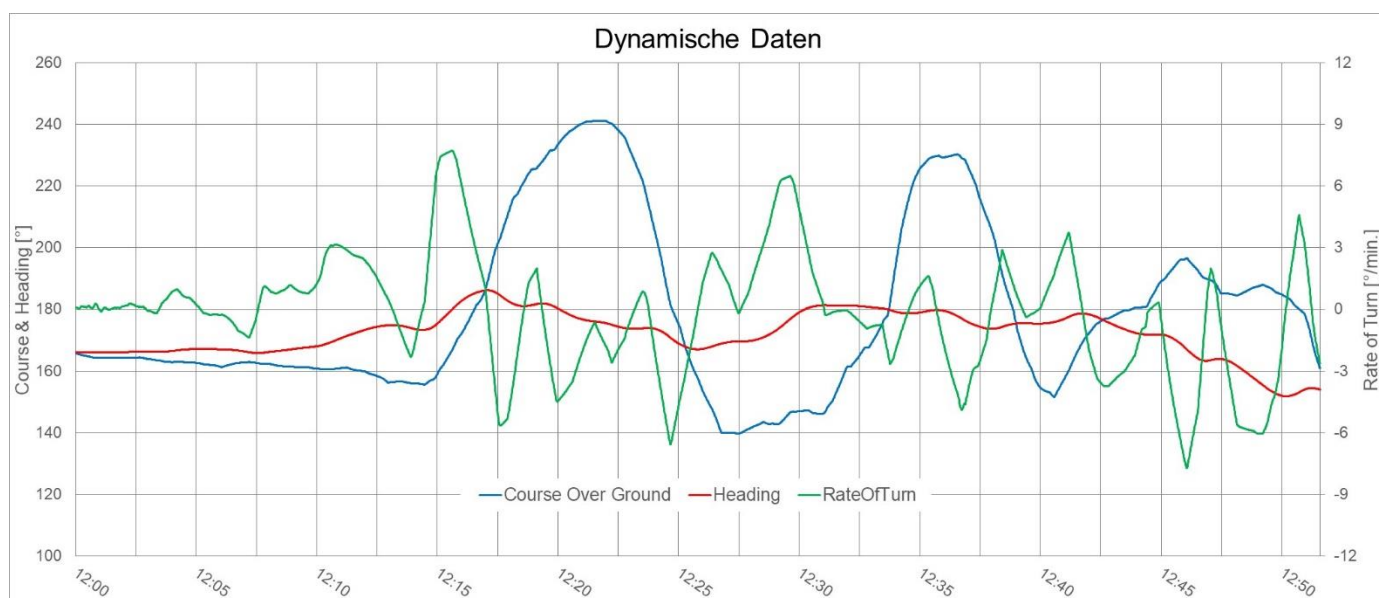
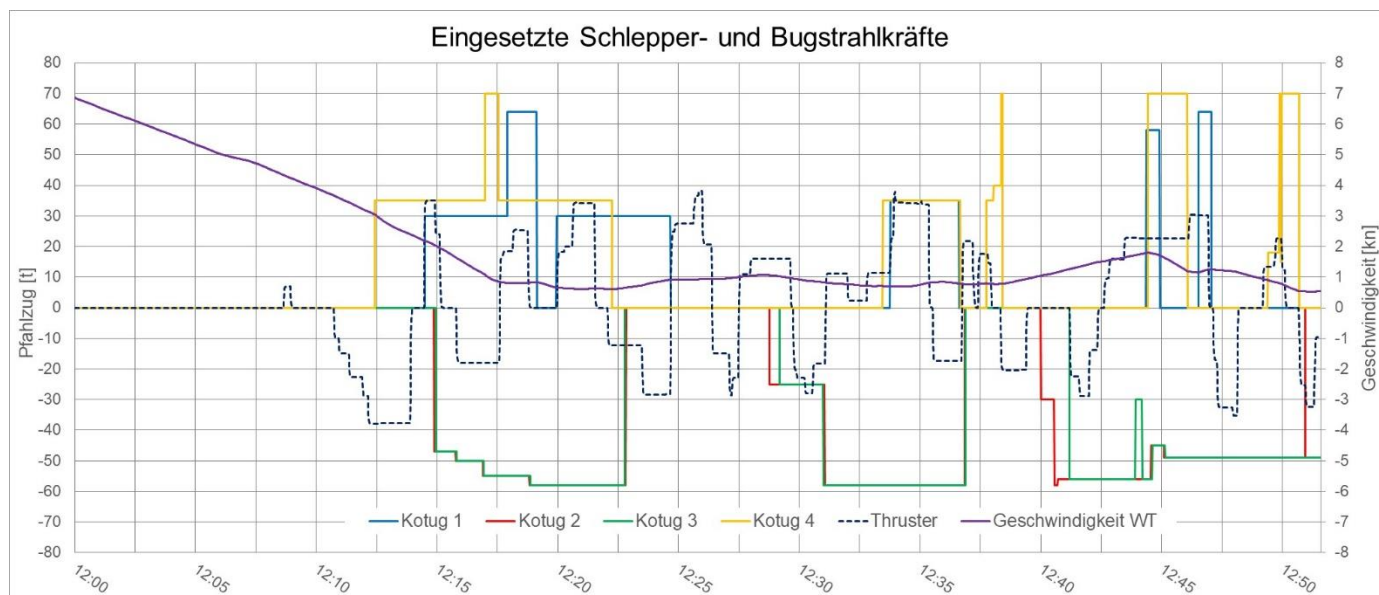
Nummer		Datum	Zeiten	
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende
19	19	25.11.2020	09:47	10:39
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind	
	Q-LNG (B/L)	In	Stärke	Richtung
	Glob. En. (B/L)		6 (7-8)	SW
		Startgeschwindigkeit		
		6,9 (BT) / 6,9 (WT)	Strömung	
	Schlepper		Geschw. @ Start	Flut / Ebbe
		Start Heading	0 kn	Flut (Stauwasser)
		166°	Gezeiten (Zeiteinstellungen)	
		Start Position	LW Time St. Pauli	Exercise time
		Tonne 99	07:00	12:00
			Fahrlotse	
			Rudergänger	
			Kommentare	
			Windstärke um 1 Bft. Reduziert.	
			Strömungsbedingungen auf Stauwasser geändert.	

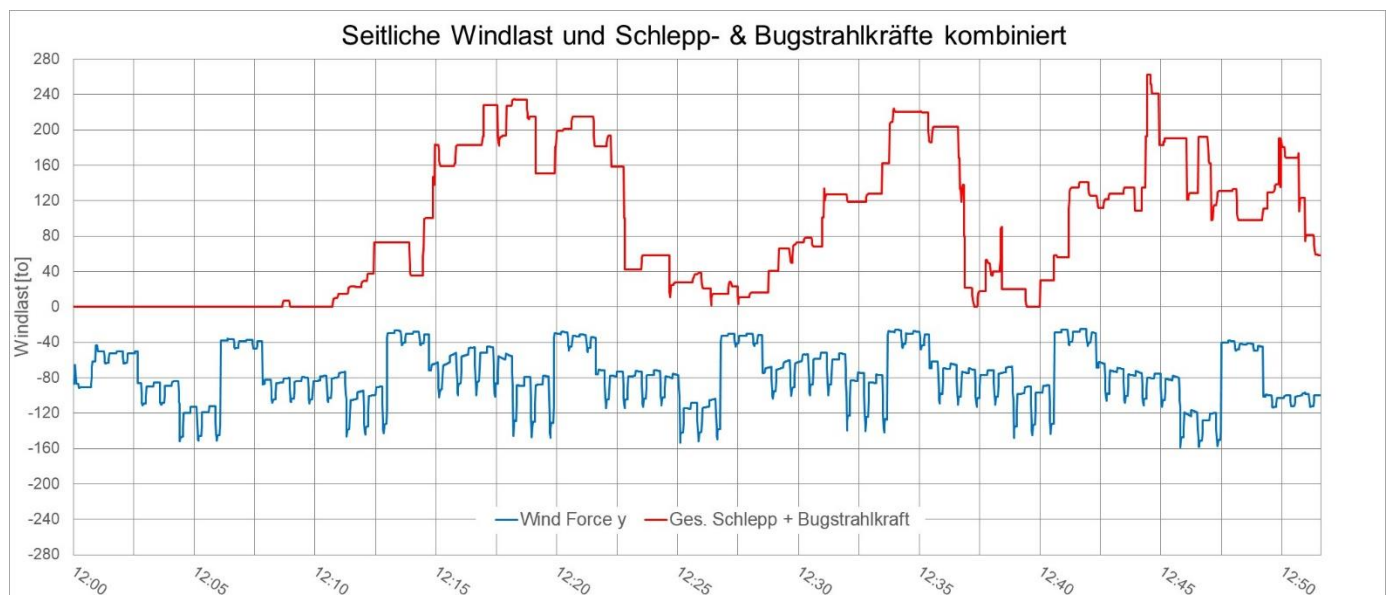
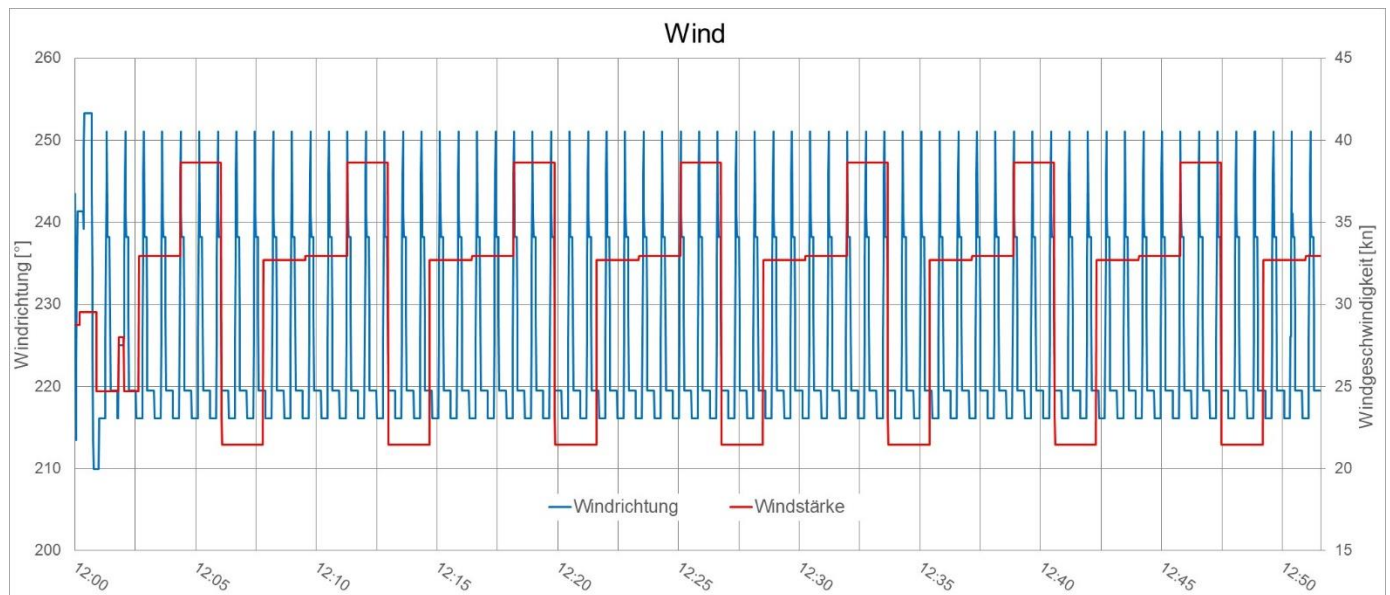
Tug 1 (70t)	
Tug 2 (70t)	
Tug 3 (70t)	
Tug 4 (70t)	

Sicher (ausreichend Reserven)
Sicher (wenig Reserven)
Kritisch (keine Reserven)
Kein sicheres Manöver oder Kollision

FAZIT
Sicheres Manöver mit ausreichend Reserven.

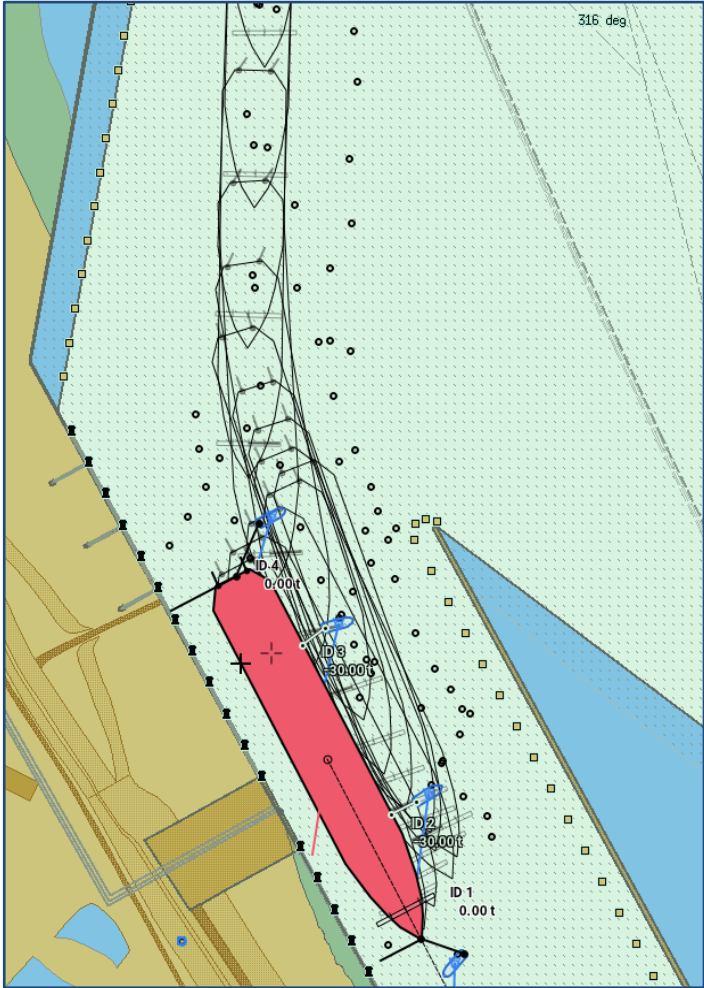
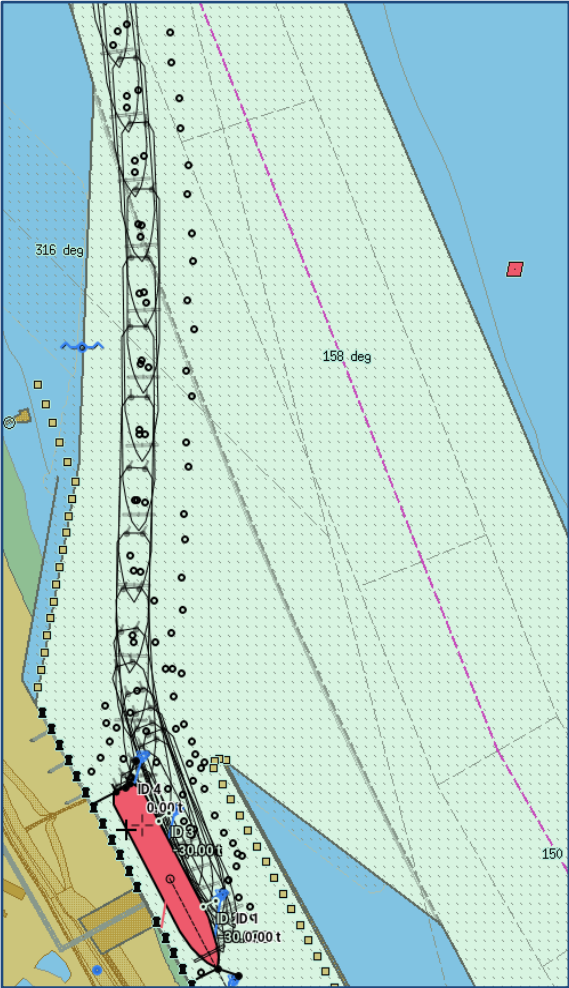
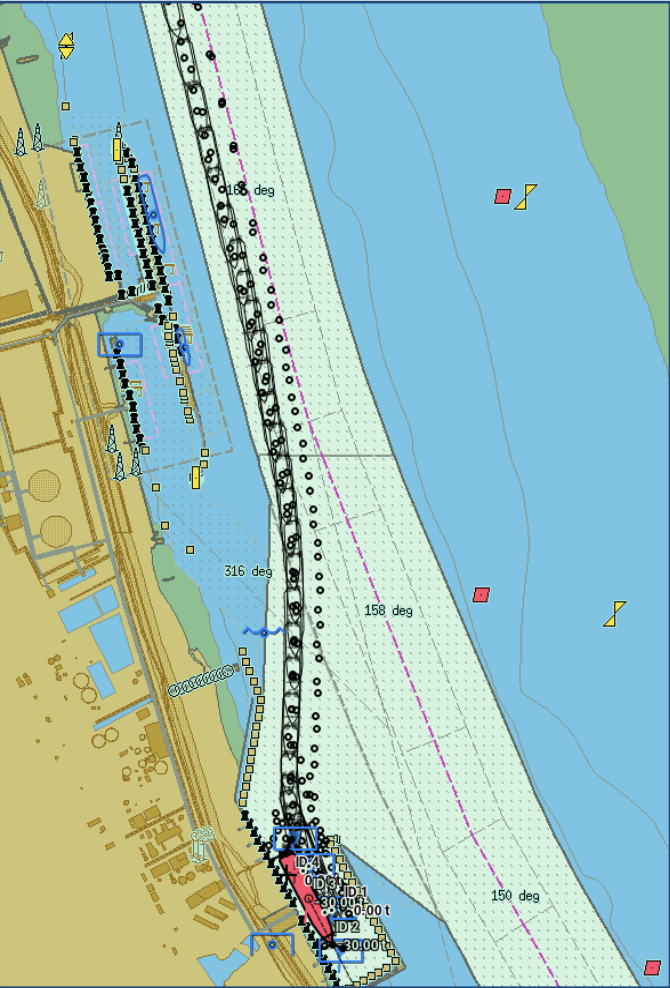


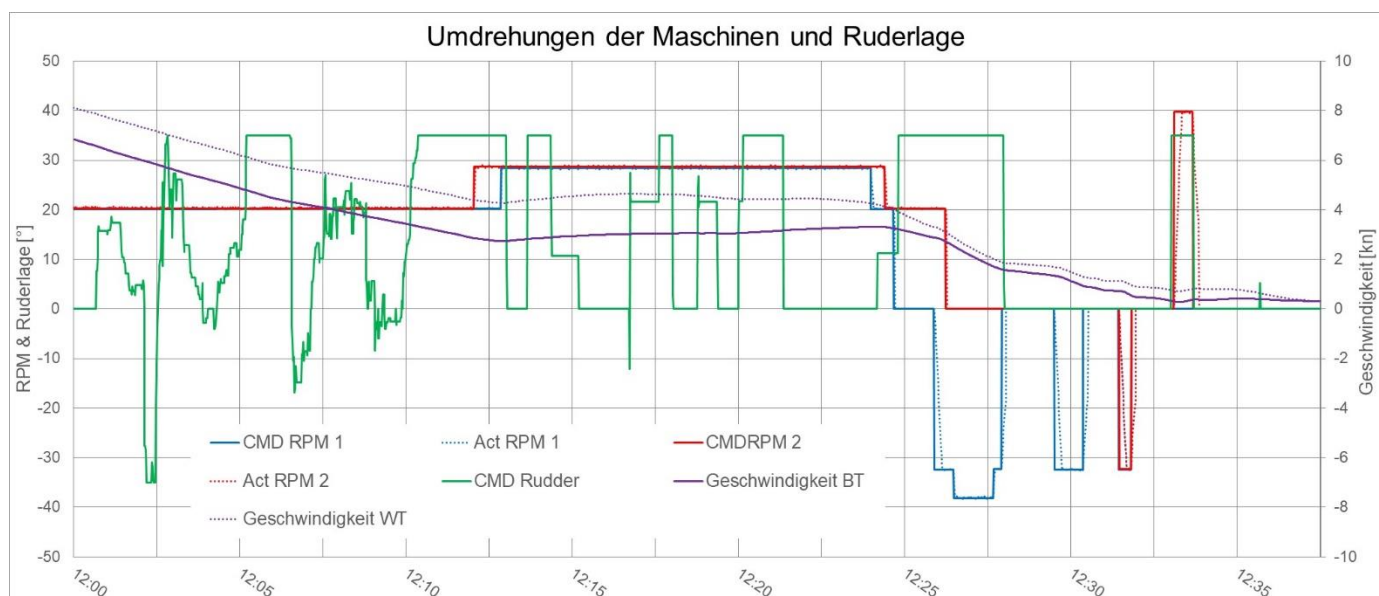
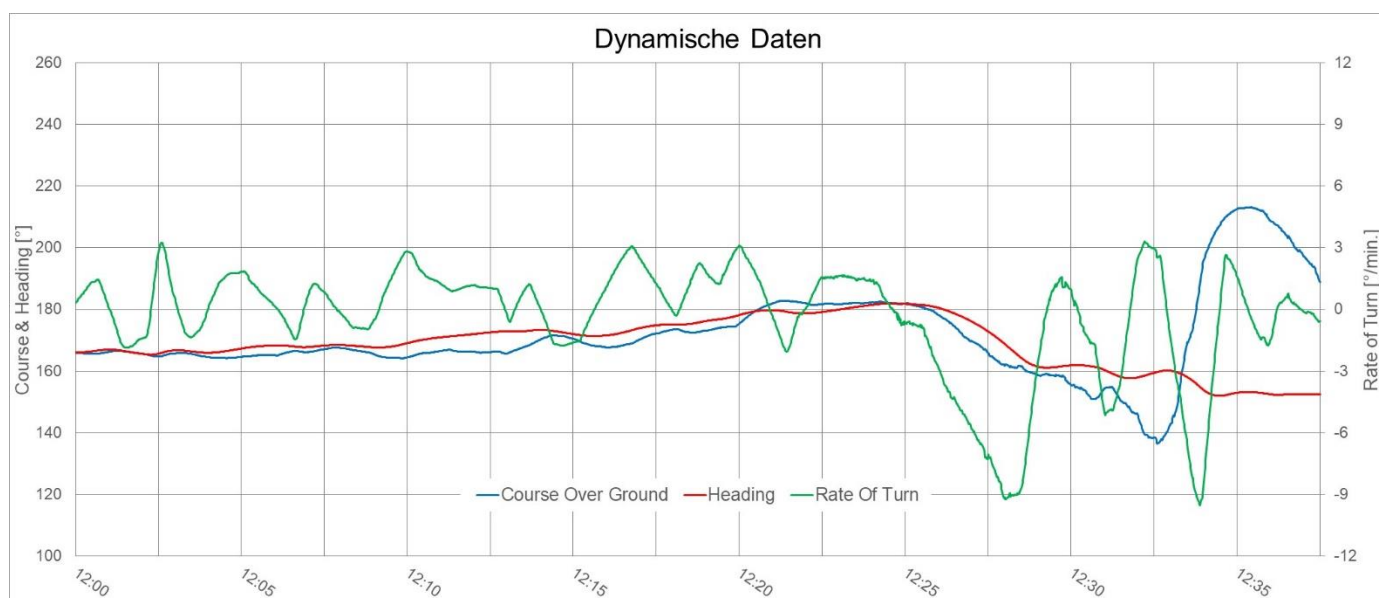
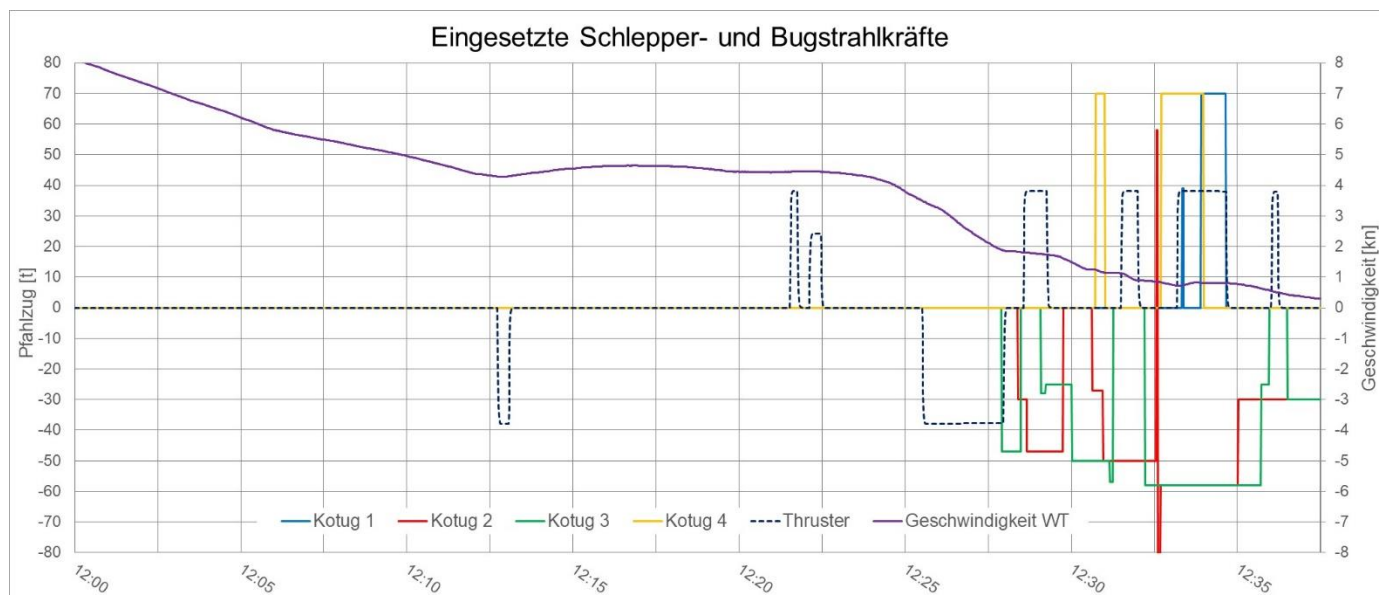


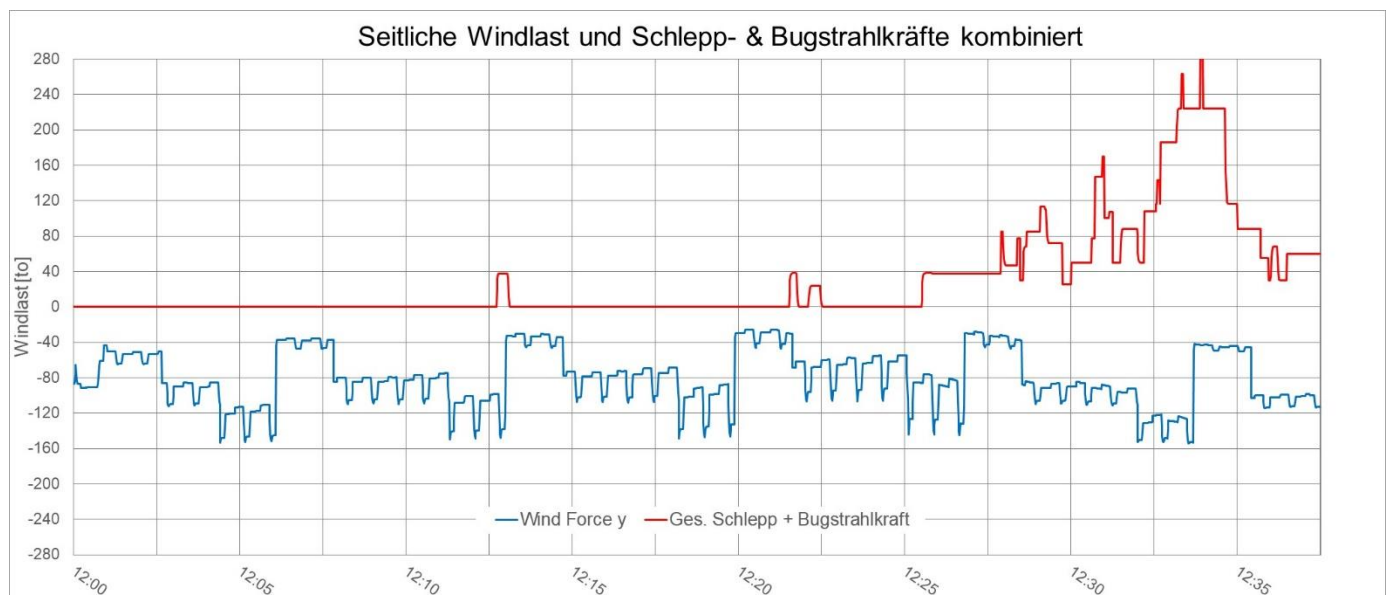
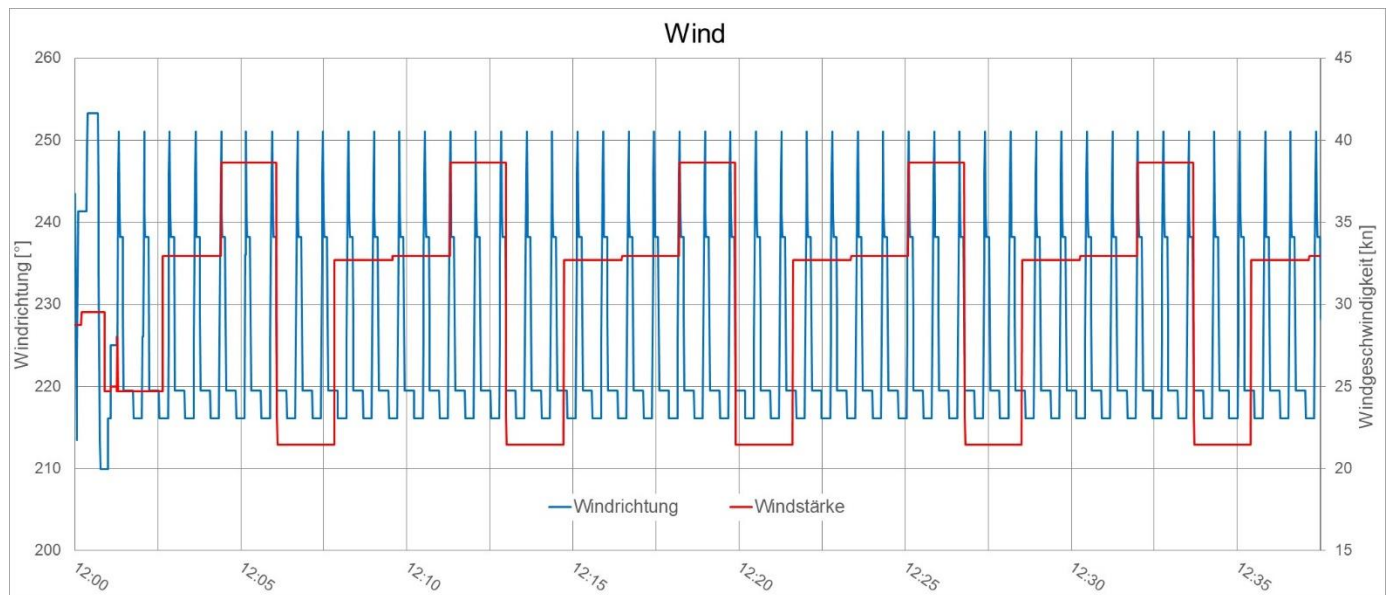


22. Simulationslauf 20

Nummer		Datum	Zeiten	
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende
20	20	25.11.2020	10:52	11:30
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind	
	Q-LNG (B/L)	In	Stärke	Richtung
	Glob. En. (B/L)	Startgeschwindigkeit	6 (7-8)	SW
		6,9 (BT) / 8,2 (WT)	Strömung	
	Schlepper	Start Heading	Geschw. @ Start	Flut / Ebbe
		166°	1,3 kn	Ebbe
Tug 1 (70t)		Start Position	Gezeiten (Zeiteinstellungen)	
Tug 2 (70t)		Tonne 99	LW Time St. Pauli	Exercise time
			05:00	12:00
			Fahrlotse	
			Rudergänger	
Tug 3 (70t)		Sicher (ausreichend Reserven)	Kommentare Windstärke um 1 Bft. Reduziert.	
		Sicher (wenig Reserven)		
		Kritisch (keine Reserven)		
		Kein sicheres Manöver oder Kollision		
Tug 4 (70t)				
FAZIT				
Sicheres Manöver mit ausreichend Reserven.				







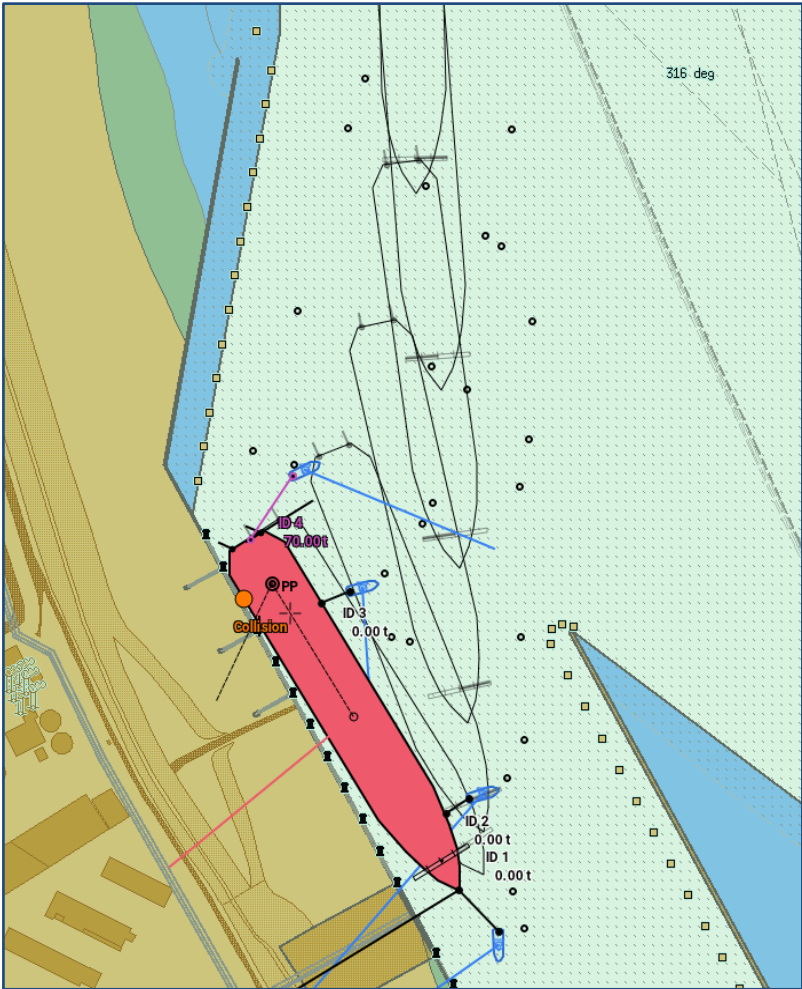
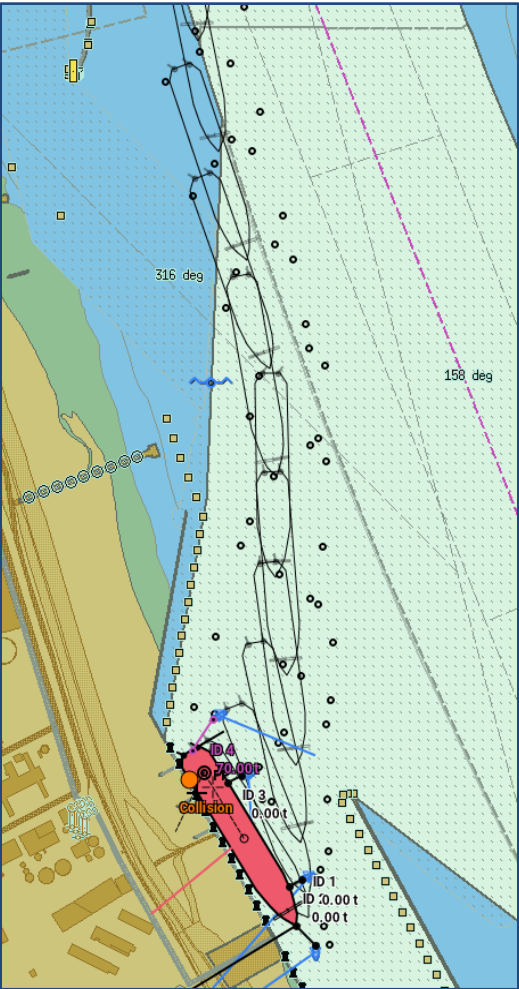
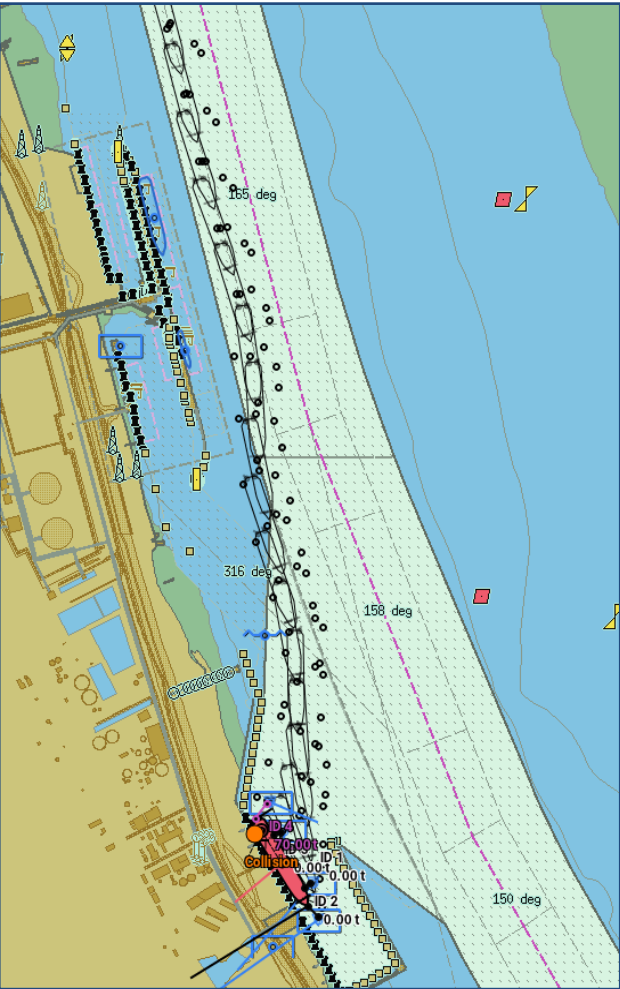
23. Simulationslauf 21

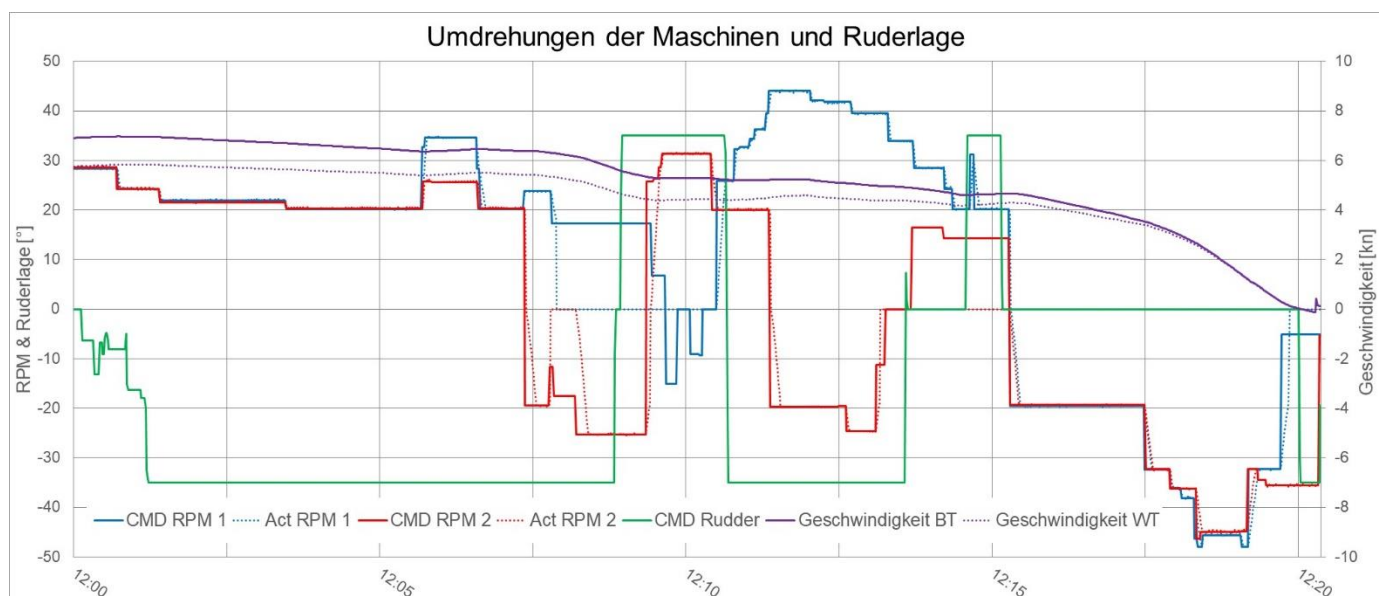
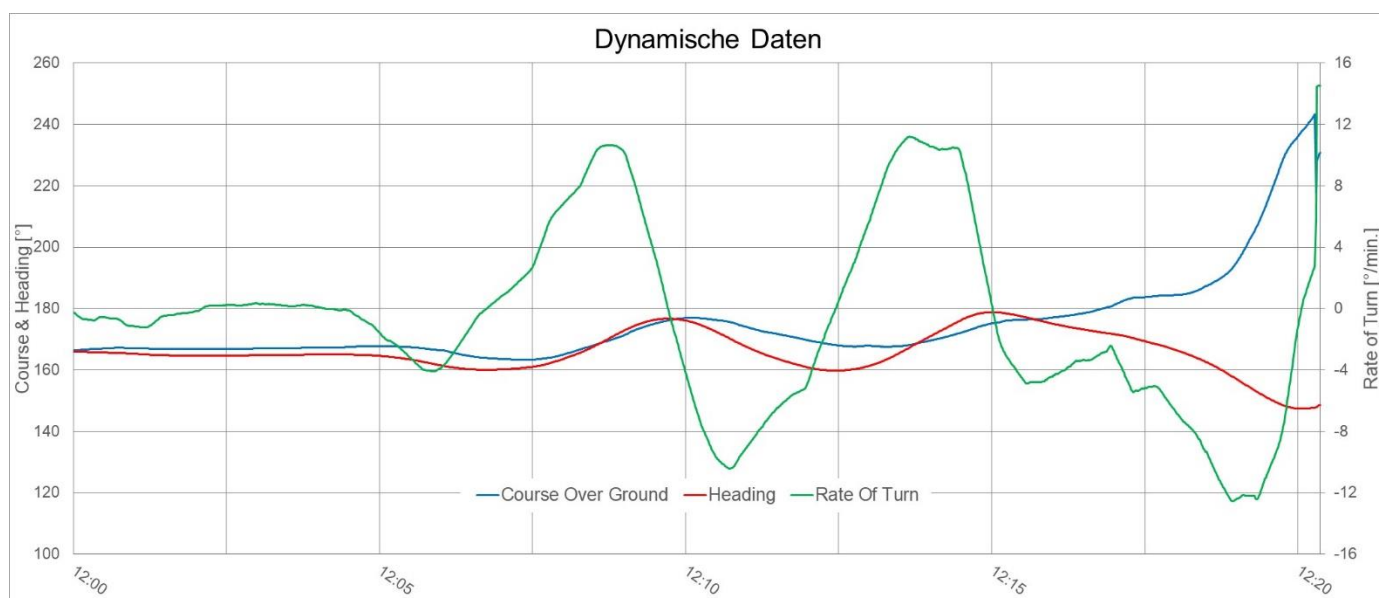
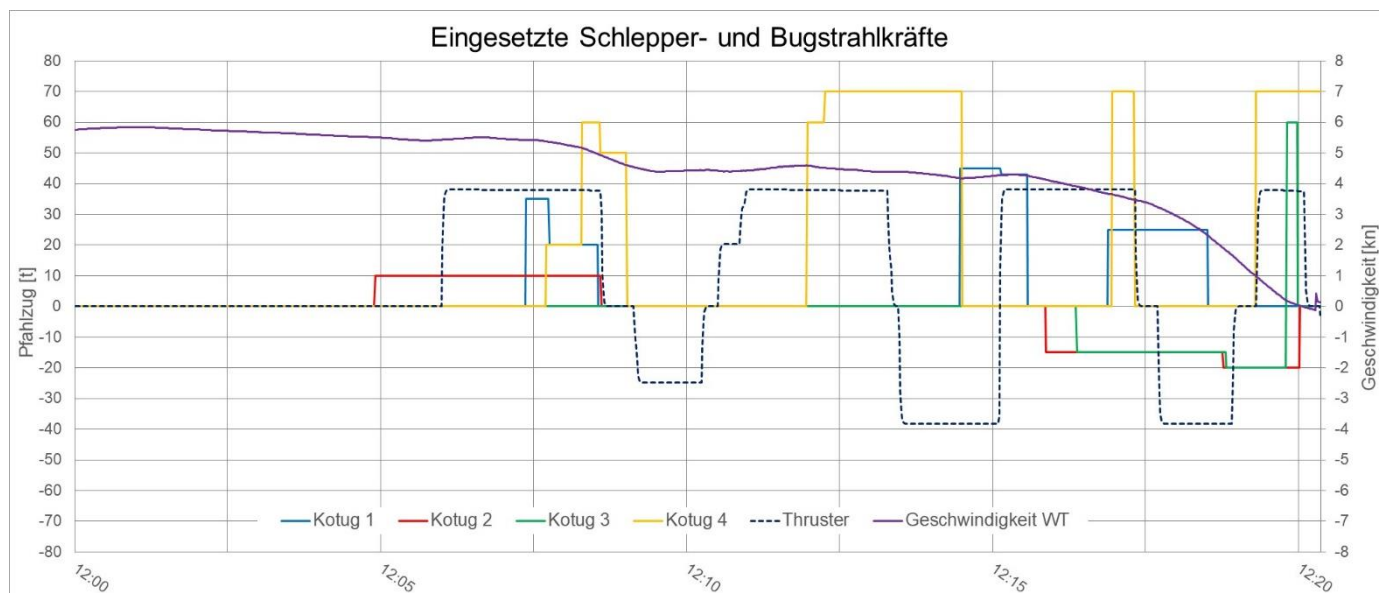
Nummer		Datum	Zeiten	
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende
24	21	25.11.2020	13:47	14:08
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind	
	Q-LNG (B/L)	In	Stärke	Richtung
	Glob. En. (B/L)		6 (7-8)	NO
		Startgeschwindigkeit		
		6,9 (BT) / 5,7 (WT)	Strömung	
	Schlepper		Geschw. @ Start	Flut / Ebbe
		Start Heading	1,2 kn	Flut
		166°		
		Start Position	Gezeiten (Zeiteinstellungen)	
		Tonne 99	LW Time St. Pauli	Exercise time
			07:00	12:00
			Fahrlotse	
			Rudergänger	
			Kommentare	
			Windstärke um 1 Bft. reduziert	
			Strömungsbedingen auf 1 Std. vor HW eingestellt.	
			Nach Kollision mit Pier - Wiederholung des Laufes.	

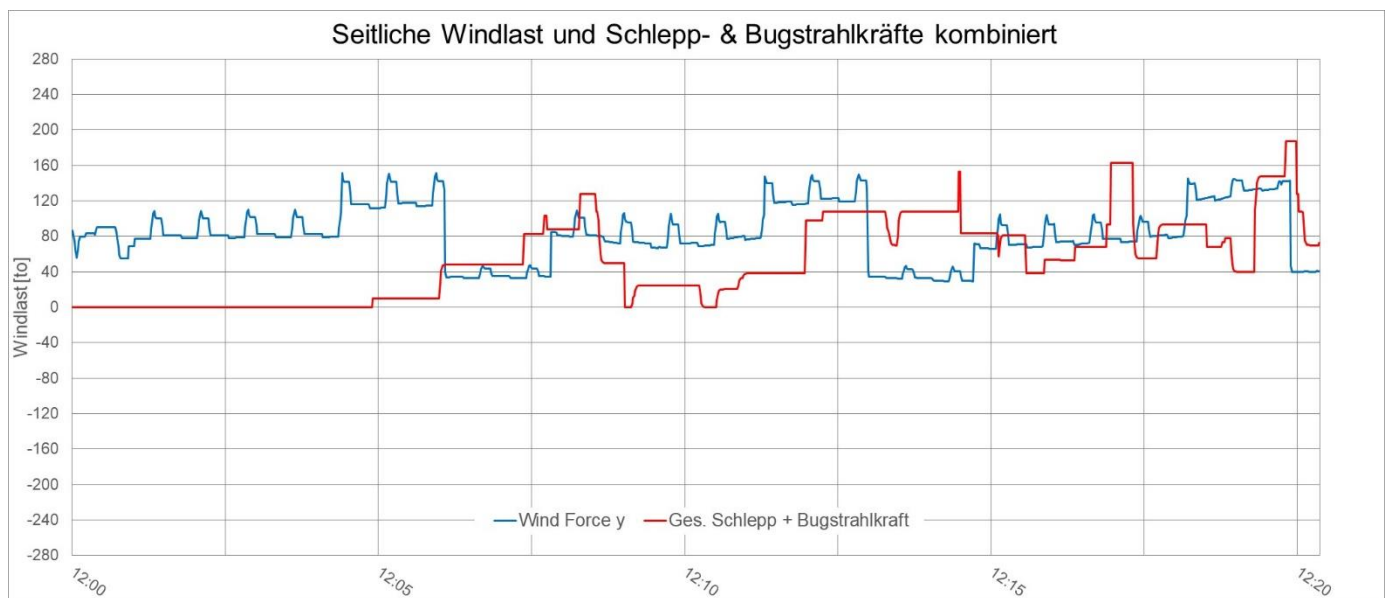
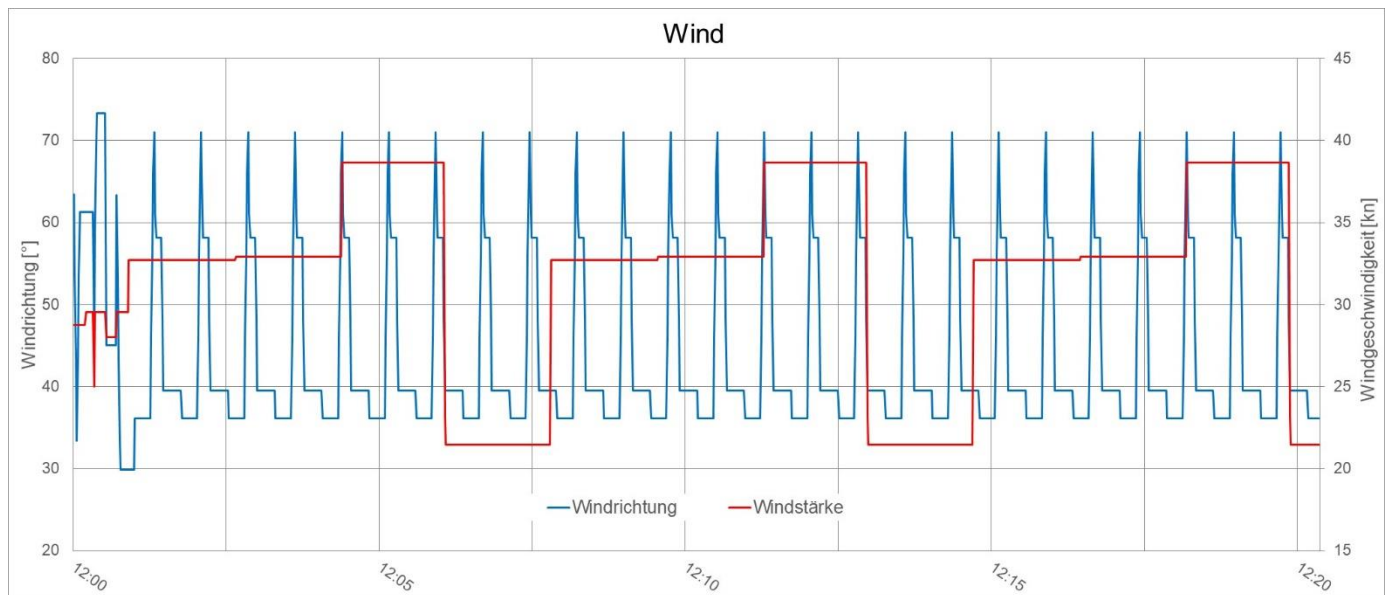
Tug 1 (70t)	
Tug 2 (70t)	
Tug 3 (70t)	
Tug 4 (70t)	

Sicher (ausreichend Reserven)
Sicher (wenig Reserven)
Kritisch (keine Reserven)
Kein sicheres Manöver oder Kollision

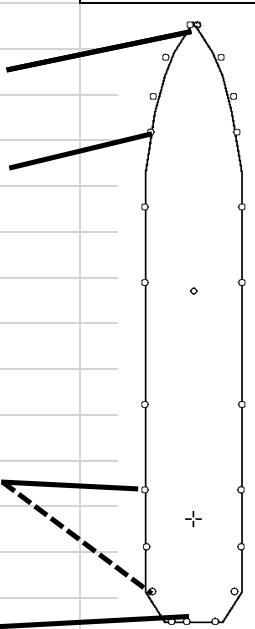
FAZIT
Kollision Pier - Heck - kein sicheres Manöver.

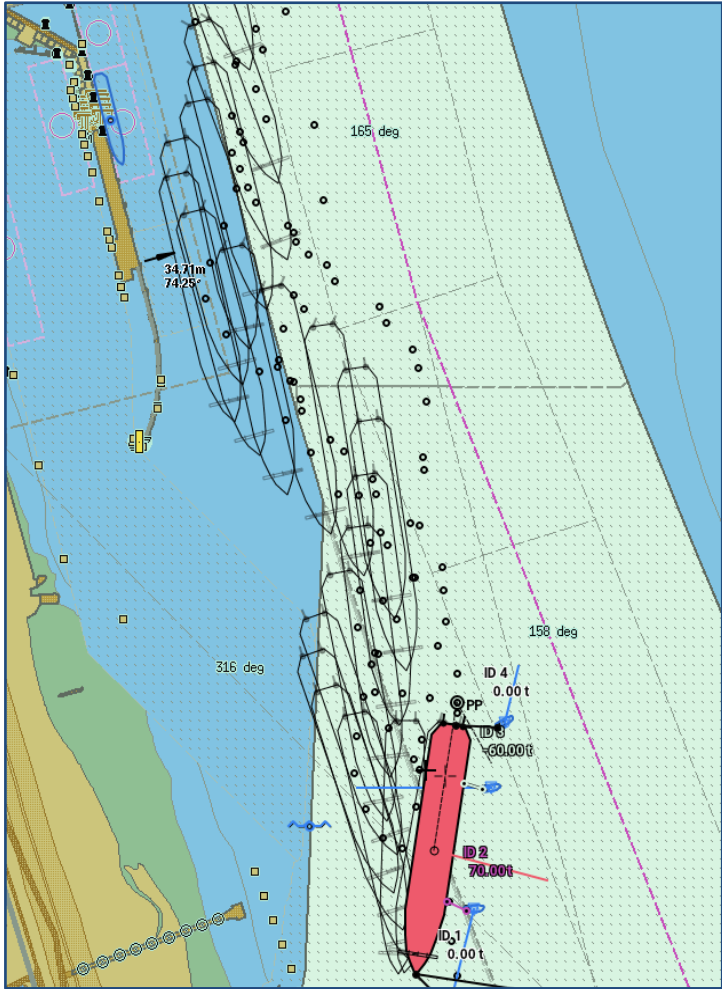
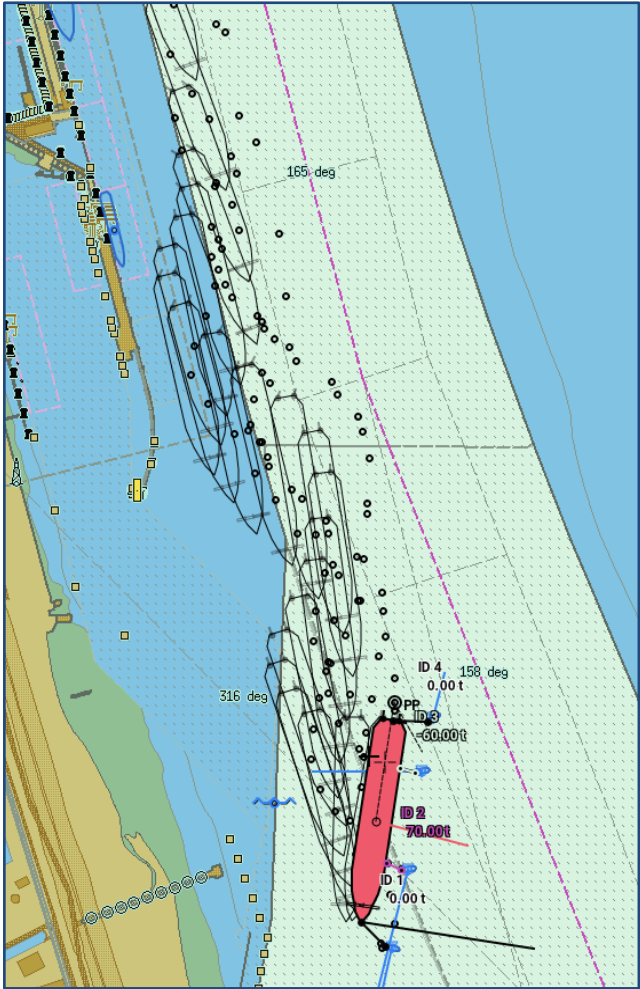
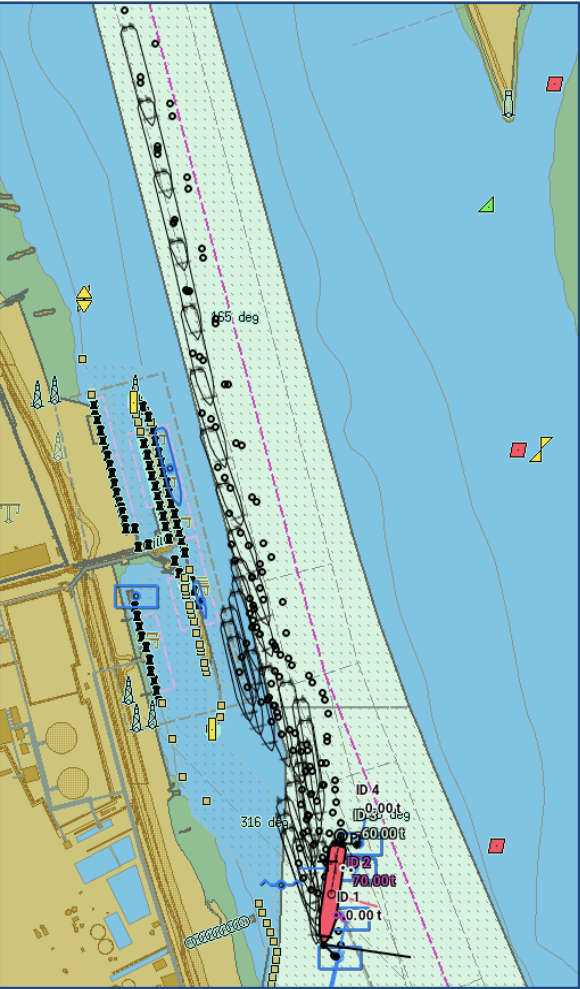


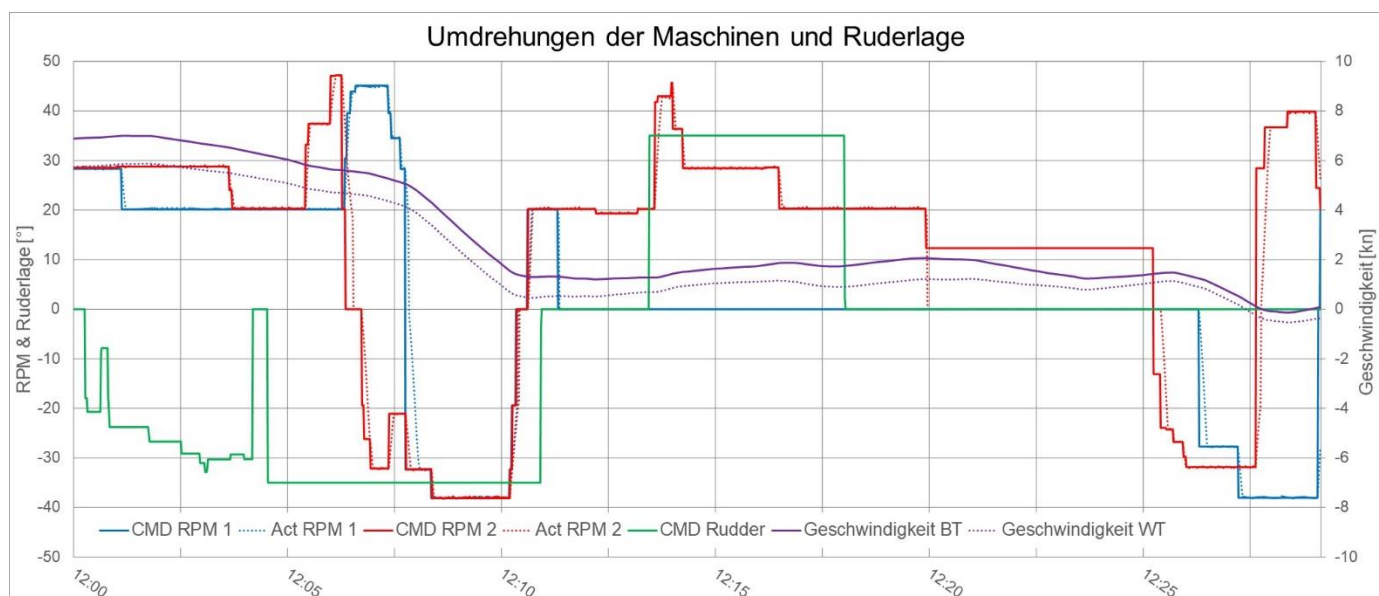
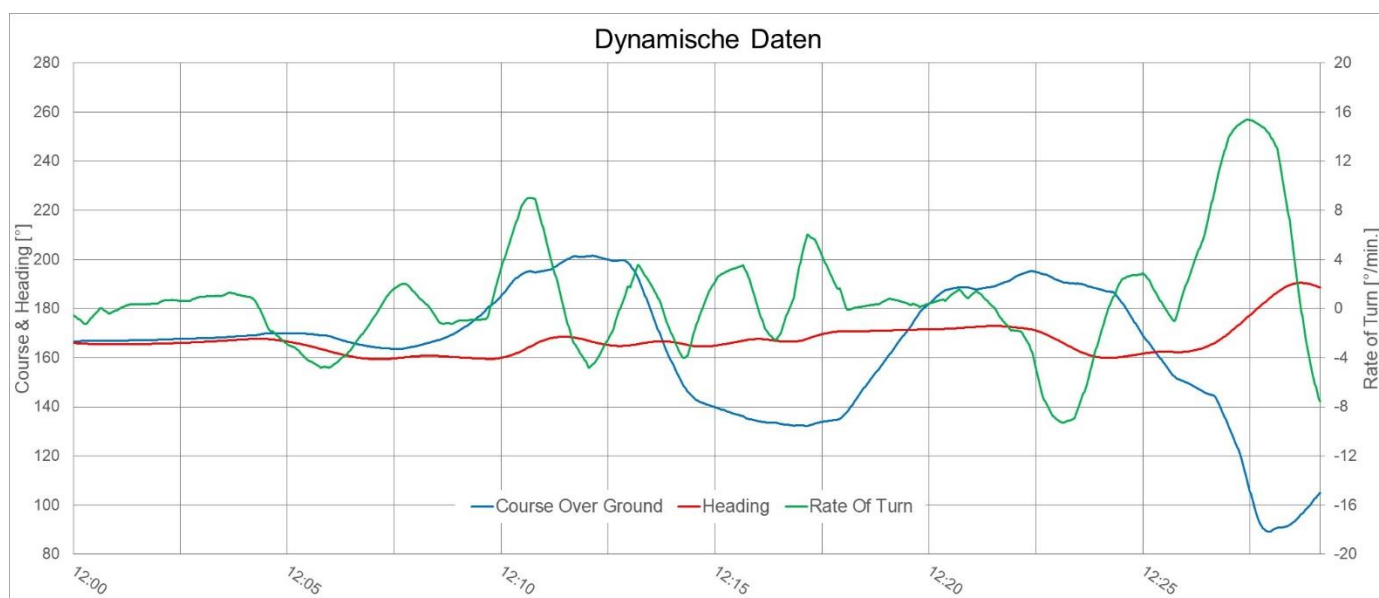
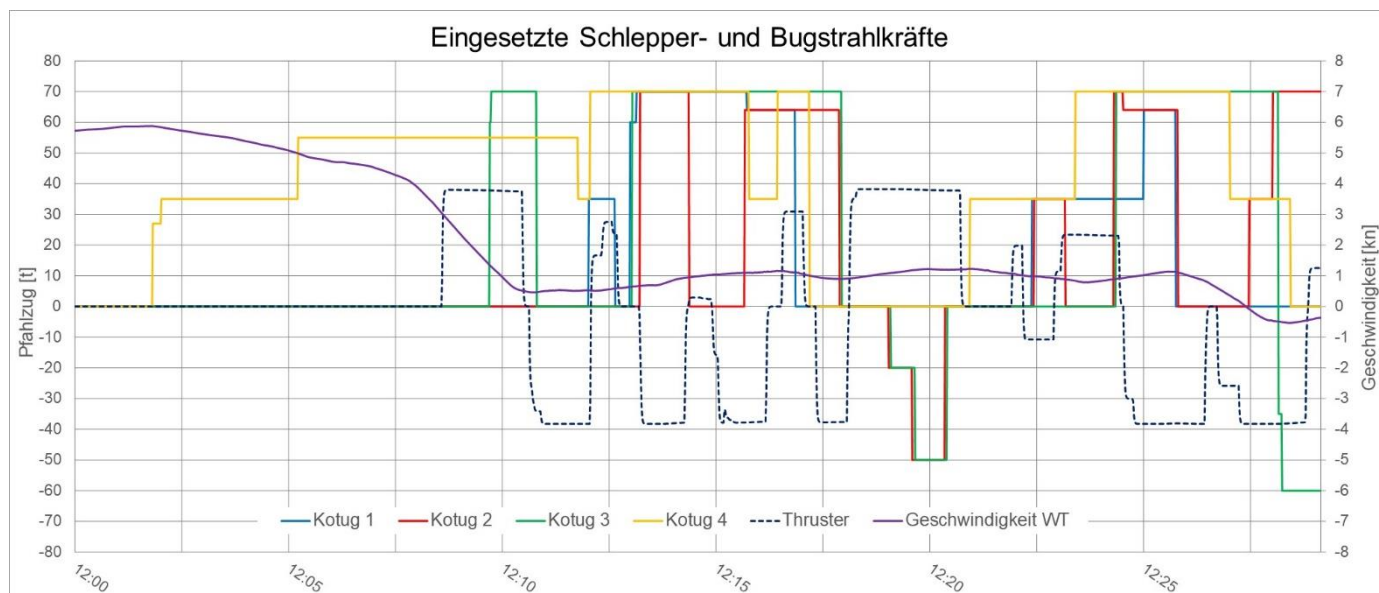


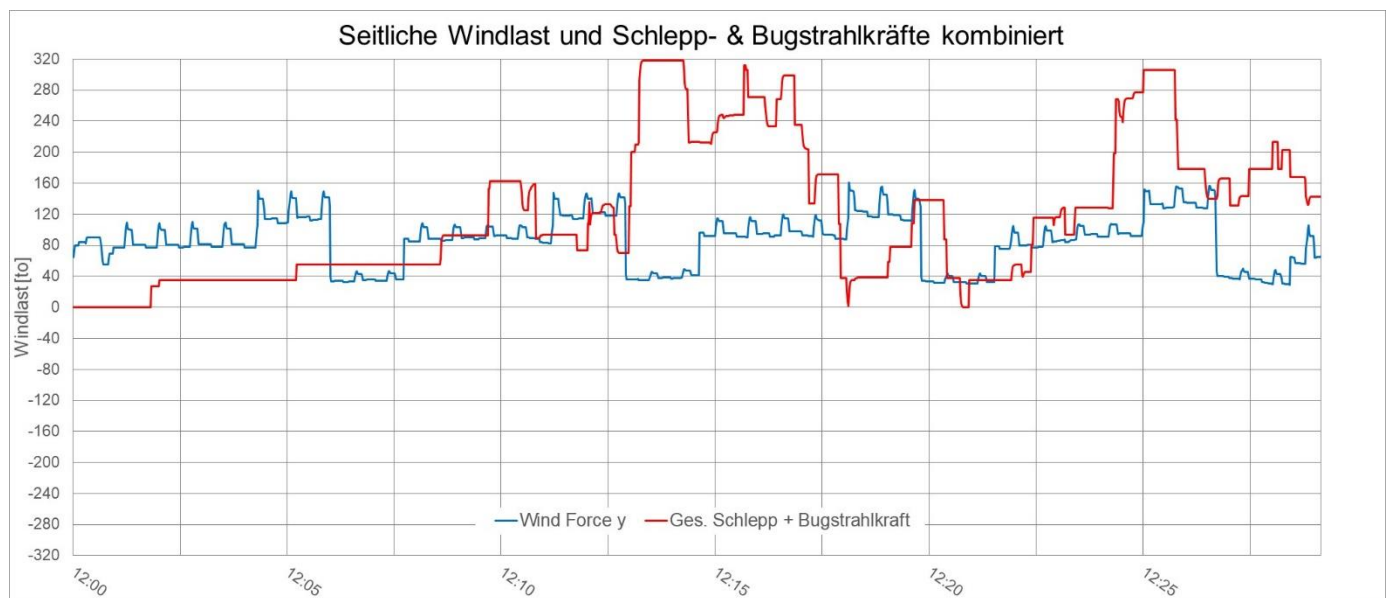
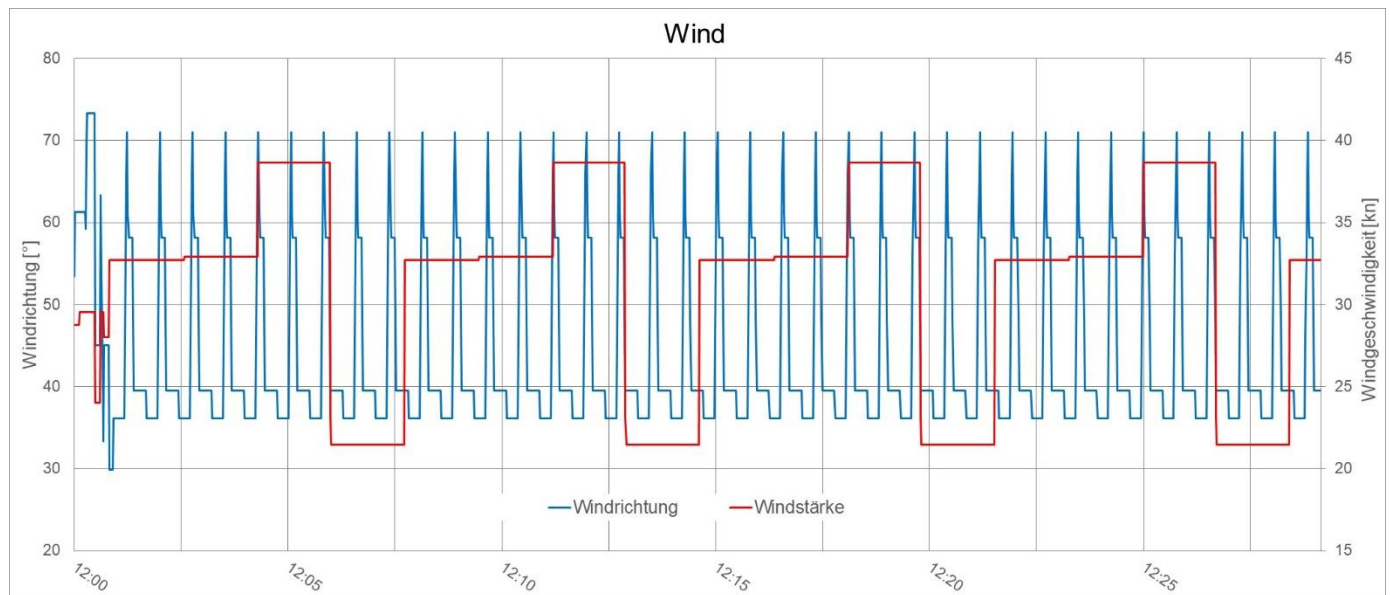


24. Simulationslauf 21 B

Nummer		Datum	Zeiten	
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende
25	21 B	25.11.2020	14:19	14:48
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind	
	Q-LNG (B/L)	In	Stärke	Richtung
	Glob. En. (B/L)		6 (7-8)	NO
		Startgeschwindigkeit		
		6,9 (BT) / 5,7 (WT)	Strömung	
	Schlepper		Geschw. @ Start	Flut / Ebbe
		Start Heading	1,2 kn	Flut
Tug 1 (70t)		Start Position	Gezeiten (Zeiteinstellungen)	
Tug 2 (70t)		Tonne 99	LW Time St. Pauli	Exercise time
			07:00	12:00
			Fahrlotse	
			Rudergänger	
Tug 3 (70t)		Sicher (ausreichend Reserven)	Kommentare Windstärke um 1 Bft. reduziert Strömungsbedingen auf 1 Std. vor HW eingestellt. Manöver nicht beendet - Lauf bleibt unbewertet.	
		Sicher (wenig Reserven)		
		Kritisch (keine Reserven)		
		Kein sicheres Manöver oder Kollision		
Tug 4 (70t)				
FAZIT				
Lauf nicht bewertet.				

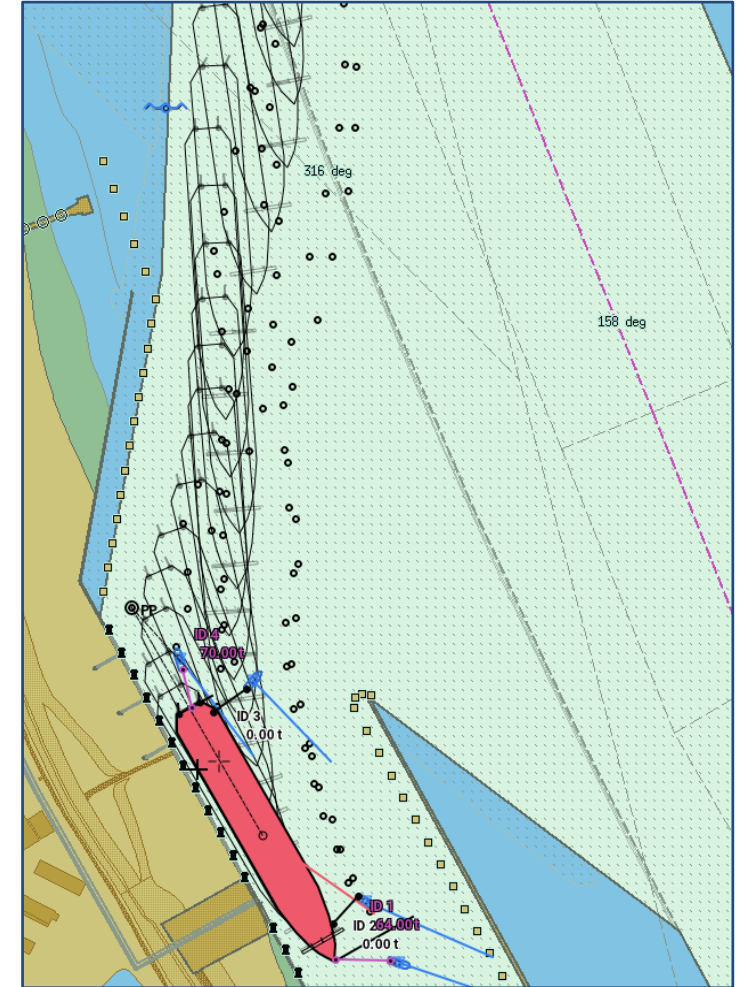


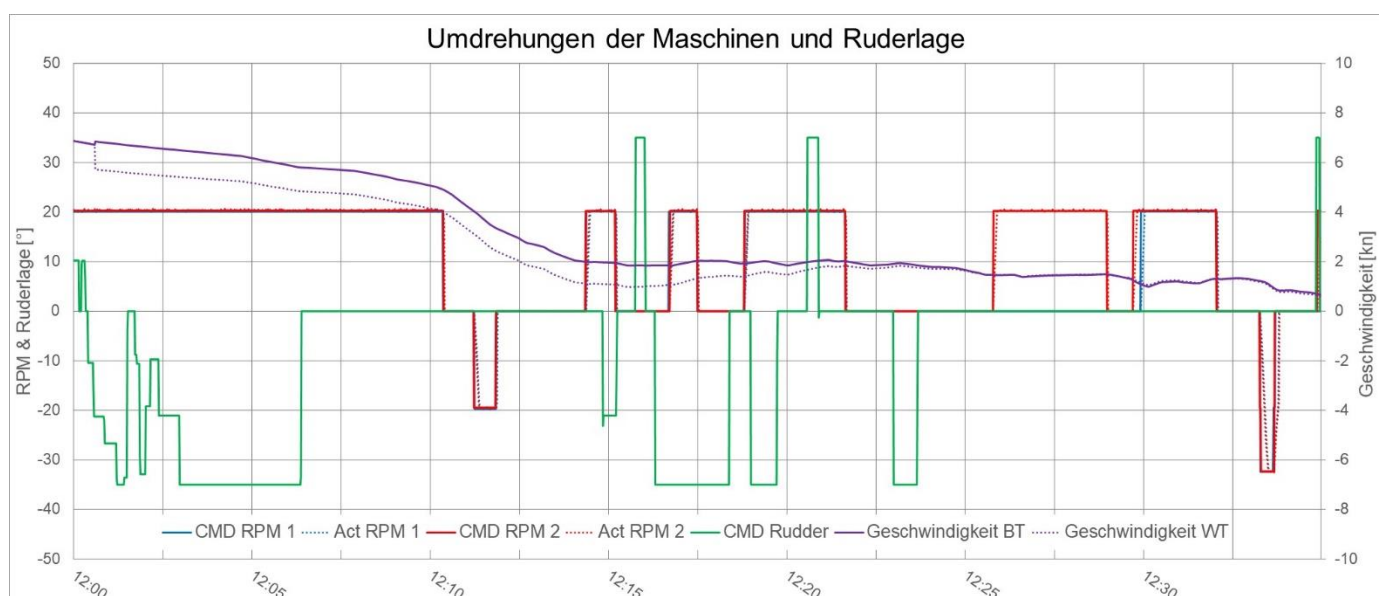
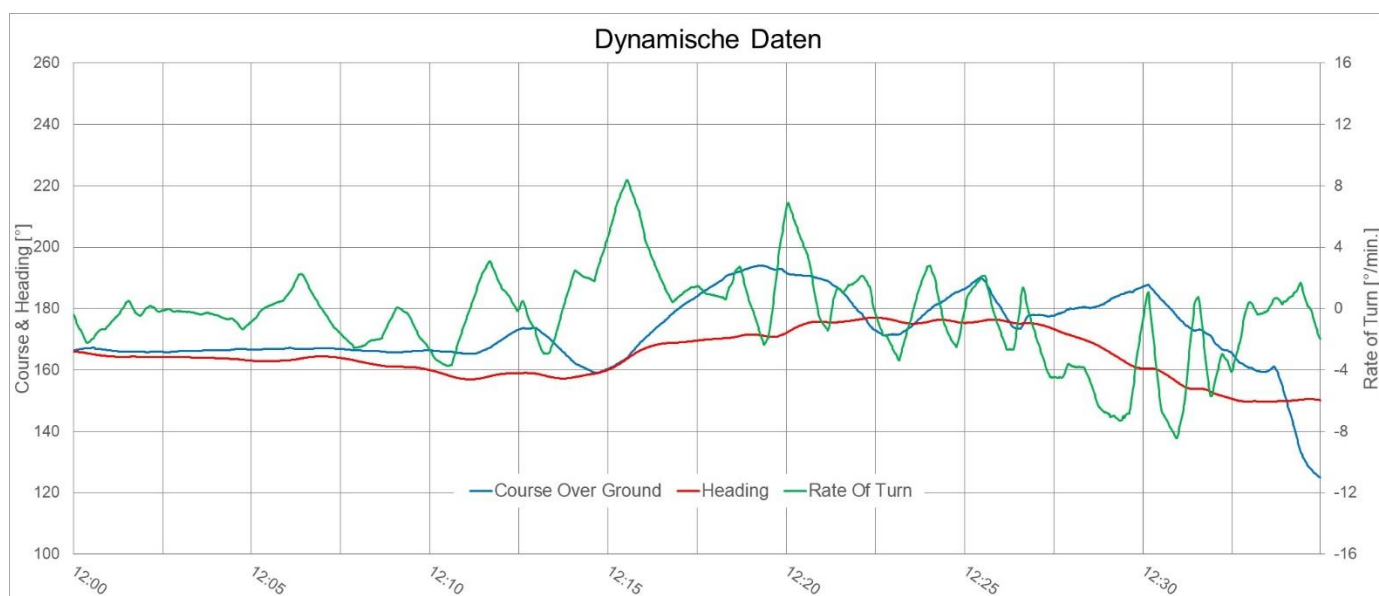
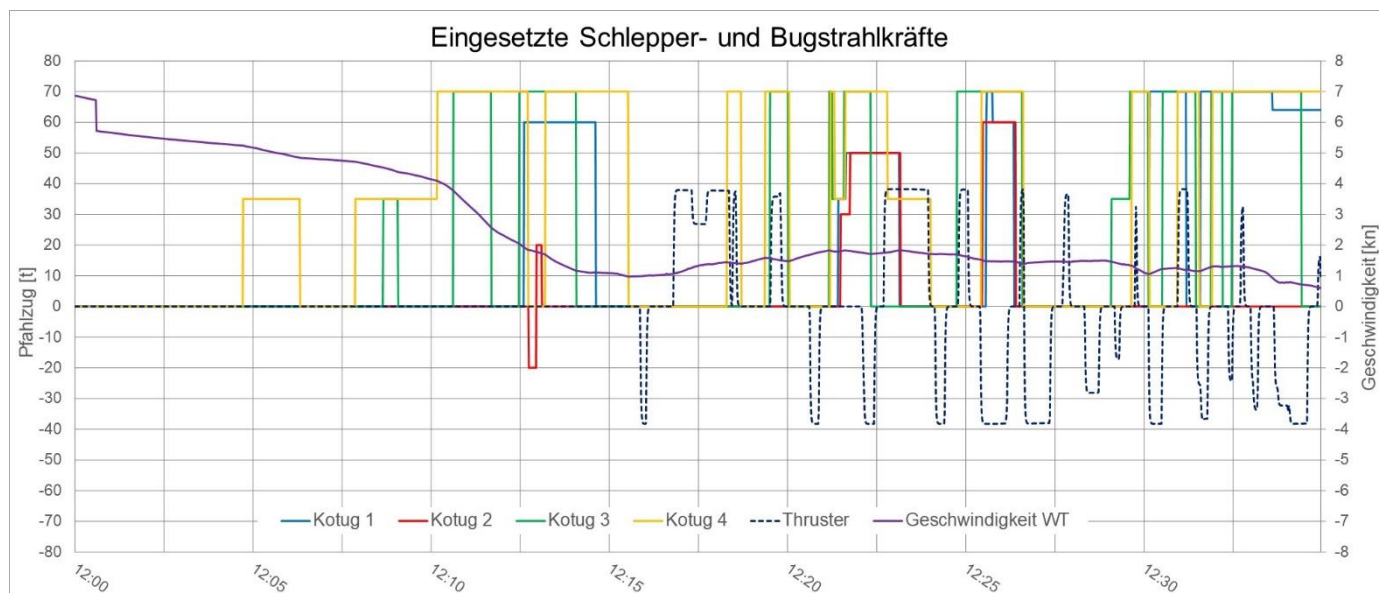


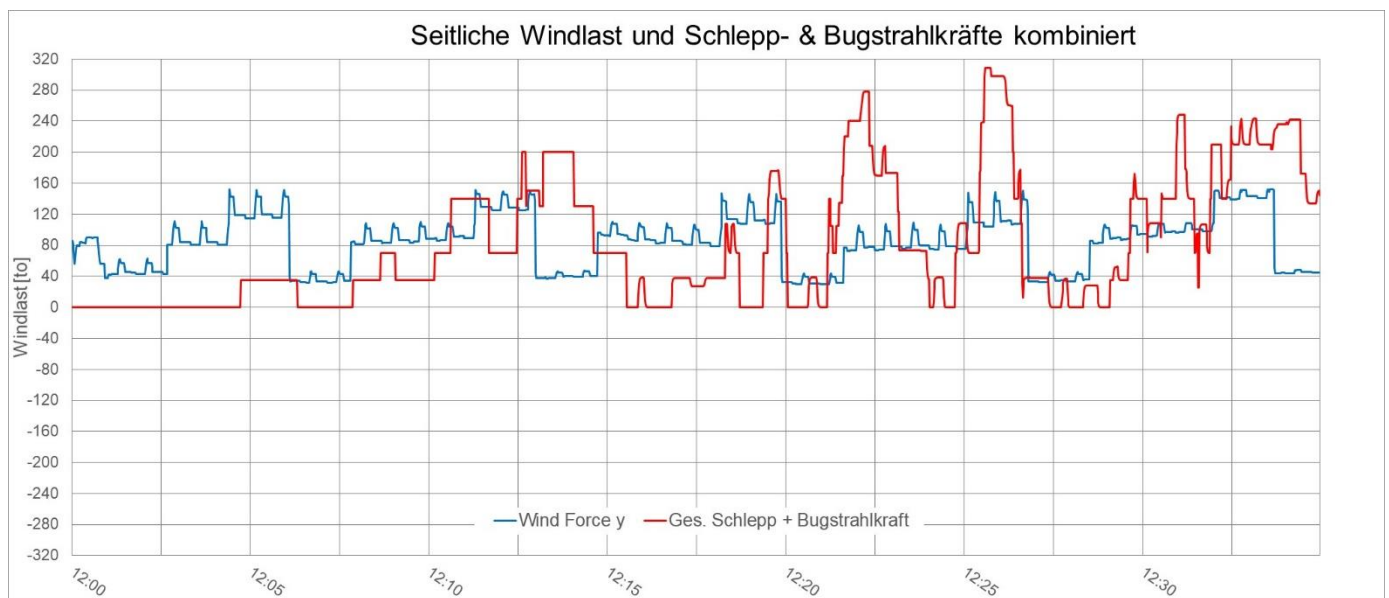
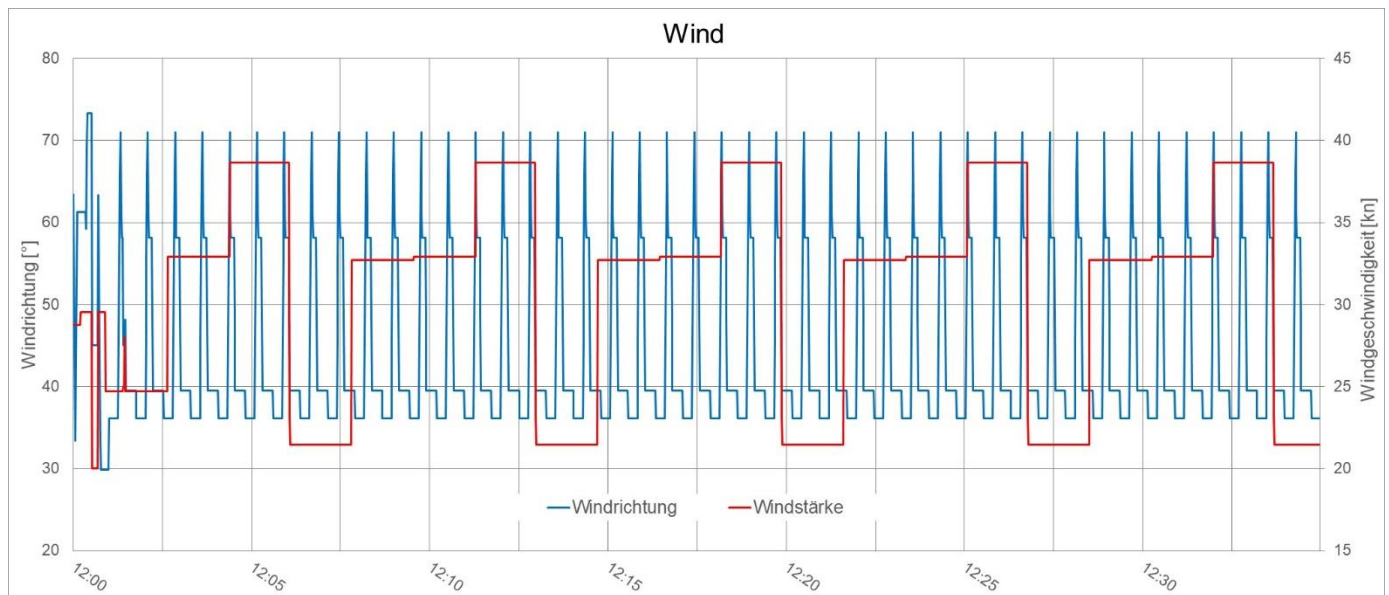


25. Simulationslauf 21 C

Nummer		Datum	Zeiten					
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende				
32	21 C	01.12.2020	13:09	13:43				
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind					
	Q-LNG (B/L)	In	Stärke	Richtung				
	Glob. En. (B/L)		6 (7-8)	NO				
		Startgeschwindigkeit						
		6,9 (BT) / 5,7 (WT)	Strömung					
	Schlepper		Geschw. @ Start	Flut / Ebbe				
		Start Heading	1,2 kn	Flut				
		166°	Gezeiten (Zeiteinstellungen)					
		Start Position	LW Time St. Pauli	Exercise time				
		Tonne 99	07:00	12:00				
			Fahrlotse					
			Rudergänger					
			Kommentare					
			Windstärke um 1 Bft. reduziert					
			Strömungsbedingen auf 1 Std. vor HW eingestellt.					
<table border="1"> <tr> <td>Sicher (ausreichend Reserven)</td> </tr> <tr> <td>Sicher (wenig Reserven)</td> </tr> <tr> <td>Kritisch (keine Reserven)</td> </tr> <tr> <td>Kein sicheres Manöver oder Kollision</td> </tr> </table>					Sicher (ausreichend Reserven)	Sicher (wenig Reserven)	Kritisch (keine Reserven)	Kein sicheres Manöver oder Kollision
Sicher (ausreichend Reserven)								
Sicher (wenig Reserven)								
Kritisch (keine Reserven)								
Kein sicheres Manöver oder Kollision								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>FAZIT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sicheres Manöver mit wenig Reserven</td> </tr> </tbody> </table>					FAZIT	Sicheres Manöver mit wenig Reserven		
FAZIT								
Sicheres Manöver mit wenig Reserven								

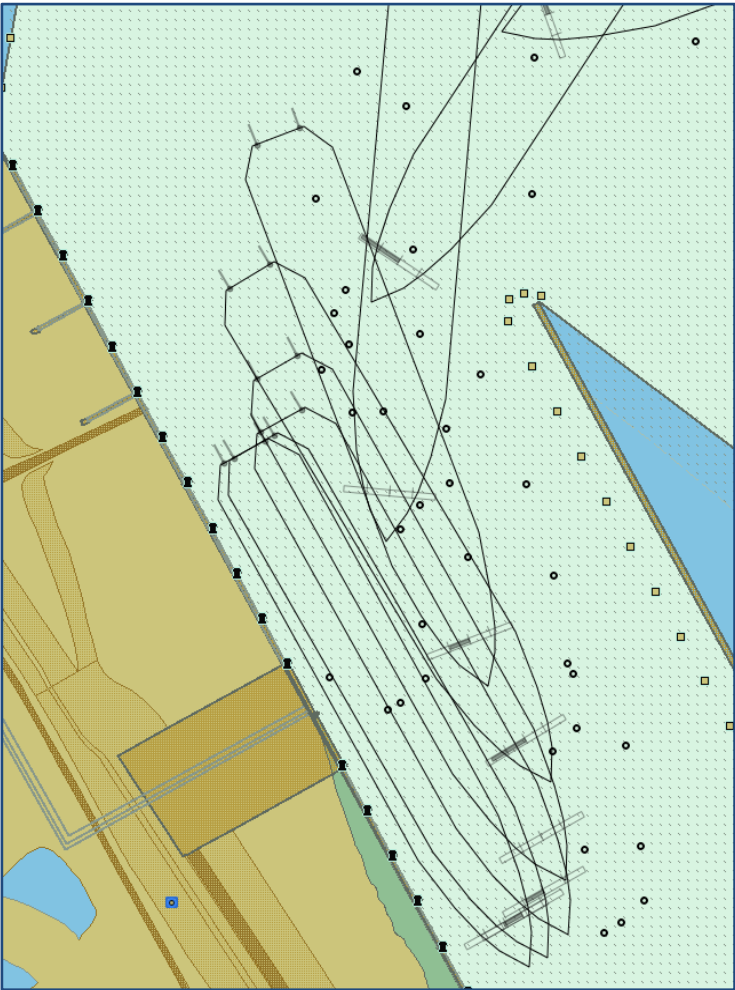
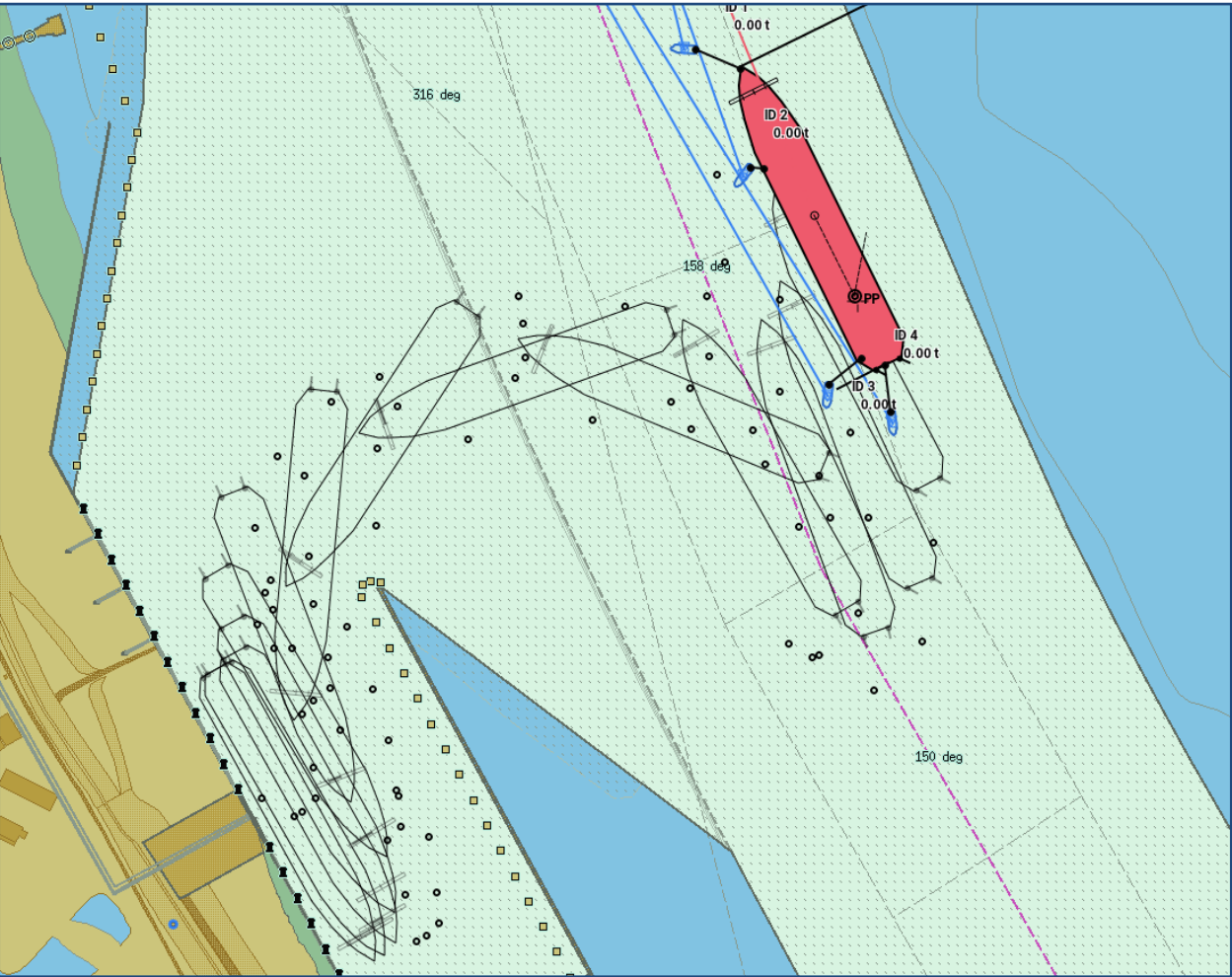


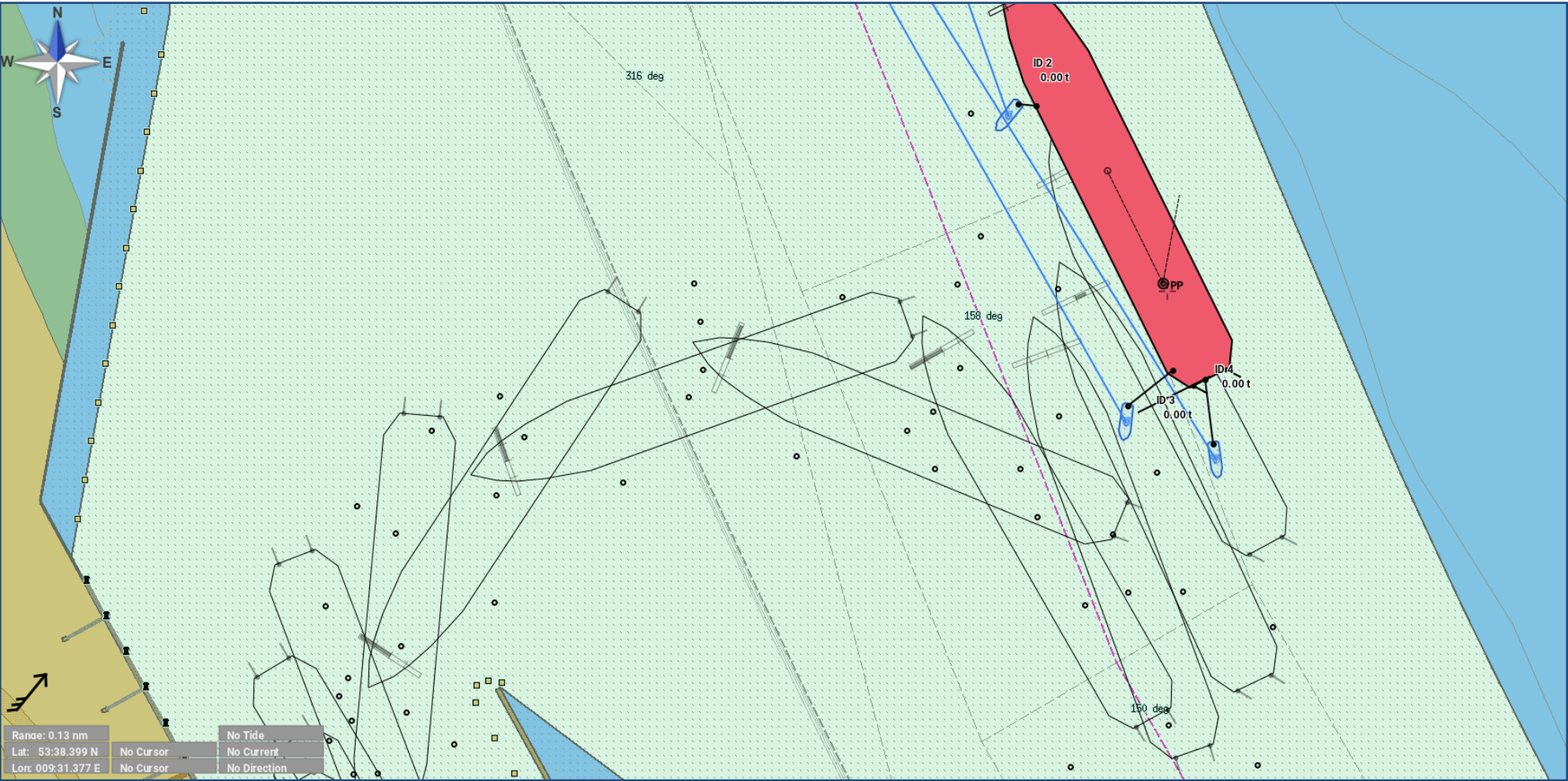


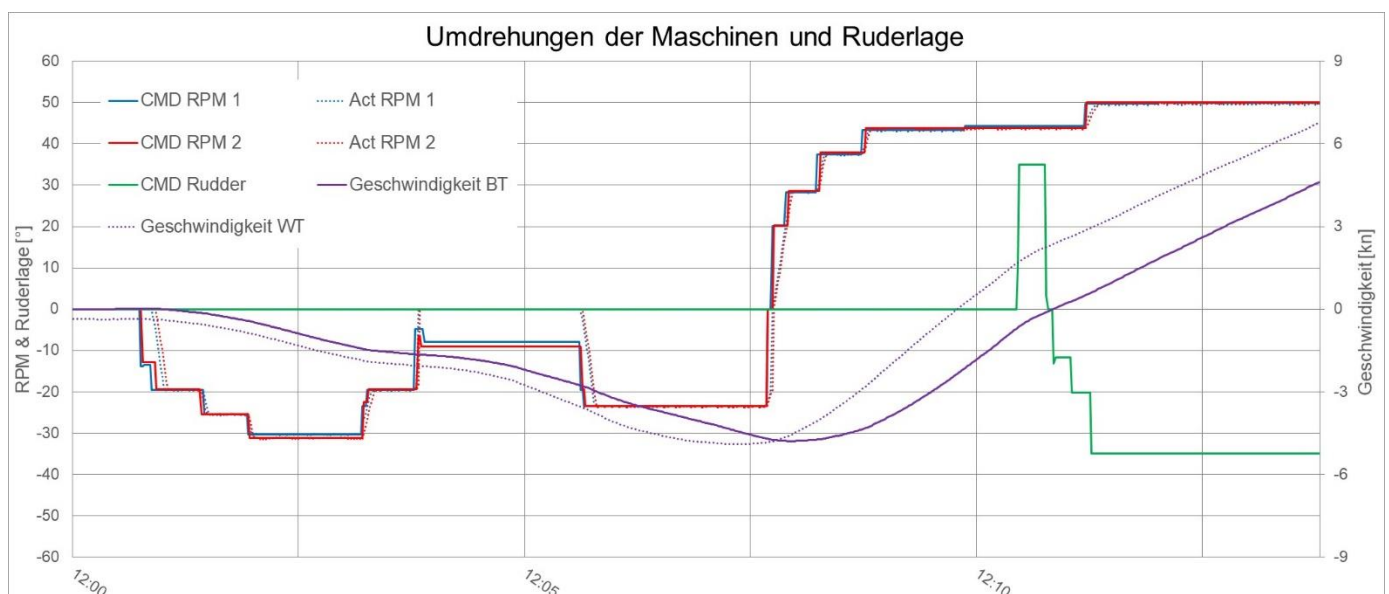
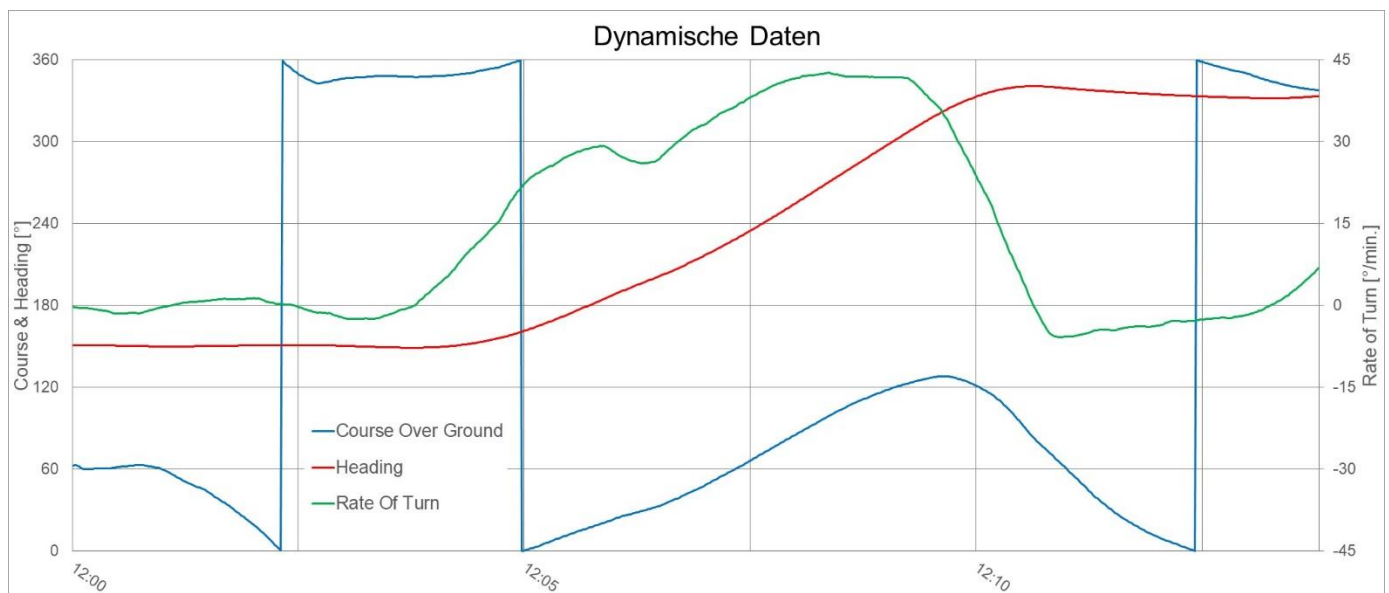
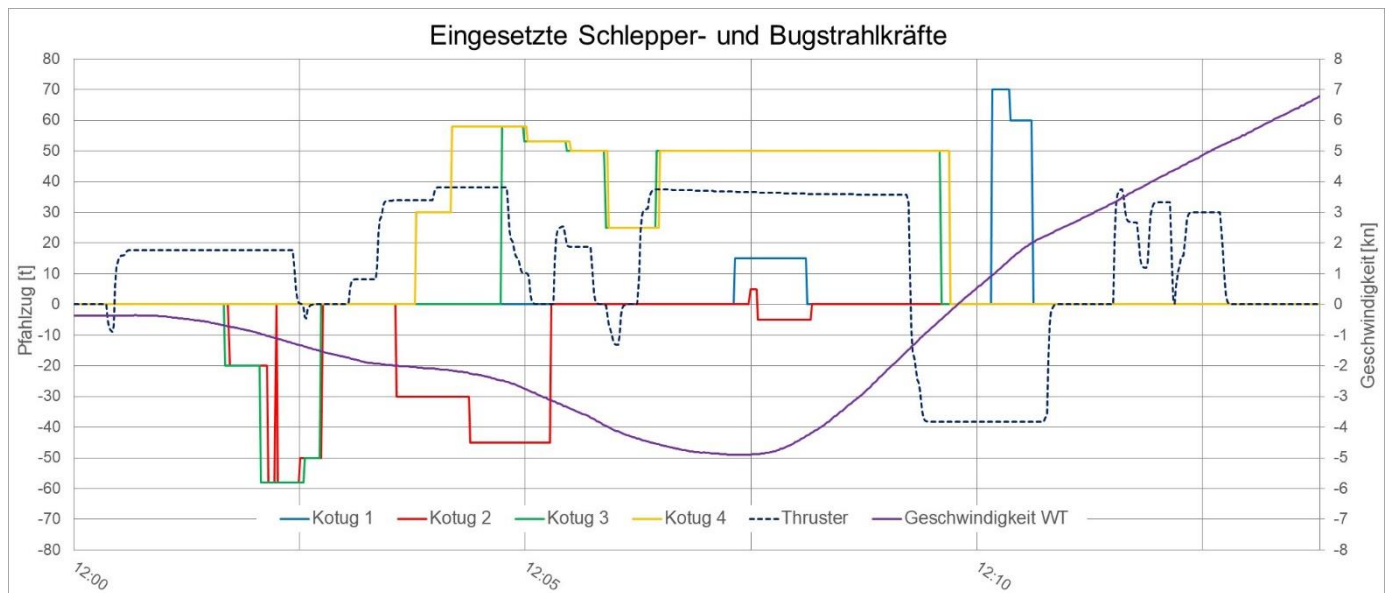


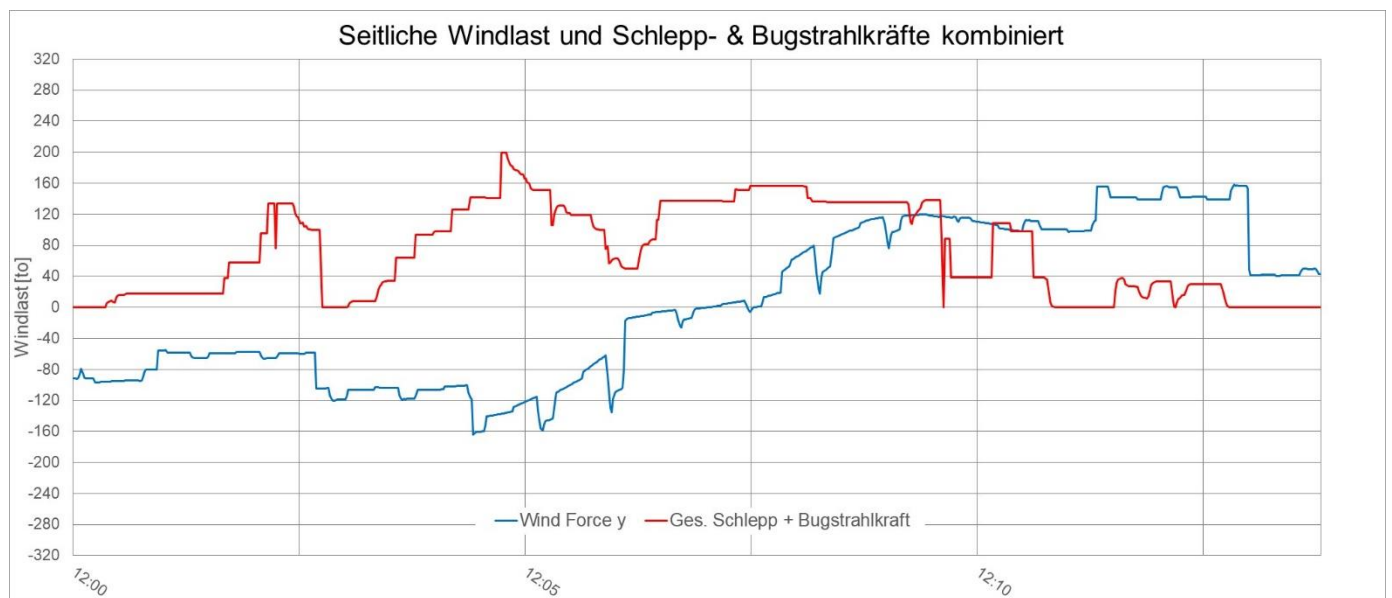
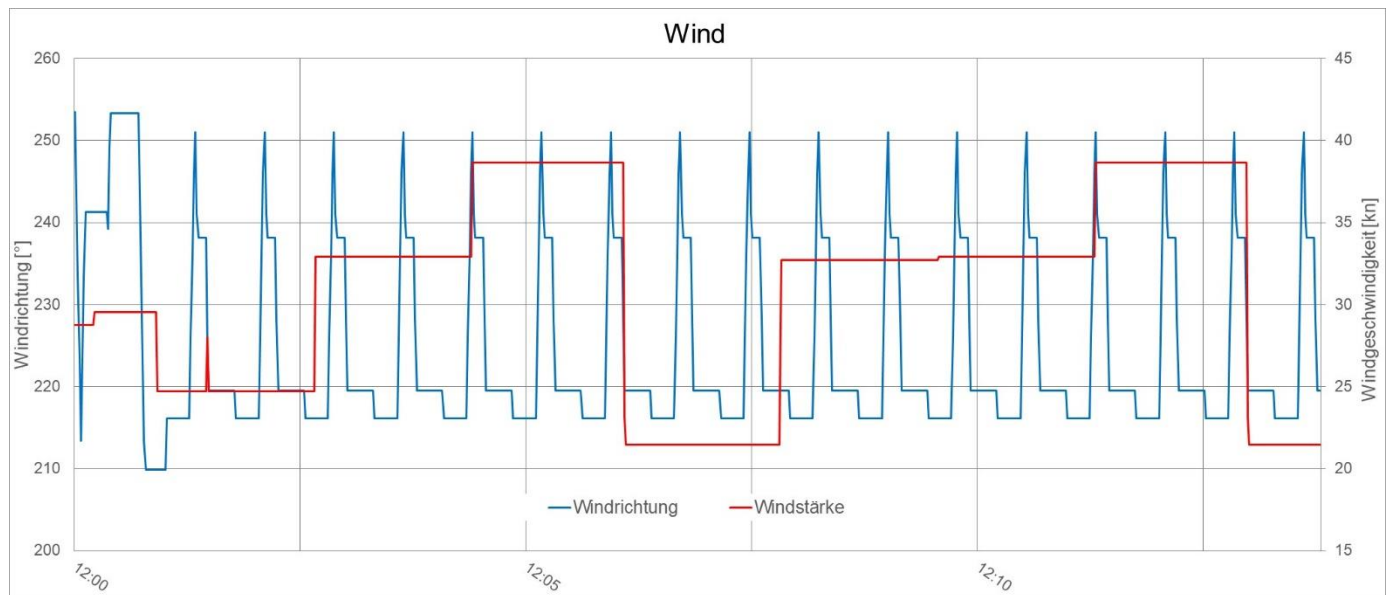
26. Simulationslauf 22

Nummer		Datum	Zeiten	
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende
21	22	25.11.2020	11:45	12:00
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind	
	Q-LNG (B/L)	Out	Stärke	Richtung
	Glob. En. (B/L)		6 (7-8)	SW
		Startgeschwindigkeit		
		0,0 kn	Strömung	
	Schlepper		Geschw. @ Start im Fahrwasser	Flut / Ebbe
		Start Heading	2,4 kn	Flut
Tug 1 (70t)		151°	Gezeiten (Zeiteinstellungen)	
Tug 2 (70t)		Start Position	LW Time St. Pauli	Exercise time
		Liegeplatz	09:00	12:00
			Fahrlotse	
			Rudergänger	
Tug 3 (70t)		Sicher (ausreichend Reserven)	Kommentare Windstärke um 1 Bft. Reduziert.	
		Sicher (wenig Reserven)		
		Kritisch (keine Reserven)		
		Kein sicheres Manöver oder Kollision		
Tug 4 (70t)				
FAZIT Sicheres Manöver mit ausreichend Reserven.				





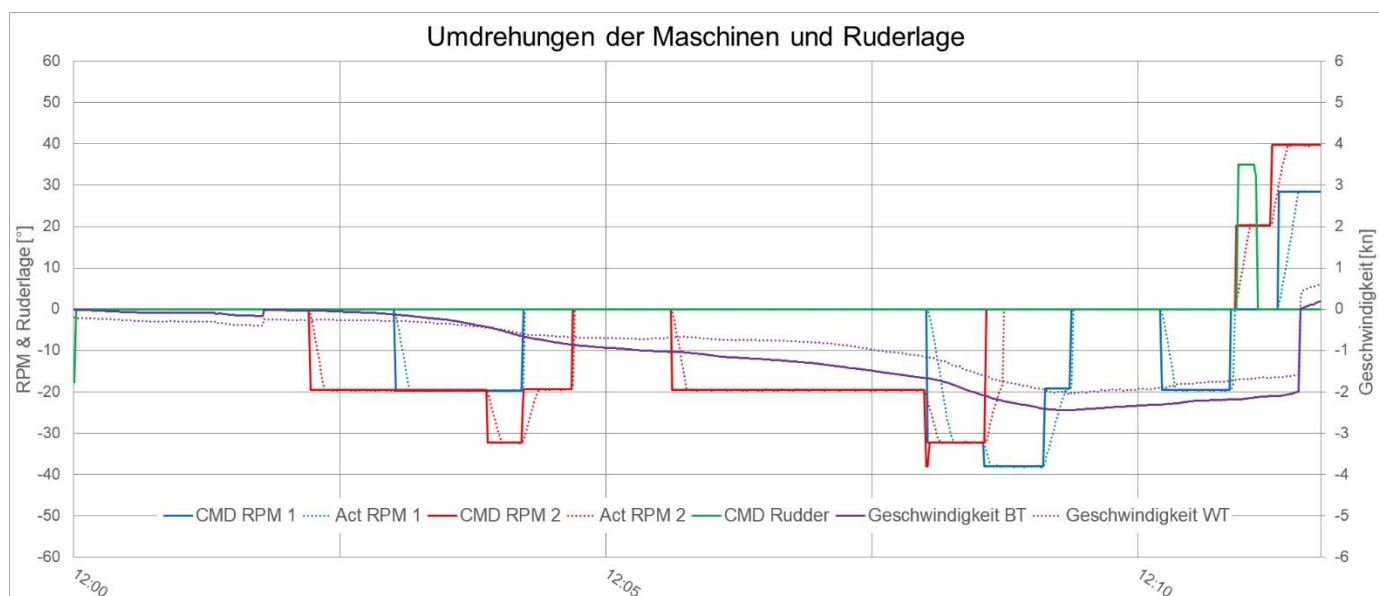
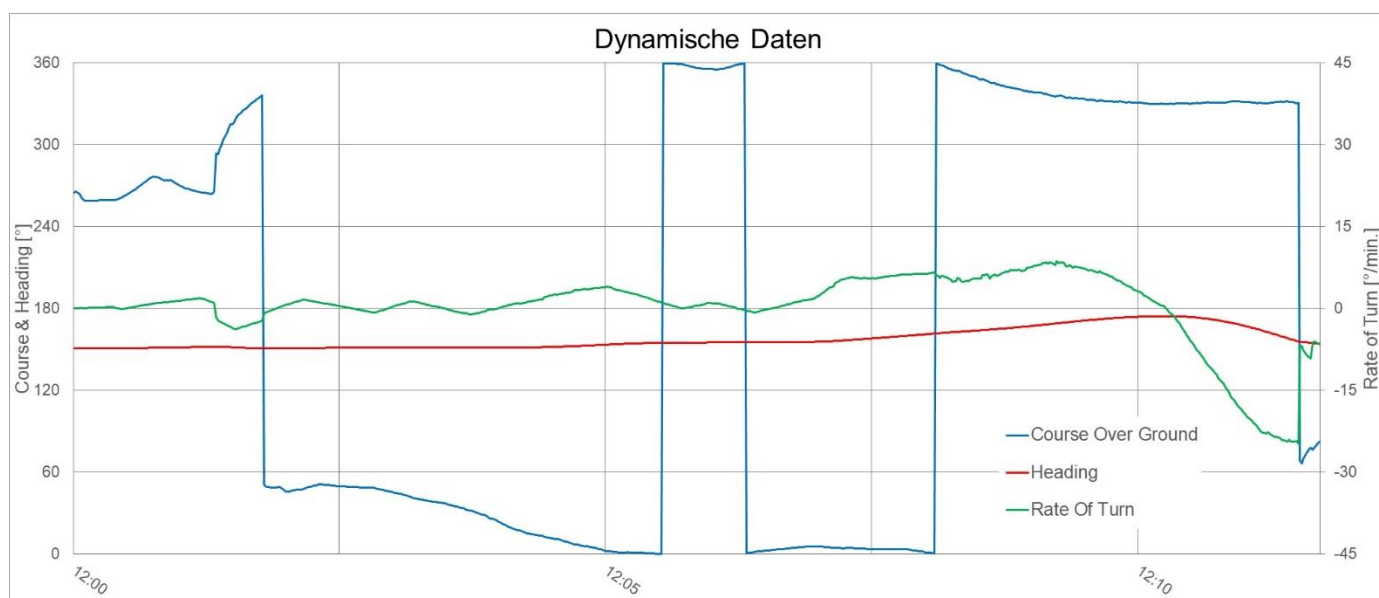
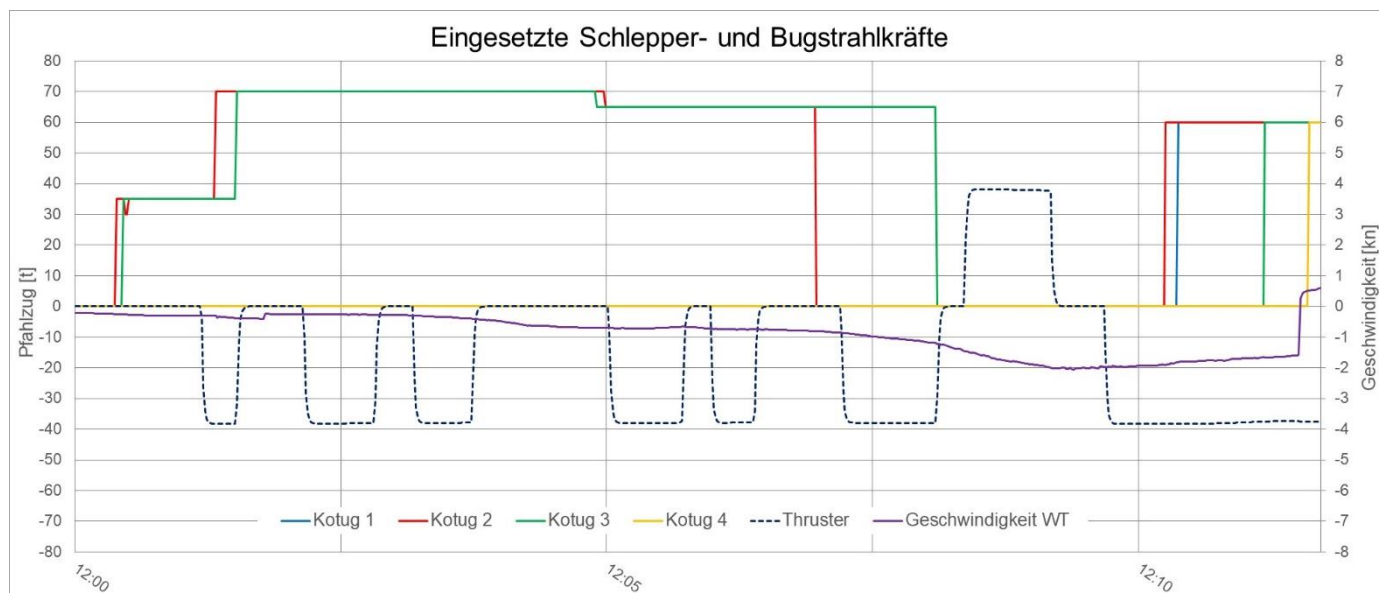


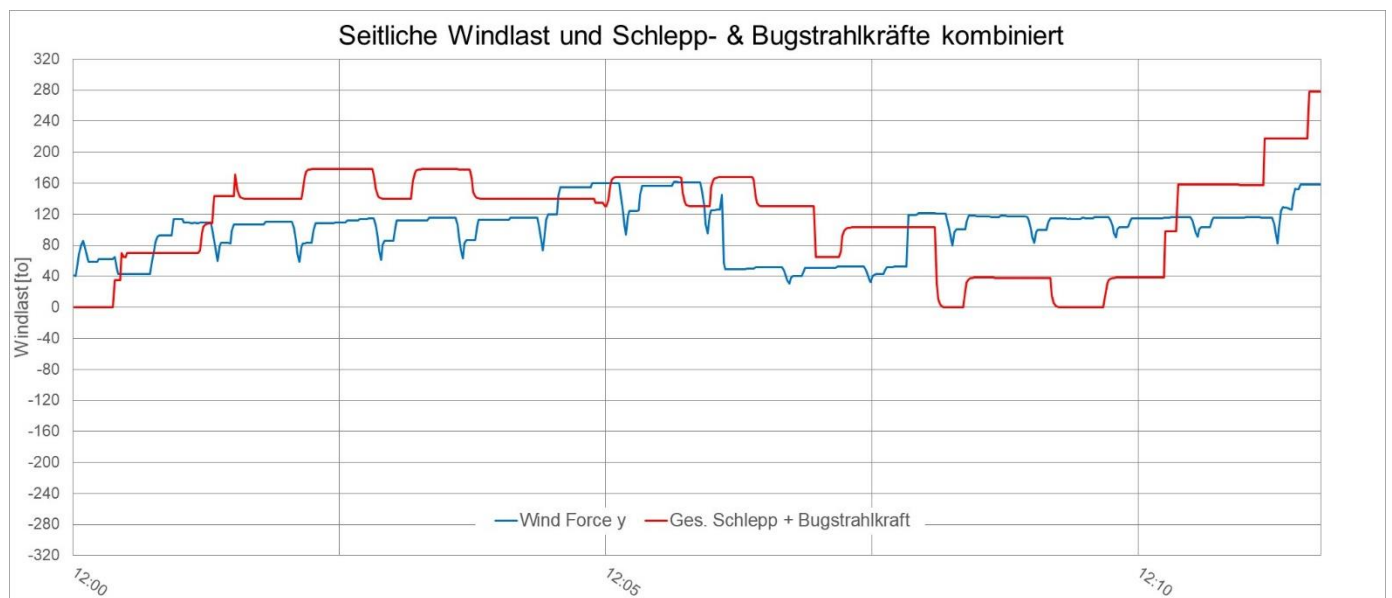
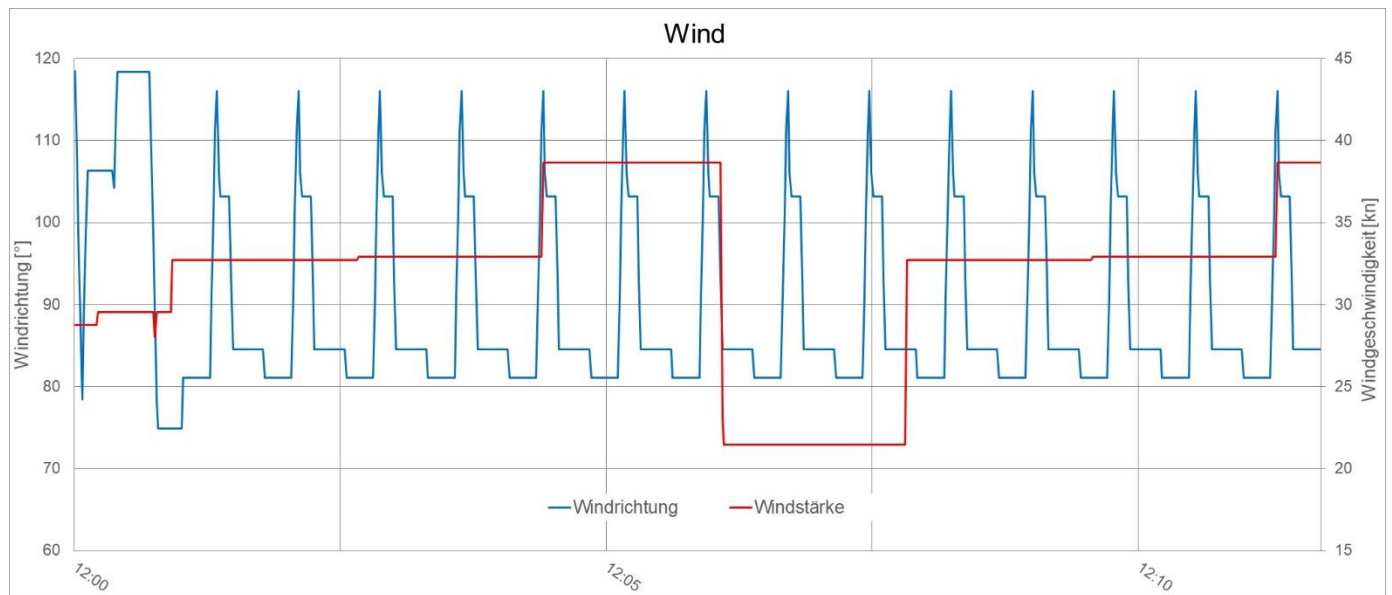


27. Simulationslauf 23

Nummer		Datum	Zeiten	
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende
22	23	25.11.2020	12:56	13:07
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind	
	Q-LNG (B/L)	Out	Stärke	Richtung
	Glob. En. (B/L)	Startgeschwindigkeit	6 (7-8)	O
		0,0 kn	Strömung	
Schlepper		Start Heading	Geschw. @ Start im Fahrwasser	Flut / Ebbe
Tug 1 (70t)		151°	2,2 kn	Ebbe
Tug 2 (70t)		Start Position	Gezeiten (Zeiteinstellungen)	
		Liegeplatz	LW Time St. Pauli	Exercise time
			03:00	12:00
			Fahrlotse	
			Rudergänger	
			Kommentare	
			Windstärke um 1 Bft. Reduziert.	
			Kollision Dalben - Heck - Lauf wird wiederholt.	
FAZIT				
Nach Kollision Dalben - Heck - kein sicheres Manöver				

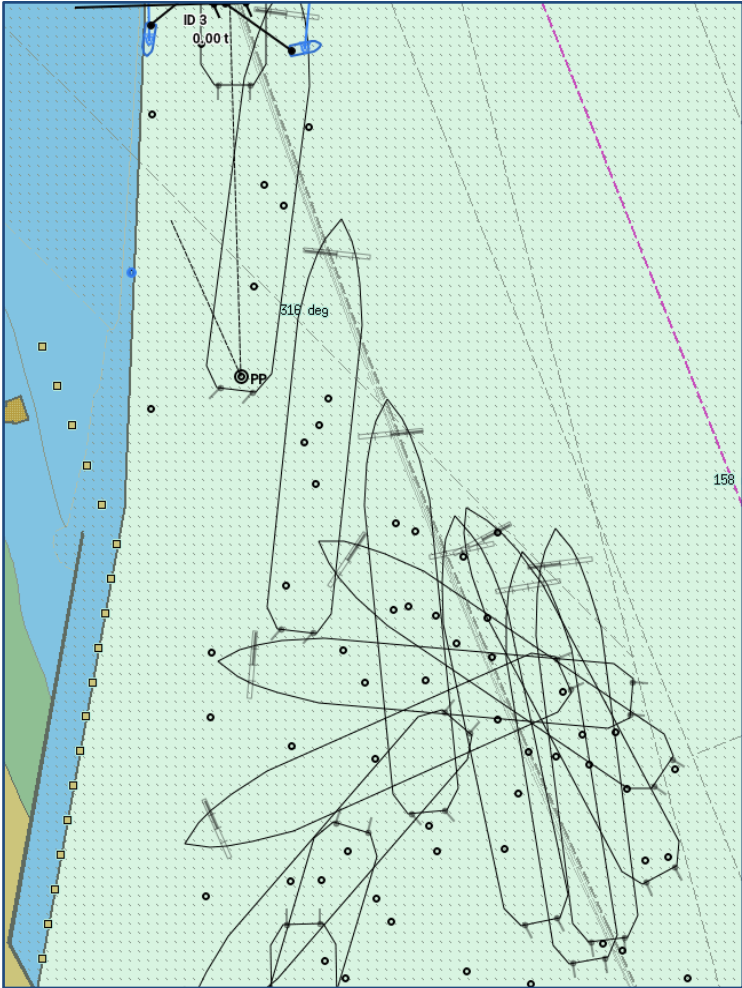
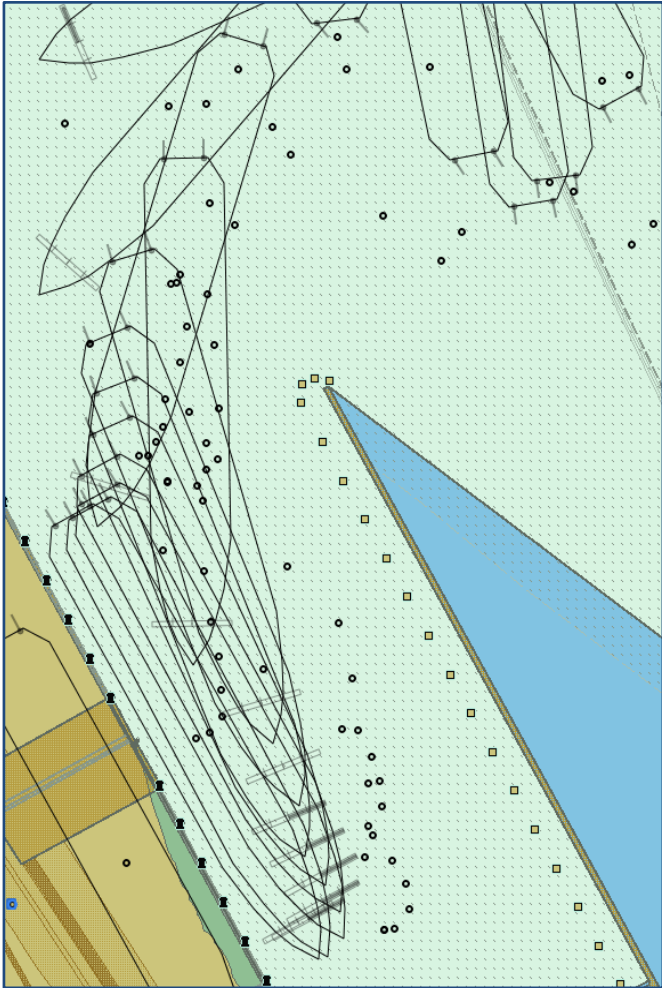
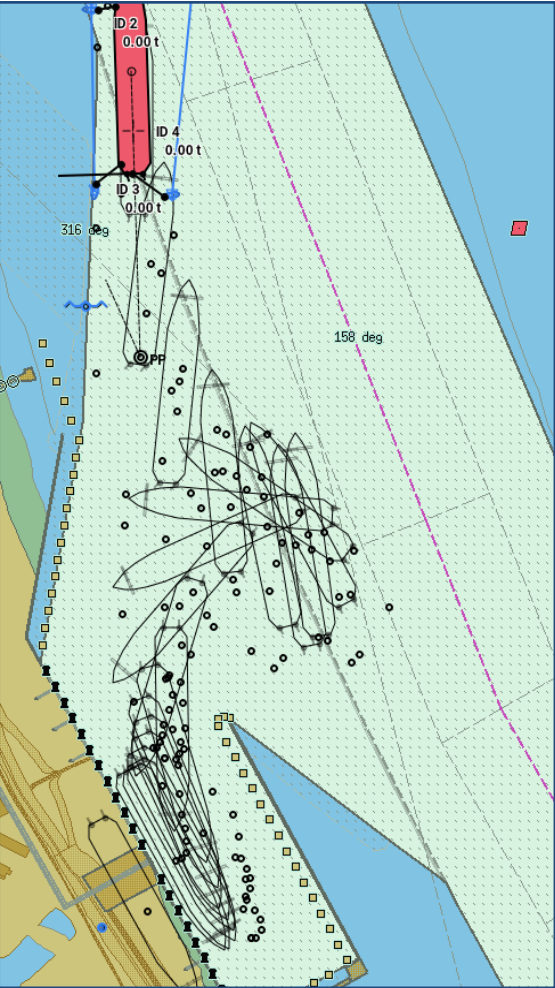


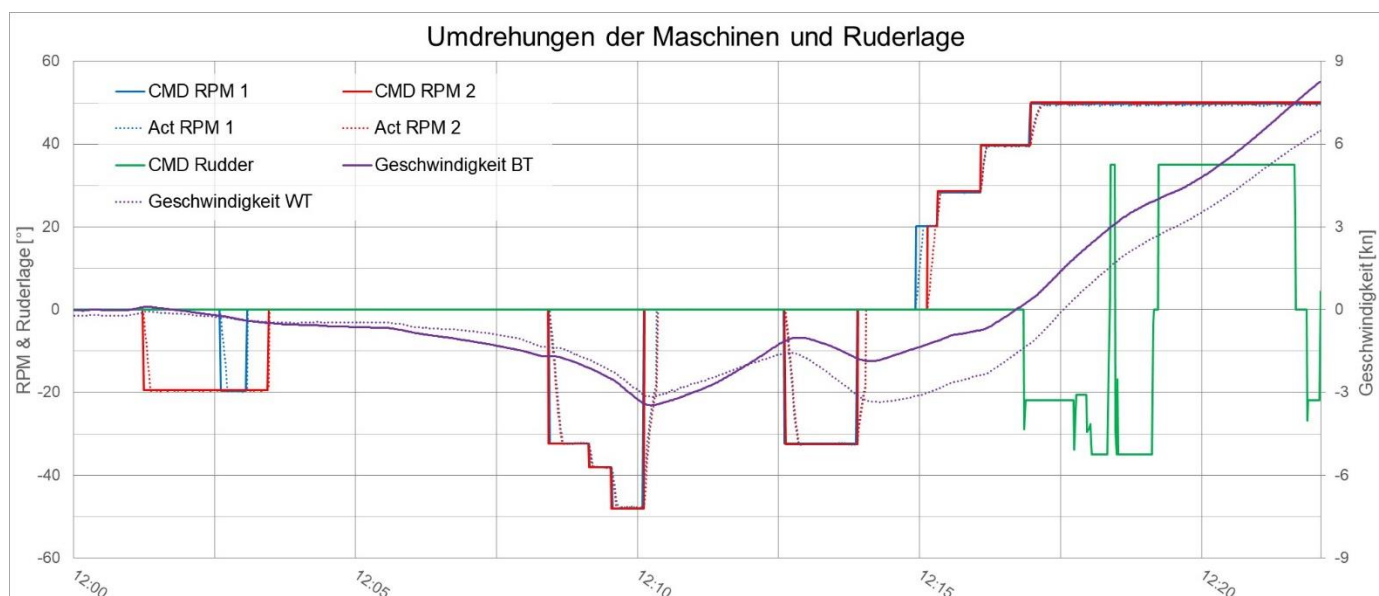
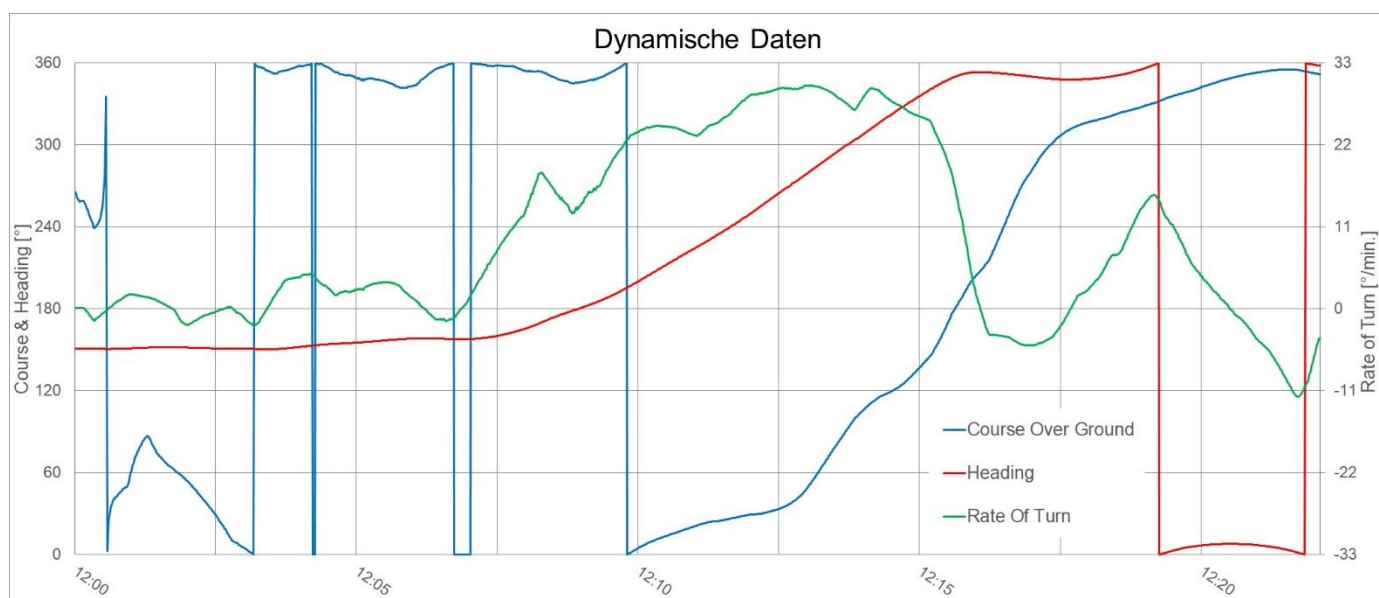
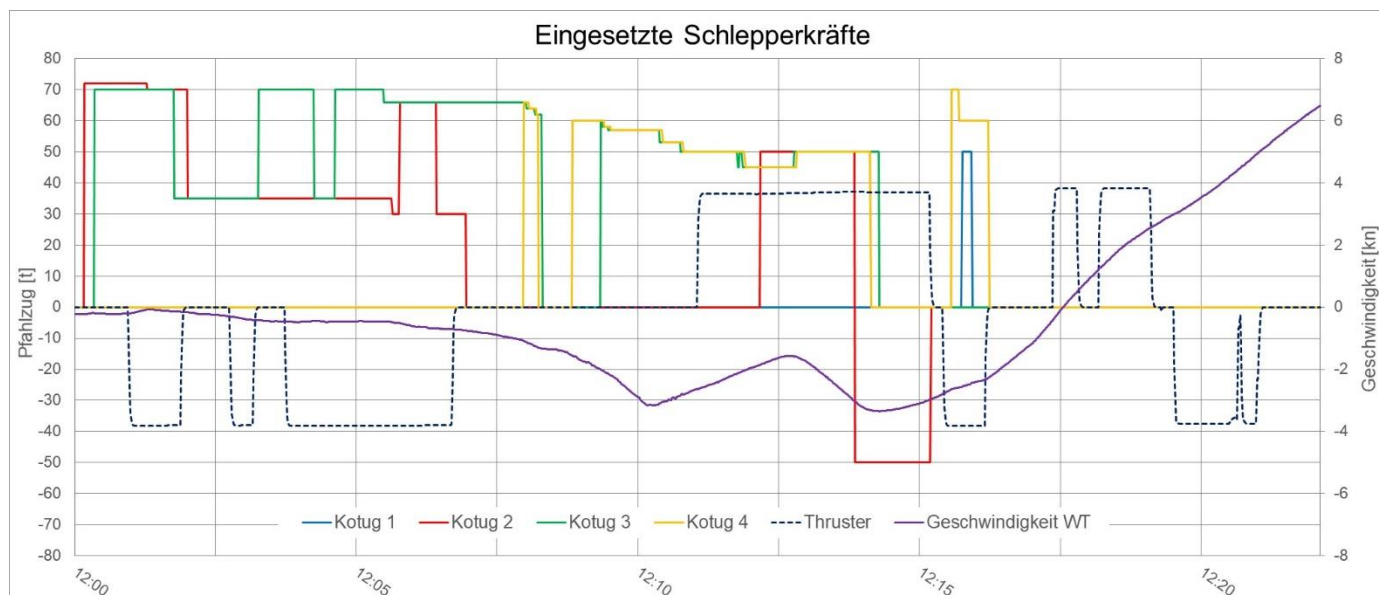


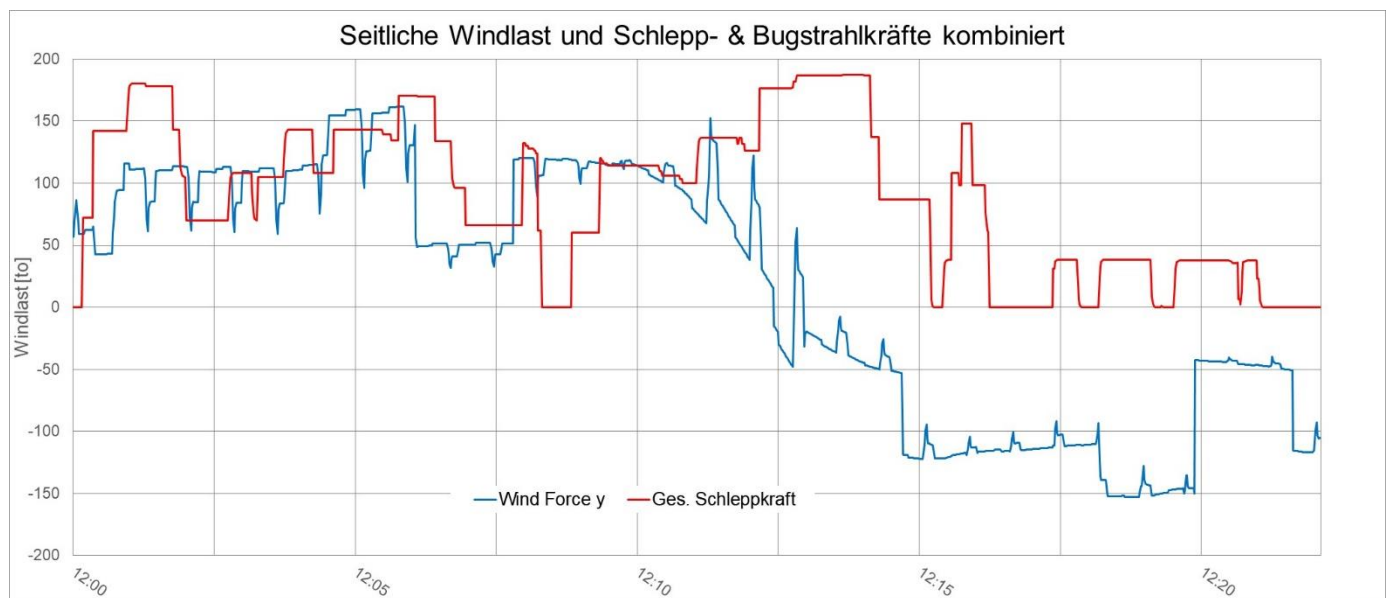
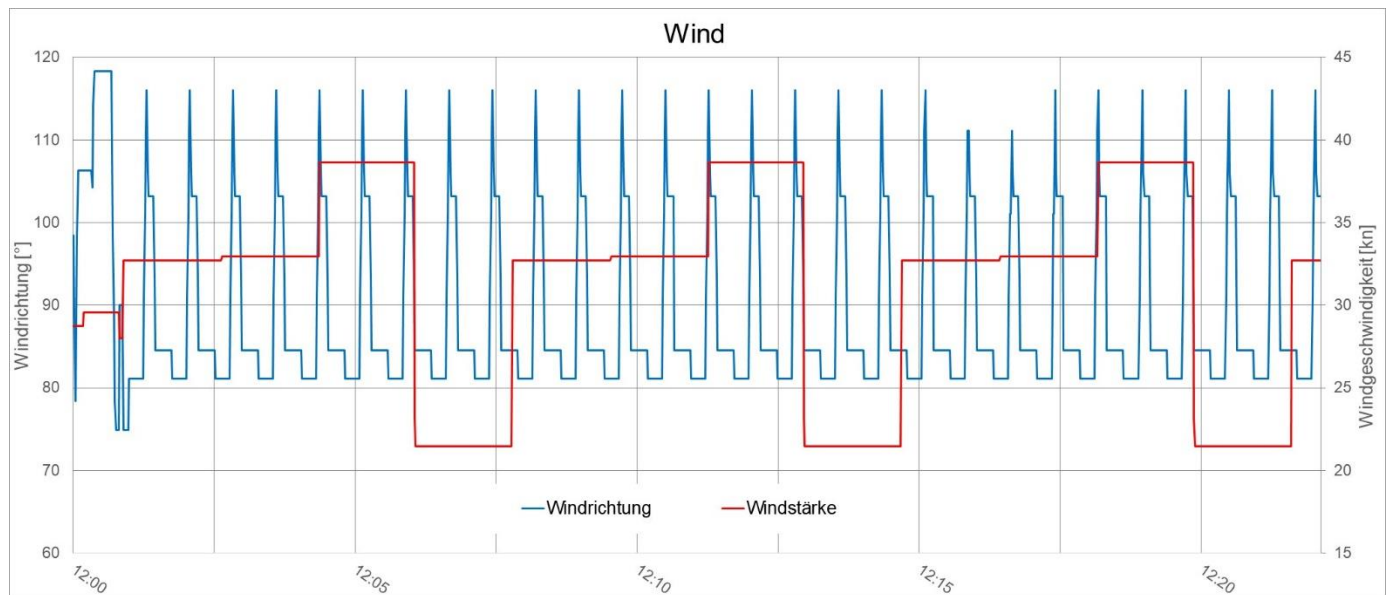


28. Simulationslauf 23 B

Nummer		Datum	Zeiten					
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende				
23	23 B	25.11.2020	13:10	13:32				
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind					
	Q-LNG (B/L)	Out	Stärke	Richtung				
	Glob. En. (B/L)		6 (7-8)	O				
		Startgeschwindigkeit						
		0,0 kn	Strömung					
	Schlepper		Geschw. @ Start im Fahrwasser	Flut / Ebbe				
		Start Heading	2,2 kn	Ebbe				
		151°	Gezeiten (Zeiteinstellungen)					
		Start Position	LW Time St. Pauli	Exercise time				
		Liegeplatz	03:00	12:00				
			Fahrlotse					
			Rudergänger					
			Kommentare					
			Windstärke um 1 Bft. Reduziert.					
<table border="1"> <tr> <td>Sicher (ausreichend Reserven)</td> </tr> <tr> <td>Sicher (wenig Reserven)</td> </tr> <tr> <td>Kritisch (keine Reserven)</td> </tr> <tr> <td>Kein sicheres Manöver oder Kollision</td> </tr> </table>					Sicher (ausreichend Reserven)	Sicher (wenig Reserven)	Kritisch (keine Reserven)	Kein sicheres Manöver oder Kollision
Sicher (ausreichend Reserven)								
Sicher (wenig Reserven)								
Kritisch (keine Reserven)								
Kein sicheres Manöver oder Kollision								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>FAZIT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Manöver wird aufgrund nicht mehr vorhandener Reserven als nicht sicher bewertet.</td> </tr> </tbody> </table>					FAZIT	Manöver wird aufgrund nicht mehr vorhandener Reserven als nicht sicher bewertet.		
FAZIT								
Manöver wird aufgrund nicht mehr vorhandener Reserven als nicht sicher bewertet.								

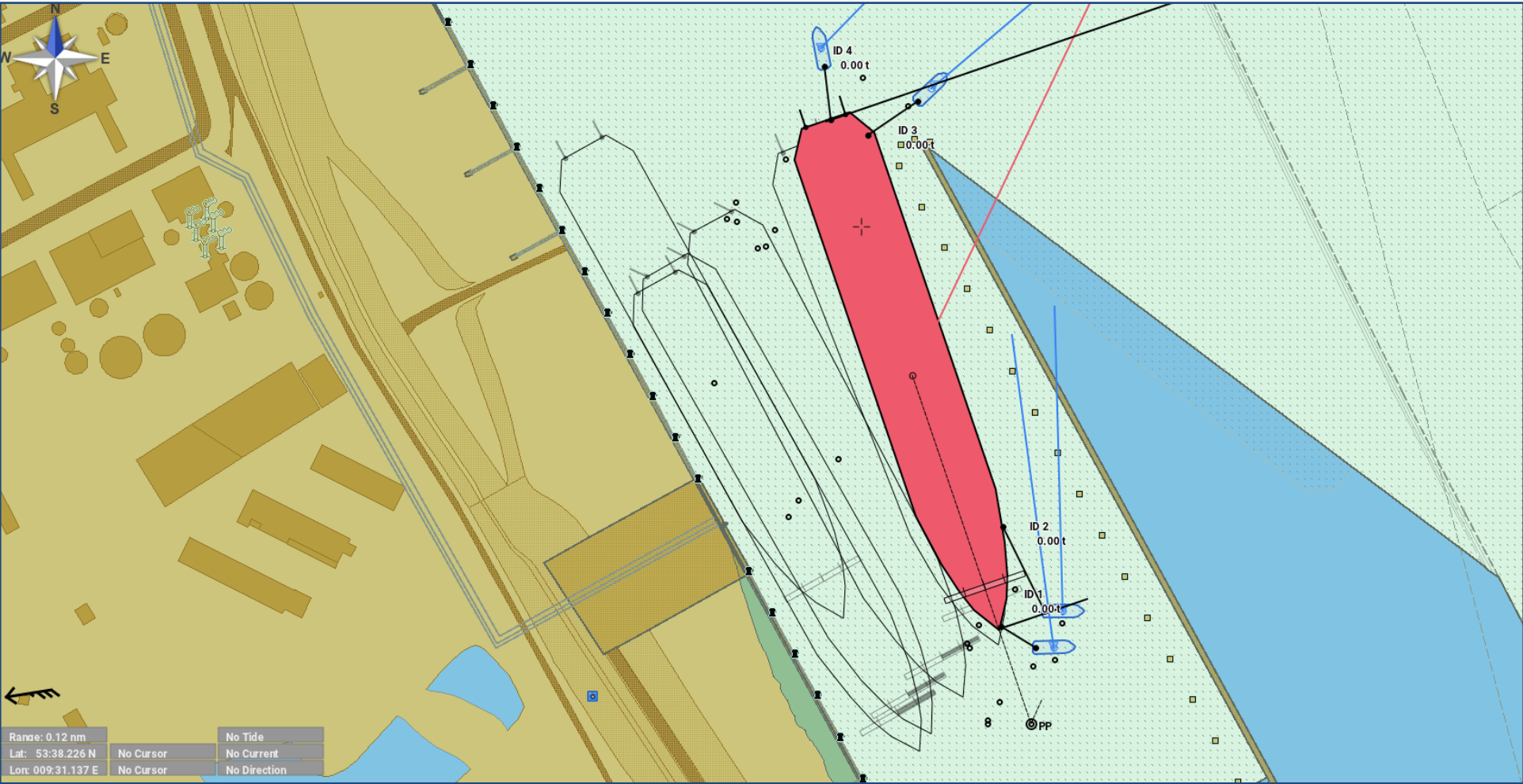


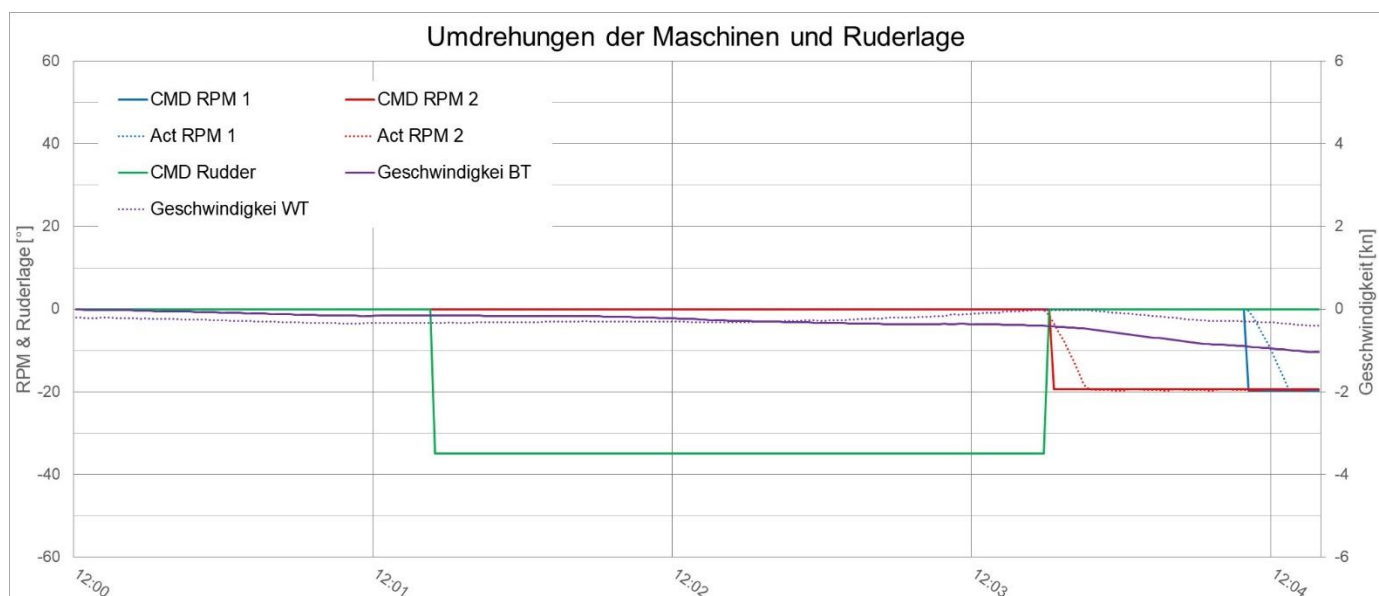
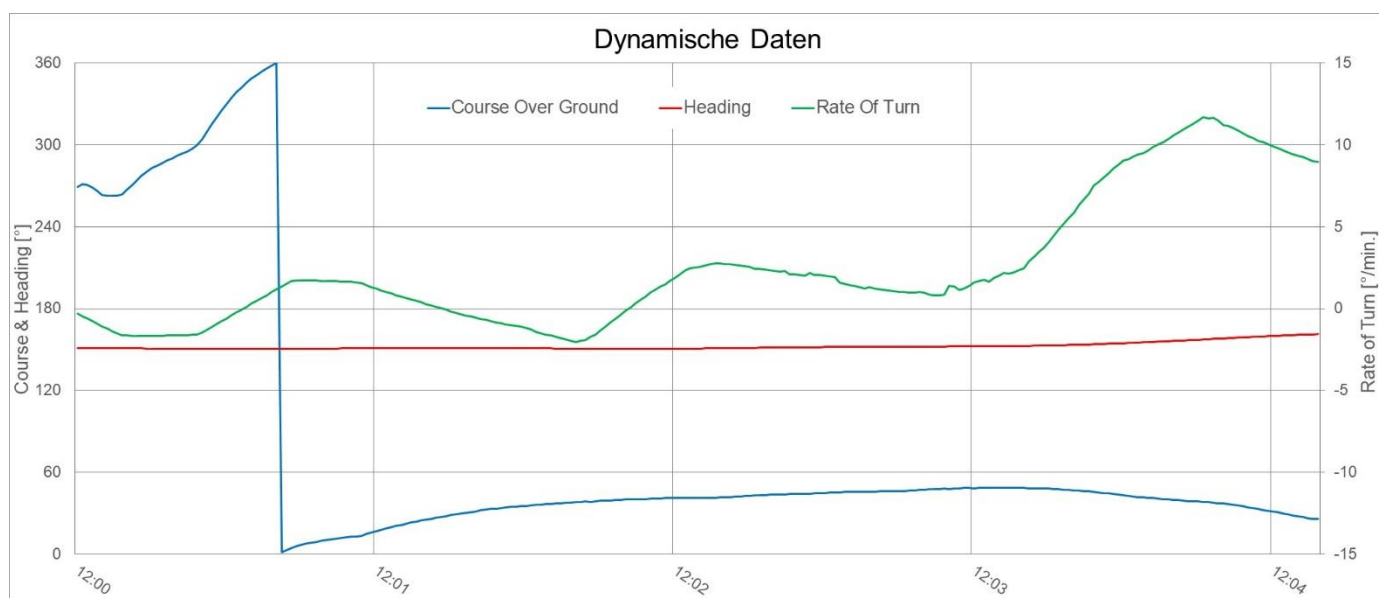
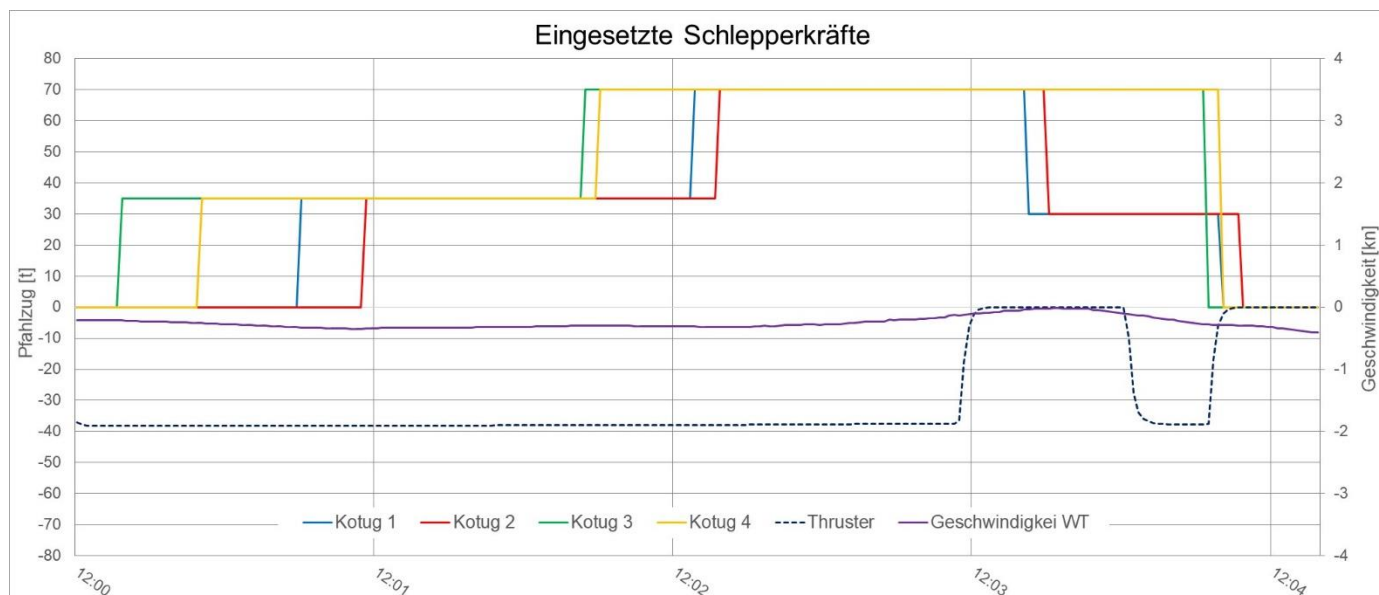


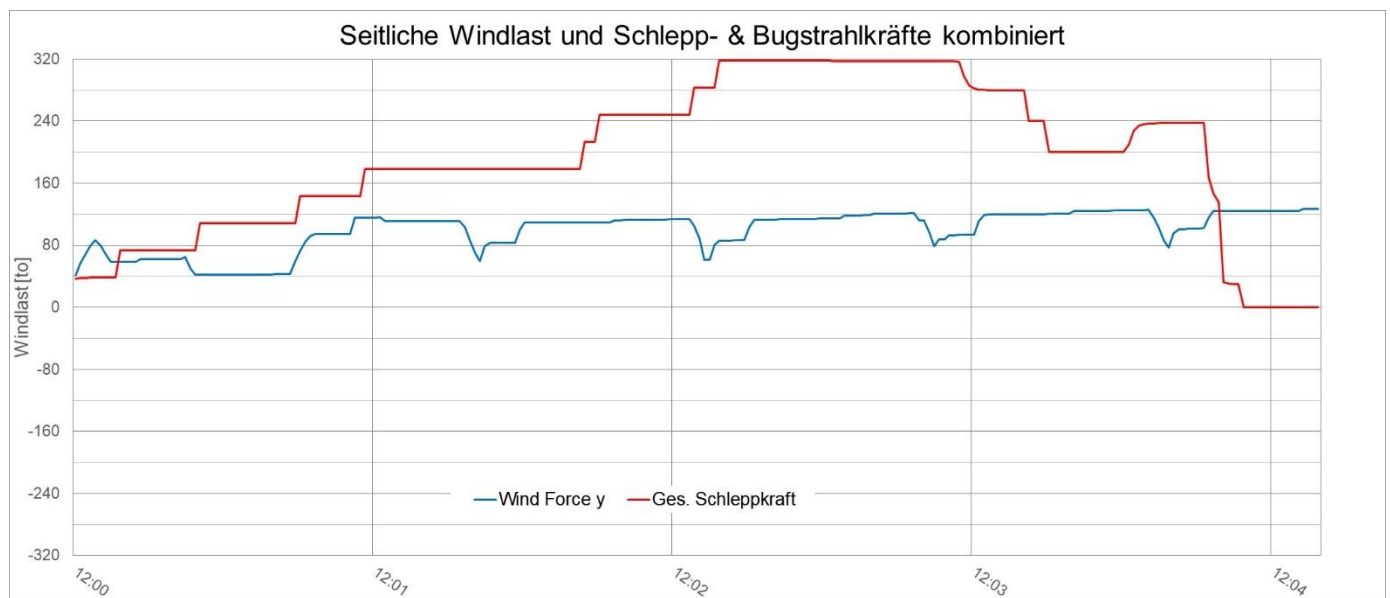
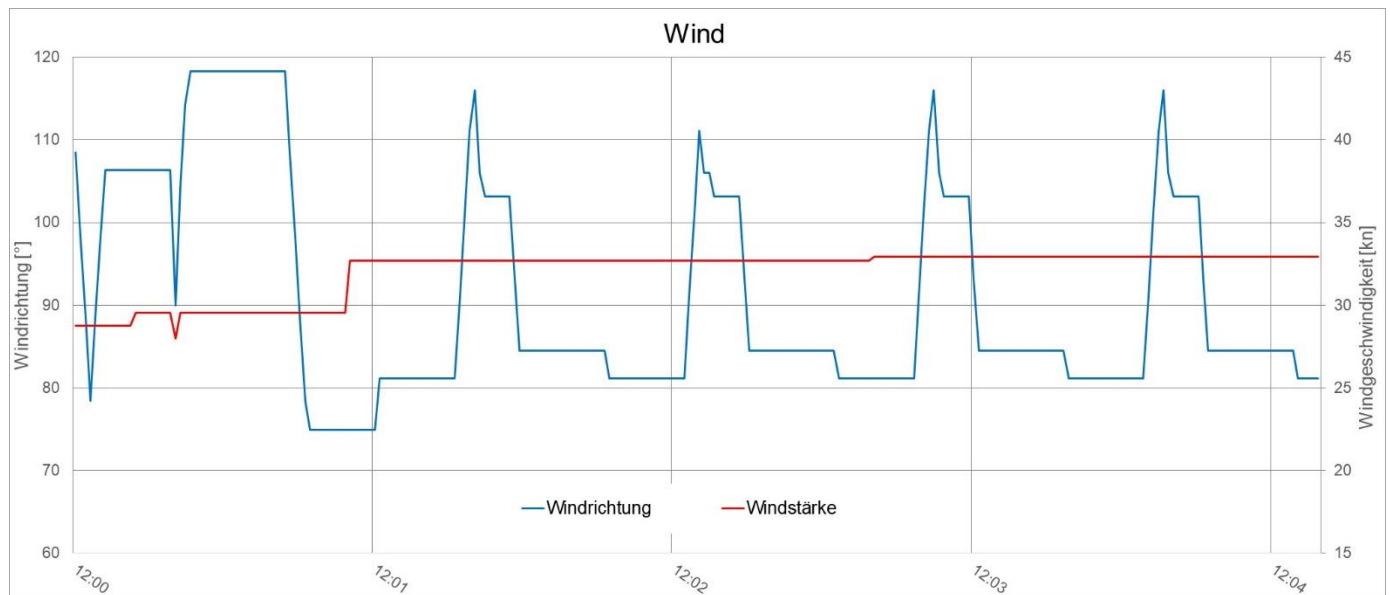


29. Simulationslauf 23 C

Nummer		Datum	Zeiten			
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende		
33	23 C	01.12.2020	14:01	14:06		
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind			
	Q-LNG (B/L)	Out	Stärke	Richtung		
	Glob. En. (B/L)		6 (7-8)	O		
		Startgeschwindigkeit				
		0,0 kn	Strömung			
	Schlepper		Geschw. @ Start im Fahrwasser	Flut / Ebbe		
		Start Heading	2,2 kn	Ebbe		
Tug 1 (70t)		Start Position	Gezeiten (Zeiteinstellungen)			
Tug 2 (70t)		Liegeplatz	LW Time St. Pauli	Exercise time		
			03:00	12:00		
			Fahrlotse			
			Rudergänger			
Tug 3 (70t)		Sicher (ausreichend Reserven)	Kommentare			
		Sicher (wenig Reserven)				
		Kritisch (keine Reserven)				
		Kein sicheres Manöver oder Kollision				
Tug 4 (70t)			Windstärke um 1 Bft. reduziert. Kontakt mit Schutzwand - Lauf wird wiederholt			
FAZIT						
Kontakt mit Schutzwand - kein sicheres Manöver						

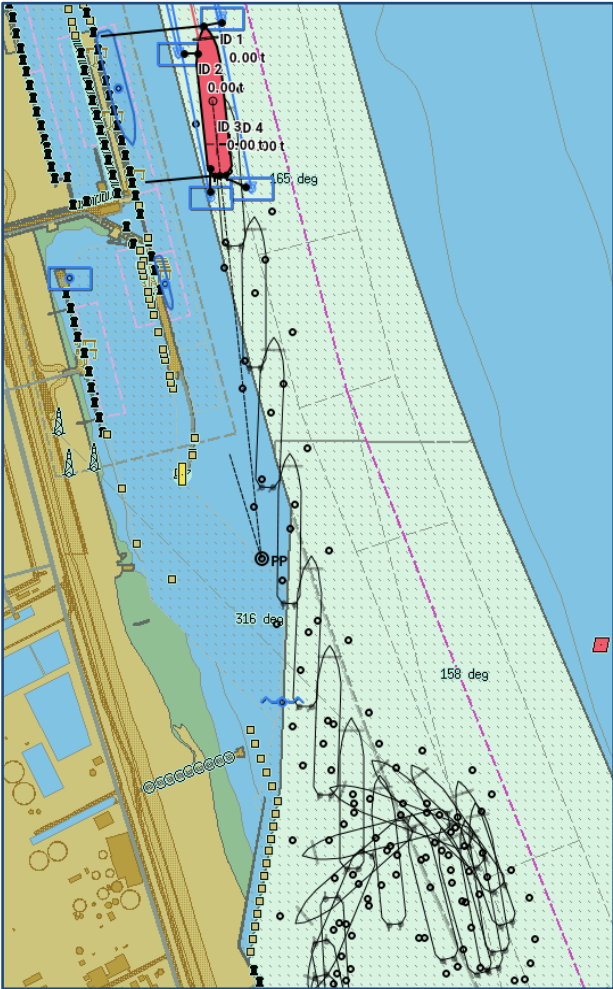
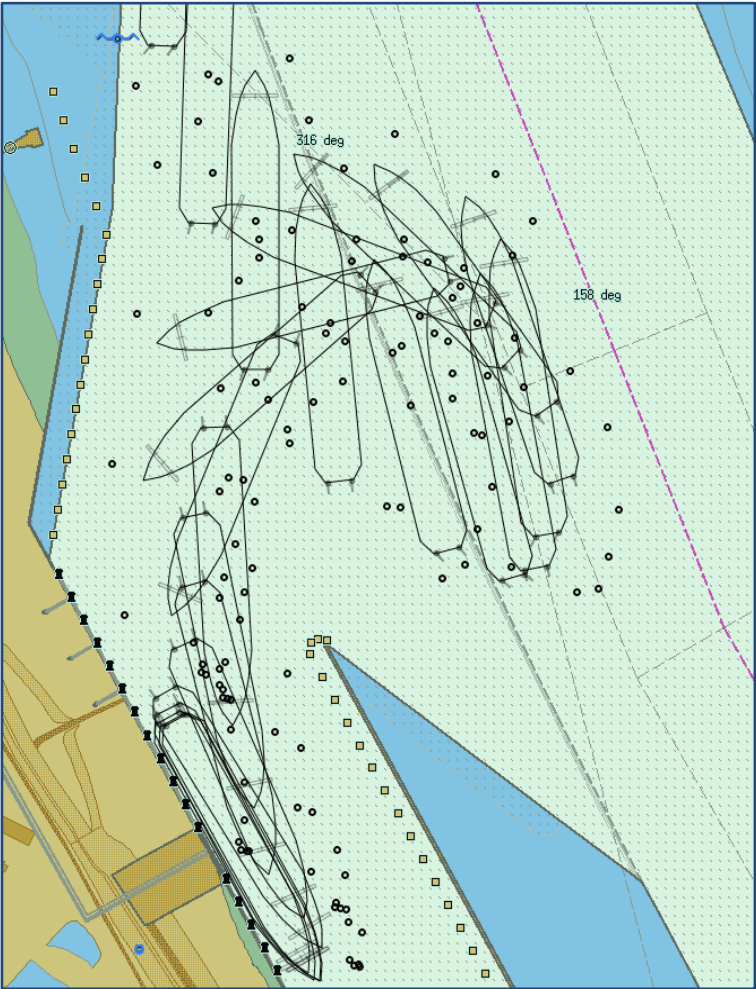
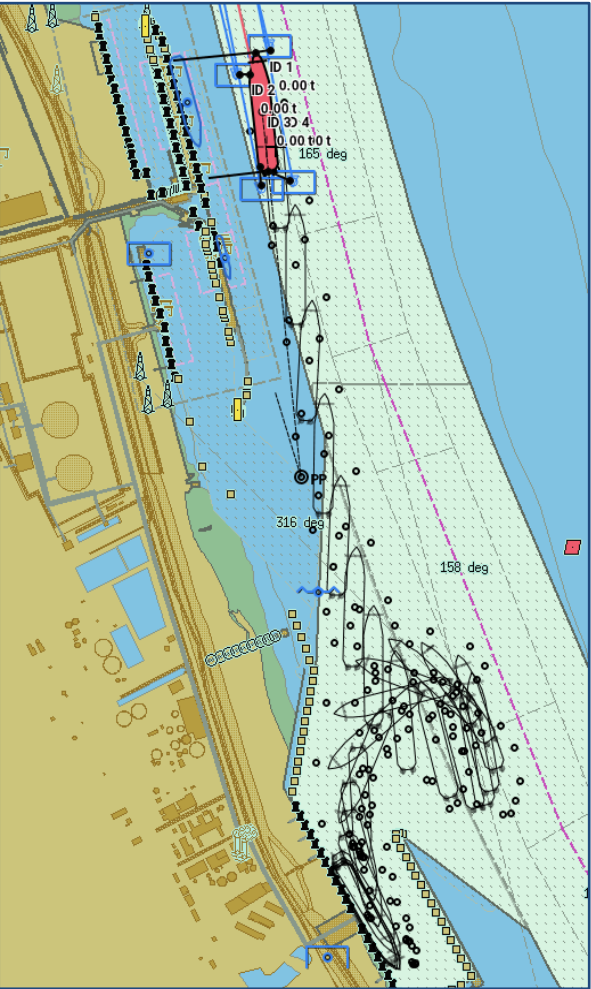


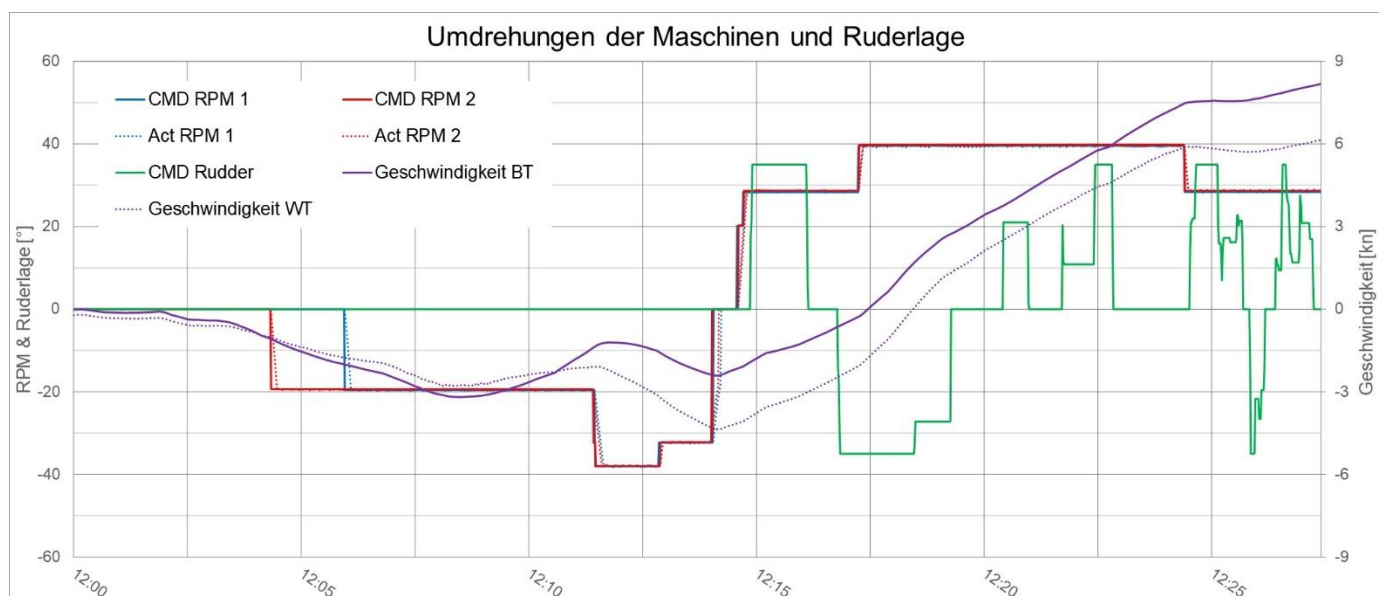
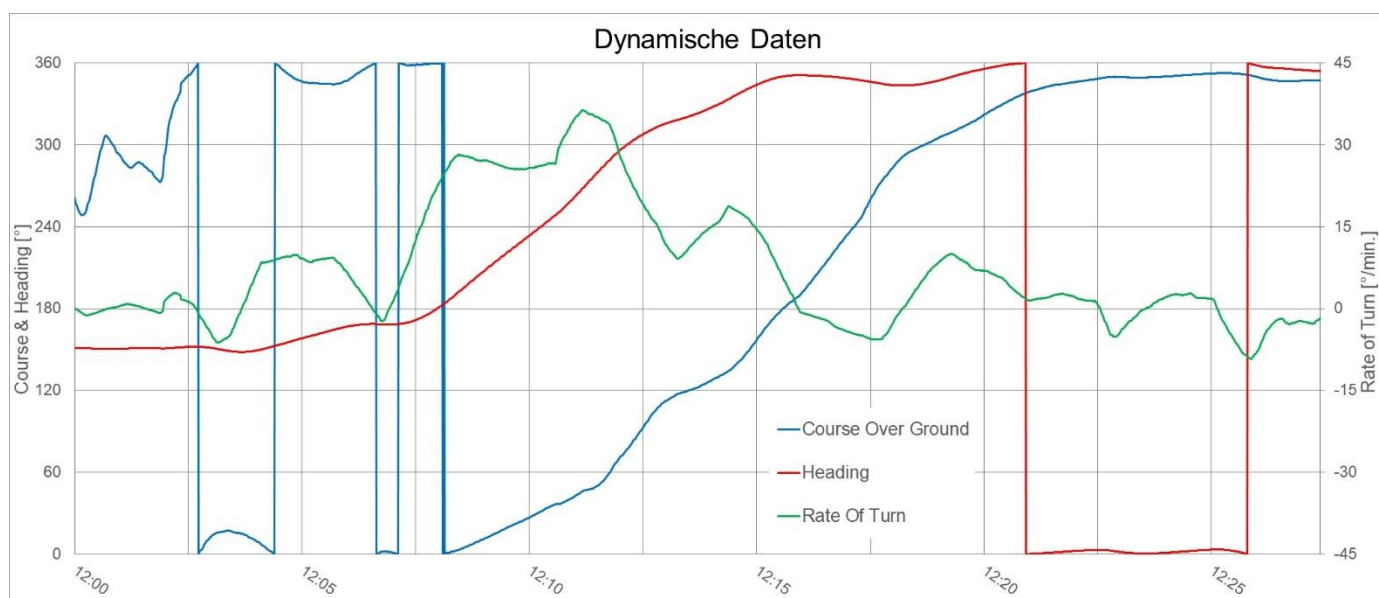
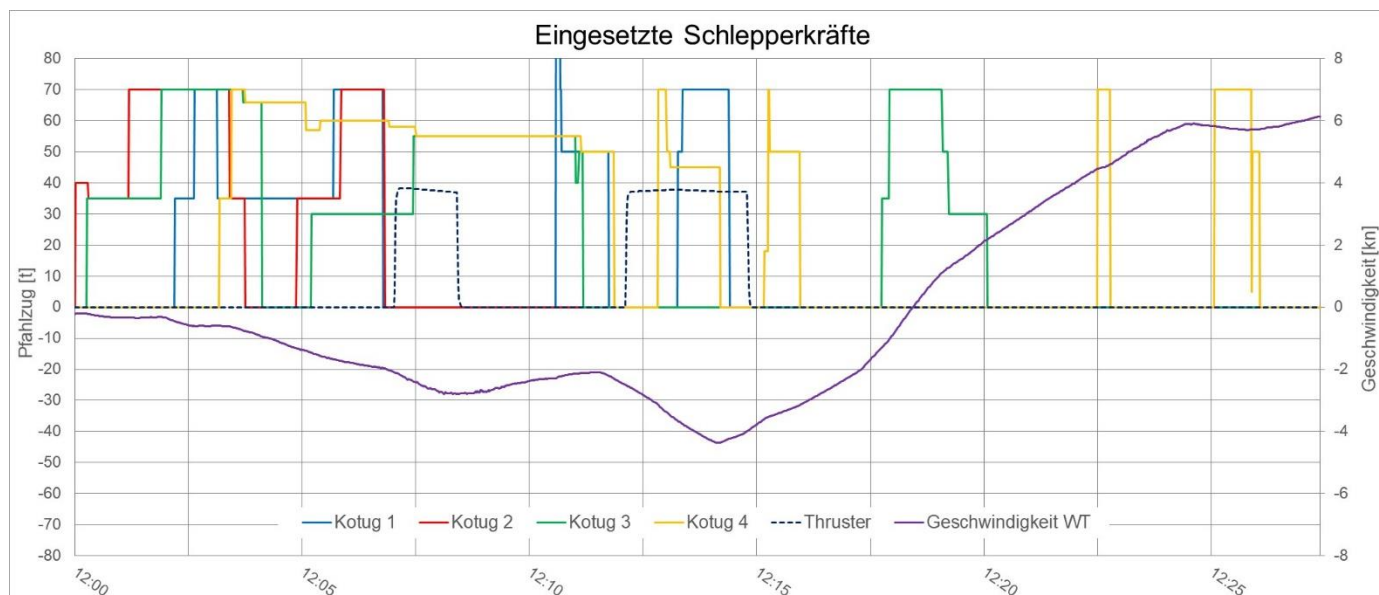


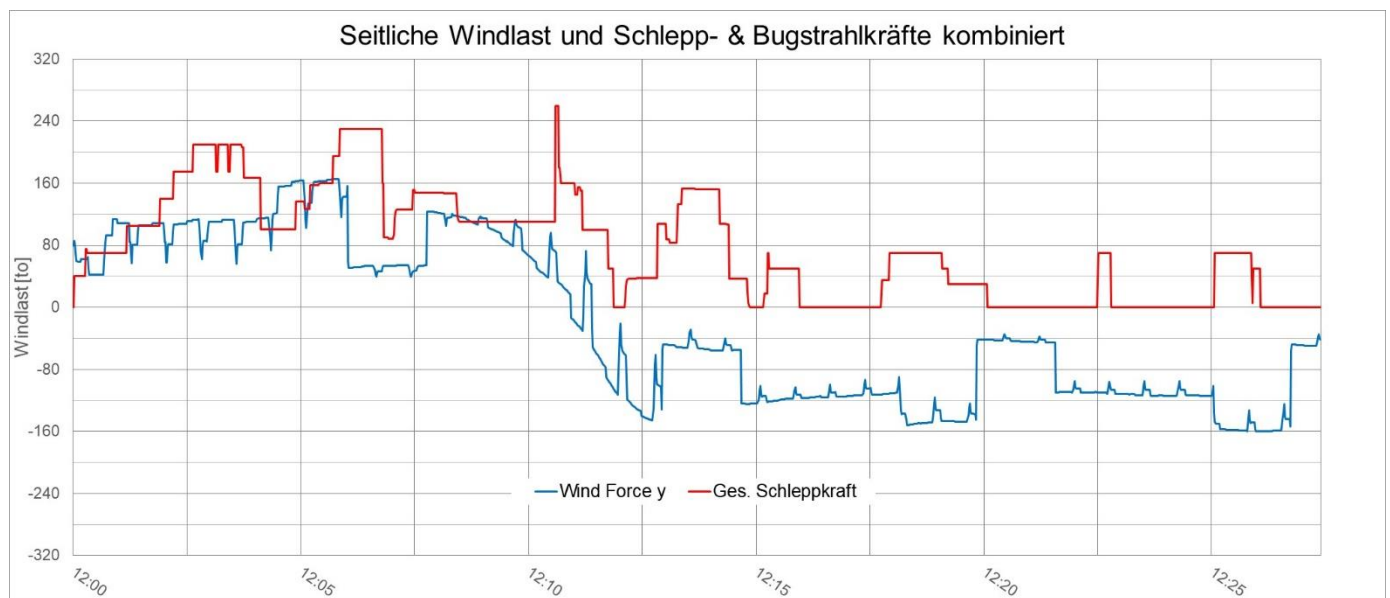
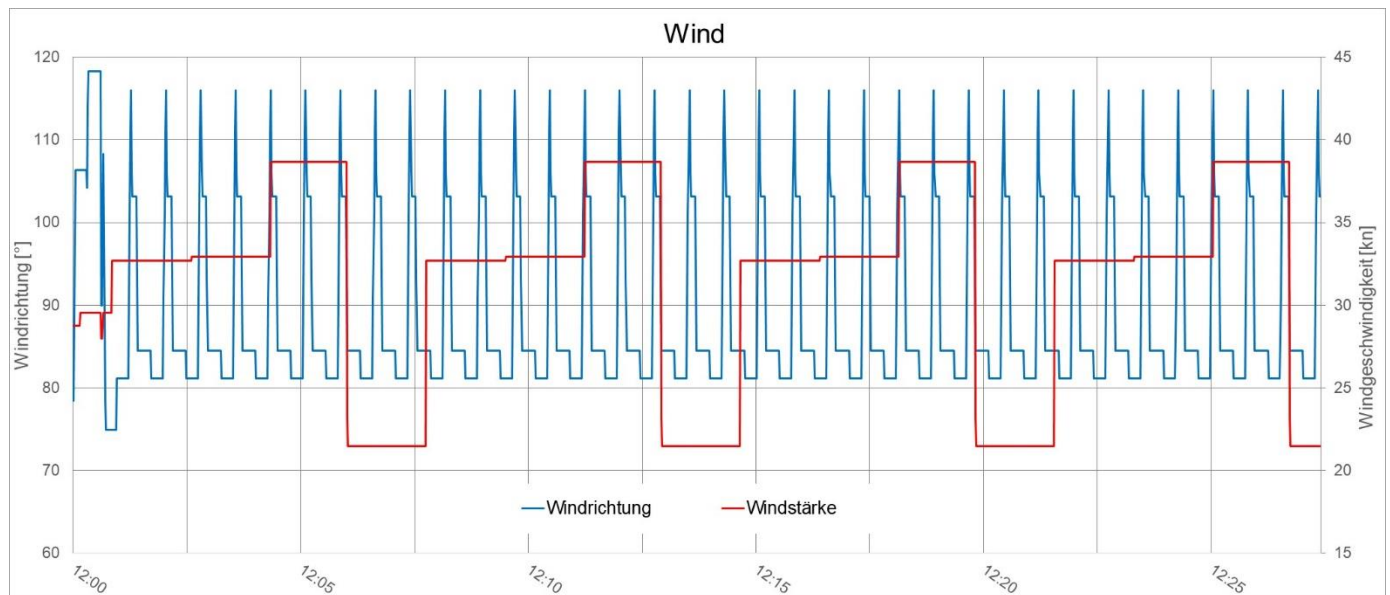


30. Simulationslauf 23 D

Nummer		Datum	Zeiten					
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende				
34	23 D	01.12.2020	14:01	14:06				
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind					
	Q-LNG (B/L)	Out	Stärke	Richtung				
	Glob. En. (B/L)		6 (7-8)	O				
		Startgeschwindigkeit						
		0,0 kn	Strömung					
	Schlepper		Geschw. @ Start im Fahrwasser	Flut / Ebbe				
		Start Heading	2,2 kn	Ebbe				
		151°	Gezeiten (Zeiteinstellungen)					
		Start Position	LW Time St. Pauli	Exercise time				
		Liegeplatz	03:00	12:00				
			Fahrlotse					
			Rudergänger					
			Kommentare					
			Windstärke um 1 Bft. reduziert.					
<table border="1"> <tr> <td>Sicher (ausreichend Reserven)</td> </tr> <tr> <td>Sicher (wenig Reserven)</td> </tr> <tr> <td>Kritisch (keine Reserven)</td> </tr> <tr> <td>Kein sicheres Manöver oder Kollision</td> </tr> </table>					Sicher (ausreichend Reserven)	Sicher (wenig Reserven)	Kritisch (keine Reserven)	Kein sicheres Manöver oder Kollision
Sicher (ausreichend Reserven)								
Sicher (wenig Reserven)								
Kritisch (keine Reserven)								
Kein sicheres Manöver oder Kollision								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>FAZIT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sicheres Manöver mit wenig Reserven</td> </tr> </tbody> </table>					FAZIT	Sicheres Manöver mit wenig Reserven		
FAZIT								
Sicheres Manöver mit wenig Reserven								

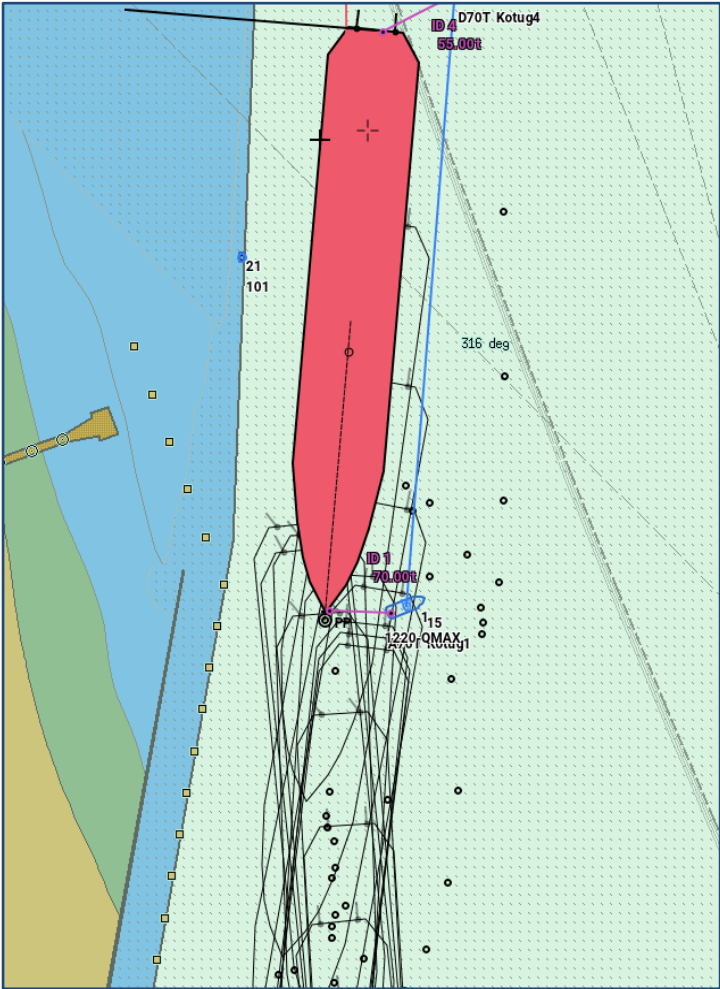
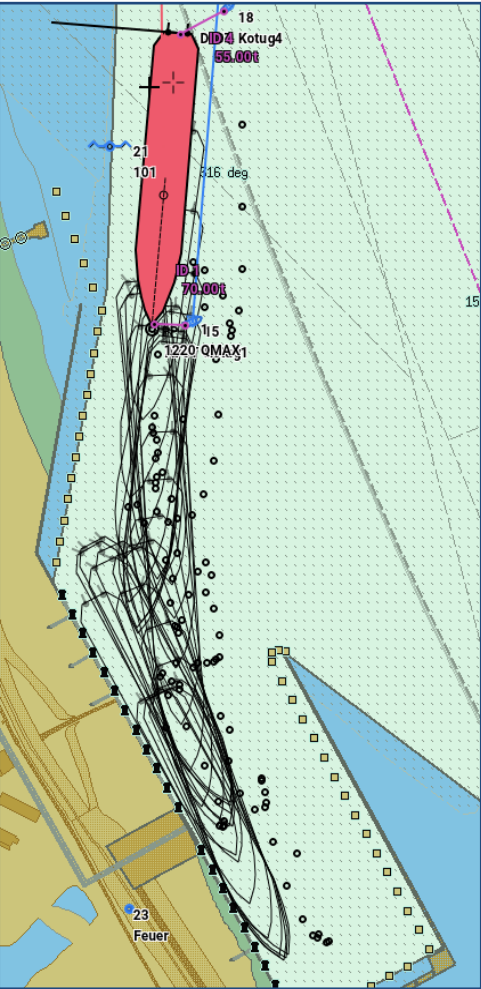




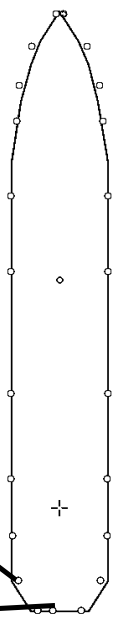


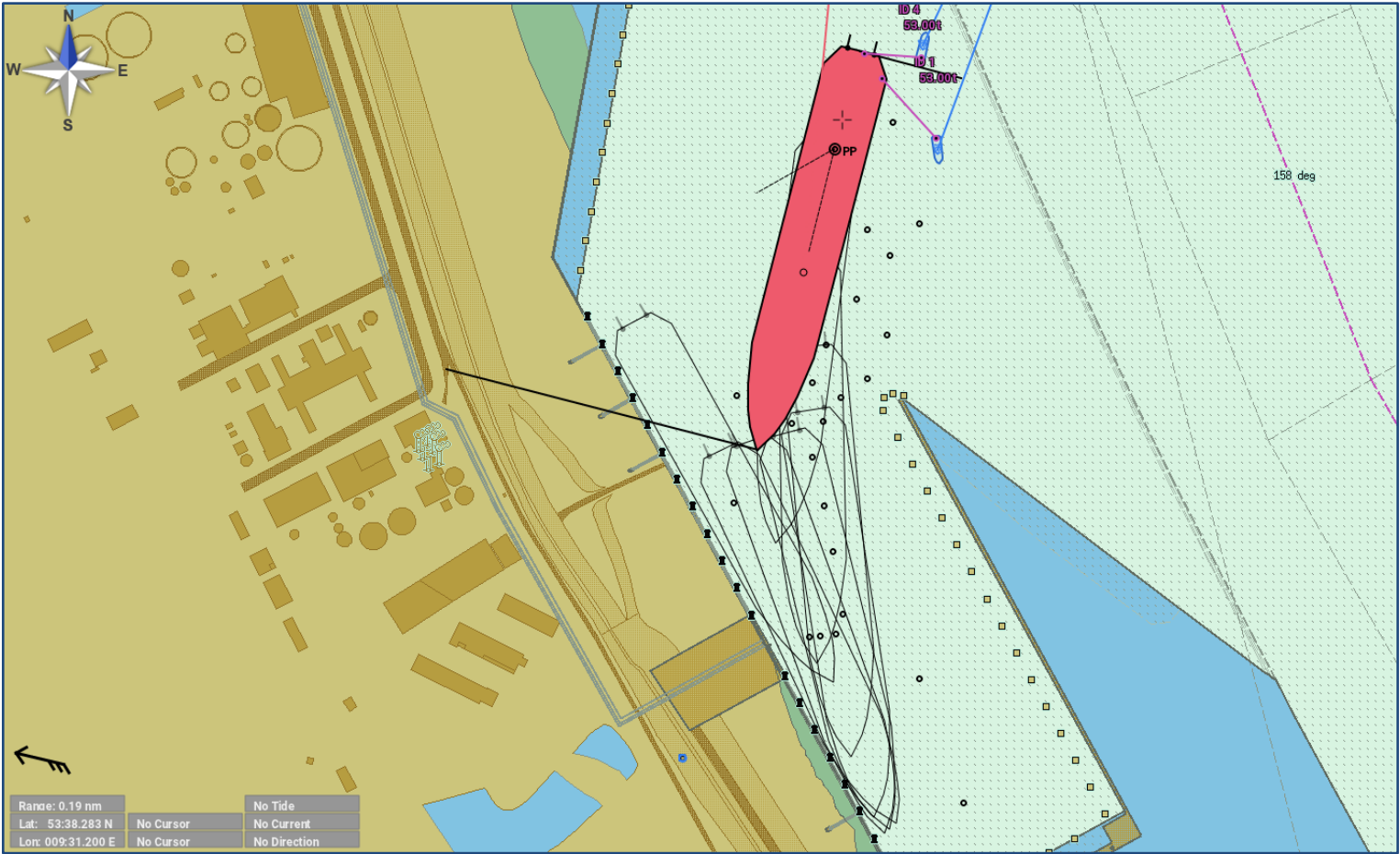
31. Simulationslauf 25 (Not – Auslauf)

Nummer		Datum	Zeiten					
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende				
26	25	01.12.2020	08:16	08:46				
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind					
	Q-LNG (B/L)	Out	Stärke	Richtung				
	Glob. En. (B/L)		6 (7-8)	O				
		Startgeschwindigkeit						
		0,0 kn	Strömung					
	Schlepper		Geschw. @ Start im Fahrwasser	Flut / Ebbe				
		Start Heading	2,2 kn	Ebbe				
		151°	Gezeiten (Zeiteinstellungen)					
		Start Position	LW Time St. Pauli	Exercise time				
		Liegeplatz	03:00	12:00				
			Fahrlotse					
			Rudergänger					
			Kommentare					
			Not-Auslauf-Manöver mit zwei Schleppern					
<table border="1"> <tr><td>Sicher (ausreichend Reserven)</td></tr> <tr><td>Sicher (wenig Reserven)</td></tr> <tr><td>Kritisch (keine Reserven)</td></tr> <tr><td>Kein sicheres Manöver oder Kollision</td></tr> </table>					Sicher (ausreichend Reserven)	Sicher (wenig Reserven)	Kritisch (keine Reserven)	Kein sicheres Manöver oder Kollision
Sicher (ausreichend Reserven)								
Sicher (wenig Reserven)								
Kritisch (keine Reserven)								
Kein sicheres Manöver oder Kollision								
FAZIT								

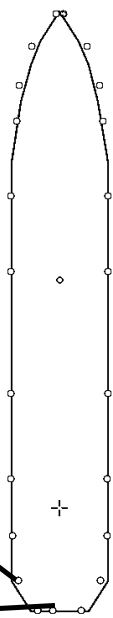


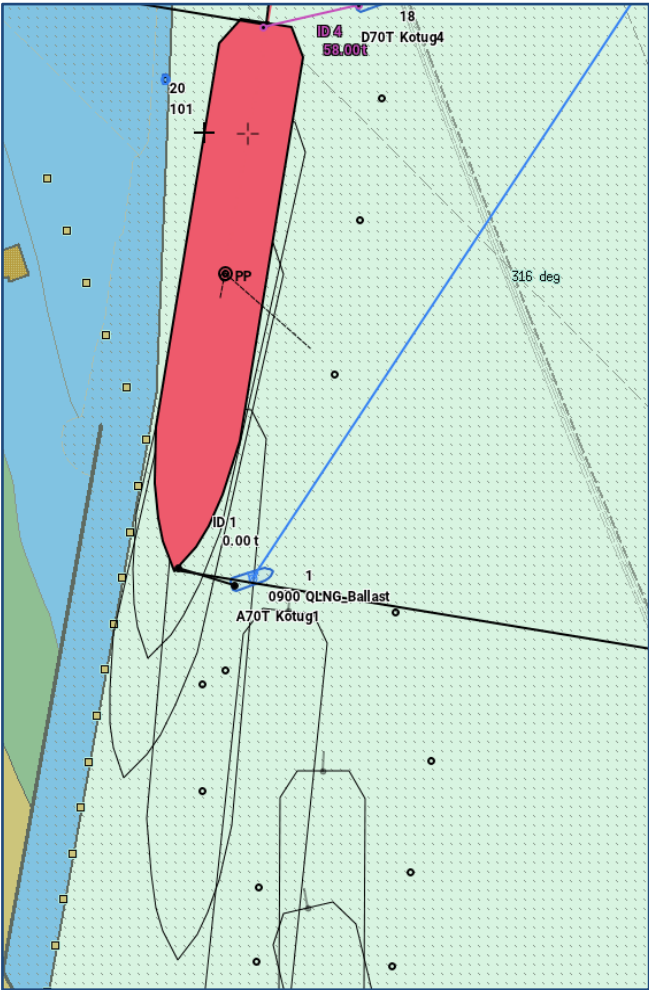
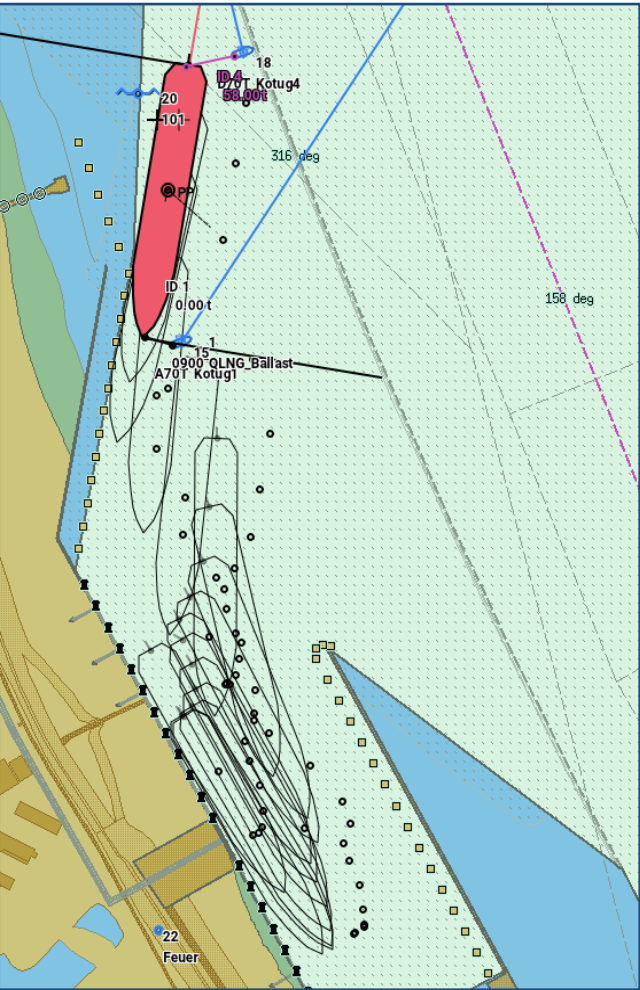
32. Simulationslauf 25 B (Not – Auslauf)

Nummer		Datum	Zeiten	
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende
31	25 B	01.12.2020	12:03	12:11
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind	
	Q-LNG (B/L)	Out	Stärke	Richtung
	Glob. En. (B/L)		6 (7-8)	O
		Startgeschwindigkeit		
		0,0 kn	Strömung	
	Schlepper		Geschw. @ Start im Fahrwasser	Flut / Ebbe
		Start Heading	2,2 kn	Ebbe
		151°		
		Start Position	Gezeiten (Zeiteinstellungen)	
		Liegeplatz	LW Time St. Pauli	Exercise time
			03:00	12:00
			Fahrlotse	
			Rudergänger	
			Kommentare	
			Not-Auslauf-Manöver mit zwei Schleppern.	
			Wiederholung mit anderem Schlepper-arrangement.	
FAZIT				



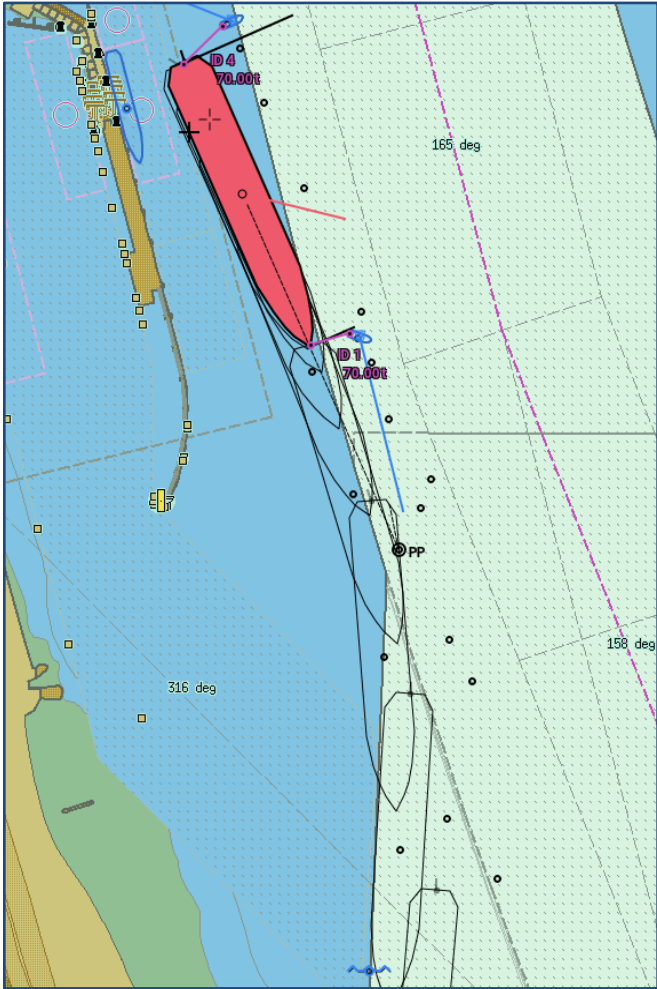
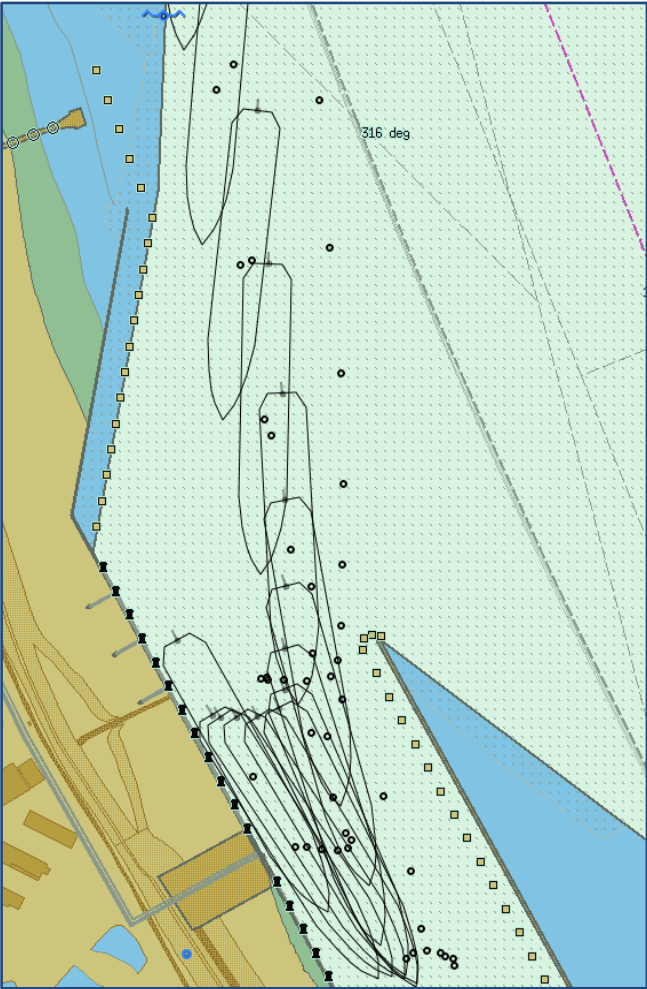
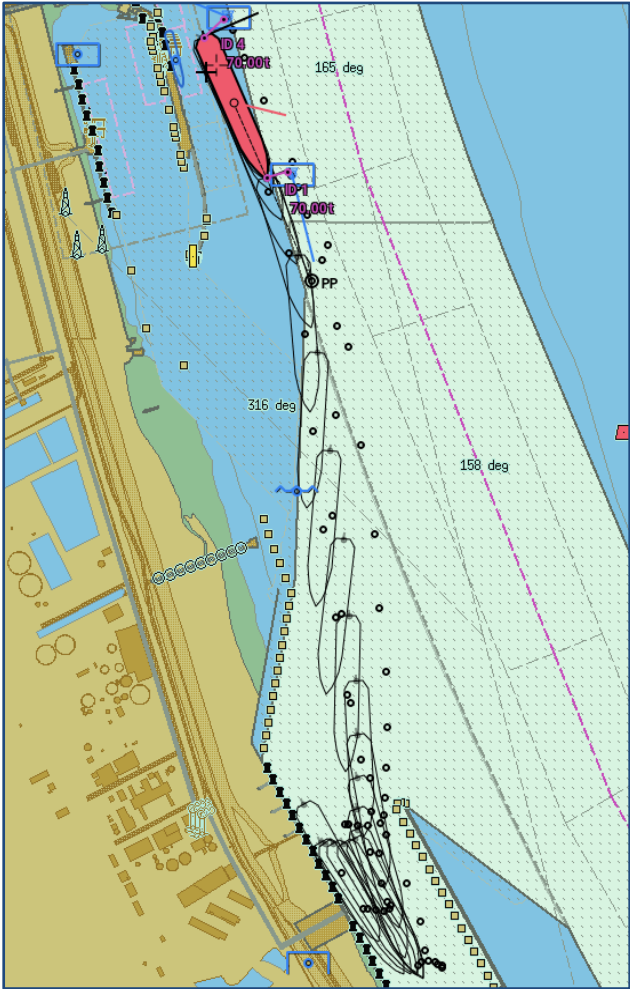
33. Simulationslauf 26 (Not – Auslauf)

Nummer		Datum	Zeiten	
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende
27	26	01.12.2020	09:09	09:24
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind	
	Q-LNG (B/L)	Out	Stärke	Richtung
	Glob. En. (B/L)		6 (7-8)	O
		Startgeschwindigkeit		
		0,0 kn	Strömung	
	Schlepper		Geschw. @ Start im Fahrwasser	Flut / Ebbe
		Start Heading	2,2 kn	Ebbe
		151°	Gezeiten (Zeiteinstellungen)	
		Start Position	LW Time St. Pauli	Exercise time
		Liegeplatz	03:00	12:00
			Fahrlotse	
			Rudergänger	
			Kommentare	
			Not-Auslauf-Manöver mit zwei Schleppern	
			Kollision mit Dalben - Heck - Lauf wird wiederholt	
FAZIT				



34. Simulationslauf 26 B (Not – Auslauf)

Nummer		Datum	Zeiten	
Laufende Nr.	geplante Nr.		Start	Ende
28	26 B	01.12.2020	09:44	10:05
Bemessungs- schiff	Q-Max (B/L)	In / out	Wind	
	Q-LNG (B/L)	Out	Stärke	Richtung
	Glob. En. (B/L)		6 (7-8)	O
		Startgeschwindigkeit		
		0,0 kn	Strömung	
	Schlepper		Geschw. @ Start im Fahrwasser	Flut / Ebbe
		Start Heading	2,2 kn	Ebbe
		151°		
		Start Position	Gezeiten (Zeiteinstellungen)	
		Liegeplatz	LW Time St. Pauli	Exercise time
			03:00	12:00
			Fahrlotse	
			Rudergänger	
			Kommentare	
		Not-Auslauf-Manöver mit zwei Schleppern		
FAZIT				



Dokumentation - Anhang B



Auftraggeber:



Hanseatic
Energy
Hub

Hanseatic Energy Hub GmbH

Verfasser:



Johannes C. Kluge
Dipl.-Wirtsch.-Ing. für Seeverkehr (FH)

Februar 2021

Inhaltsverzeichnis

B.	Schiffsdatenblätter und Winddruckkurven.....	3
1.	Bemessungsschiff Q – Max.....	4
2.	Bemessungsschiff Q – LNG	6
3.	Bemessungsschiff Global Energy	8

B. Schiffsdatenblätter und Winddruckkurven

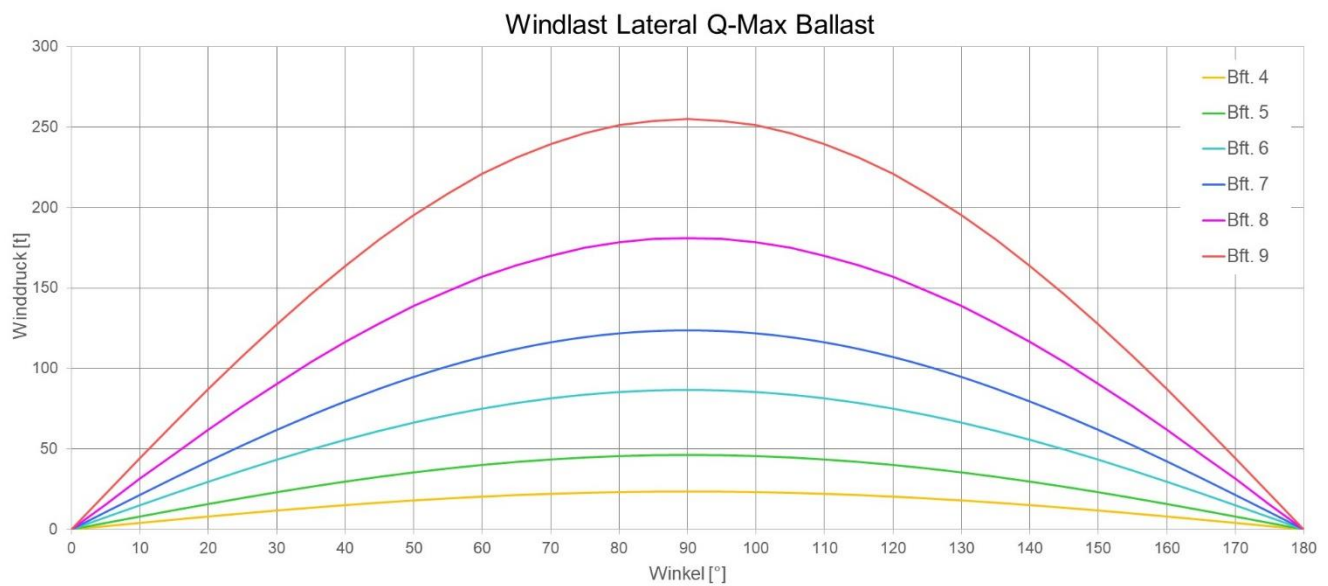
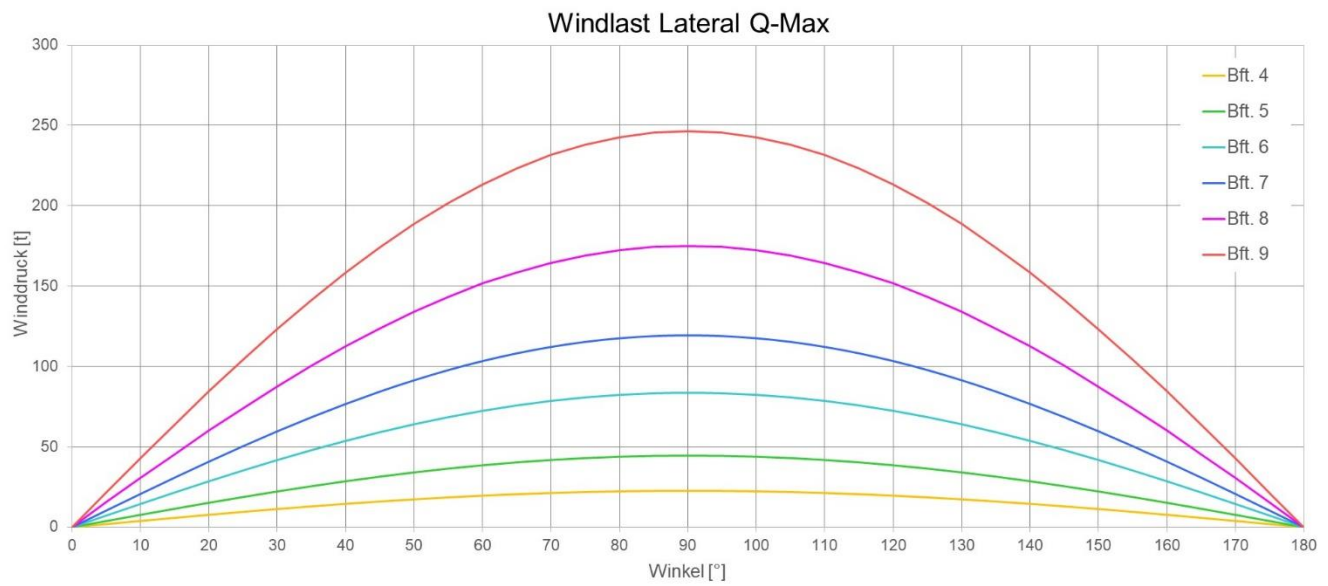
Im Folgenden sind die Schiffsdatenblätter sowie die Winddruckkurven der Simulationsmodelle der Bemessungsschiffe

- LNG Carrier Q - Max
- LNG Carrier Q - LNG
- LNG Carrier Global Energy

aufgelistet.

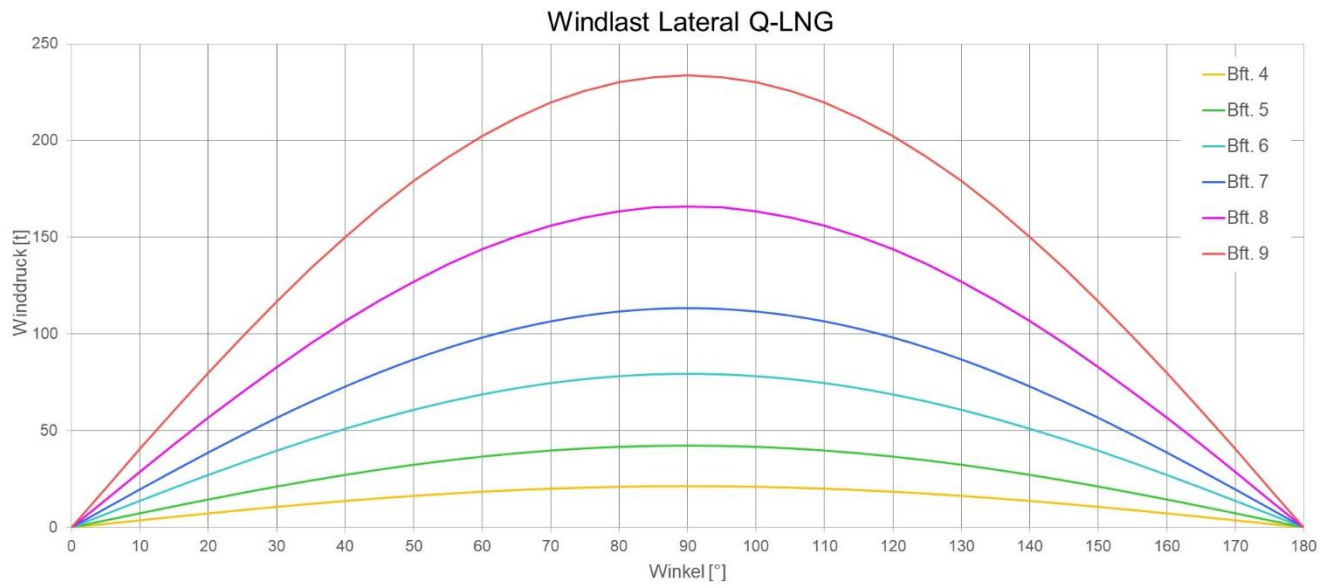
1. Bemessungsschiff Q – Max

1907 MTC 081 QMAX / 1908 MTC 081 QMAX Ballast						
Main Dimensions						
Length _{oa}	: 345,3 m	Length _{pp}	: 332,00 m	Beam	: 53,8 m	
Bridge-Bow	: 285,92 m	Bridge-Stern	: 59,38 m	MMOCE	...: 1907 / 1908	
Height of Eye	: 42 m	Airdraft	: 50,5 m			
Available Load Conditions						
	Draft F.	Draft A.	Displacement	Windarea L.	Windarea F.	Remarks
1	12,2 m	12,2 m	~178.219	7700 m ²	1.660 m ²	loaded (1907)
2	9,86 m	9,86 m	~109.684	8410 m ²	1.780 m ²	ballast (1908)
Propulsion and Steering						
Main Engine	: 2 (2 Stroke)	Max. Output	: 18.902 kW	at	: 91 rpm	
Propeller	: 2	Diameter	: ~ 7.7 m			
Rudder	: 2 Semi-balanced	Max. Angle	: 35° deg.			
Bow Thruster	: nil					
Stern Thruster	: nil					
Speed Table (90% MCR) - Deep Water -						
	Ahead				Astern	
	Sea		Manoeuvre		Sea/Man	
EOT	RPM	SPD	RPM	SPD	EOT	RPM
FAH (100/80)			60		FAS	-47
H (60%)			37	7,8	H	-37
SL (40%)			30	6,5	SL	-30
DSL (20 %)			23	5,4	DSL	-22
Minimum			20		Min.	-20
Maximum Power on Astern			: ---			
Short Time max. Rev. Astern			: nil			
Time Limit on Astern			: nil			
Time Full Ahead / Full Astern			: --			
General Informations						
Safe Start			:			
Reversing Revs Normal			:			
Reversing Revs Crash			:			
Max. consec. Starts			: ∞			
Max. Time for Thruster			: 0			
Rudder Hard/Hard (1)			: 25,0 sec			
Rudder Hard/Hard (2)			: 11,9 sec			
Ship - Particulars						
LNG CARRIER						
Document:						
Reference Vessel:						



2. Bemessungsschiff Q – LNG

1909_MTC_081_QLNG / 1910_MTC_081_QLNG_Ballast								
Main Dimensions								
Length _{oa}	:	297,5 m	Length _{pp}	:	283 m	Beam	:	45,75 m
Bridge-Bow	:	237,3 m	Bridge-Stern	:	59,38 m	MMOCE	:	1009 / 1910
Height of Eye	:	43 m	Airdraft	:				
Available Load Conditions								
	Draft F.	Draft A.	Displacement	Windarea L.	Windarea F.	Remarks		
1	10,95 m	10,95 m	~105.000	7.711 m ²	1.596 m ²	loaded (1909)		
2	9,0 m	9,0 m	~81.385	8.263 m ²	1.685 m ²	ballast (1910)		
Propulsion and Steering								
Main Engine	:	1 Steam Turbine		Max. Output	:	26.800 kW at	:	89 rpm
Propeller	:			Diameter	:	~ 8.8 m		
Rudder	:	1 Reaction rudder with MIPB			Max. Angle	:	35° deg.	
Bow Thruster	:	nil						
Stern Thruster	:	nil						
Speed Table (90% MCR) - Deep Water -								
	Ahead				Astern			
	Sea		Manouvre		Sea/Man			
EOT	RPM	SPD	RPM	SPD	EOT	RPM		
FAH (100/80)			48	12,2	FAS	-48		
H (60%)			41	10,6	H	-41		
SL (40%)			34	8,9	SL	-34		
DSL (20 %)			25	6,6	DSL	-25		
Minimum			20		Min.	-20		
Maximum Power on Astern			:		---			
Short Time max. Rev. Astern			:		---			
Time Limit on Astern			:		---			
Time Full Ahead / Full Astern			:		---			
General Informations								
Safe Start			:					
Reversing Revs Normal			:					
Reversing Revs Crash			:					
Max. consec. Starts			:		∞			
Max. Time for Thruster			:		0			
Rudder Hard/Hard (1)			:		24,1 sec			
Rudder Hard/Hard (2)			:		12,1 sec			
Ship - Particulars								
LNG CARRIER								
Document:								
Reference Vessel:								



3. Bemessungsschiff Global Energy

1911 MTC_081_Global_Energy / 1912 MTC_081_Global_Energy_Ballast								
Main Dimensions								
Length _{oa}	:	294,9 m	Length _{pp}	:	288,5 m	Beam	:	46,4 m
Bridge-Bow	:	233,5 m	Bridge-Stern	:	61,4 m	MMOCE	...:	1011 / 1912
Height of Eye	:	34 m	Airdraft	:				
Available Load Conditions								
	Draft F.	Draft A.	Displacement	Windarea L.	Windarea F.	Remarks		
1	12,5 m	12,5 m	~131.225	7.055 m ²	1.494 m ²	loaded (1911)		
2	9,4 m	9,4 m	~96.299	7.670 m ²	1.591 m ²	ballast (1912)		
Propulsion and Steering								
Main Engine	:	2 MAN B&W	Max. Output	:	12.590 kW	at	:	69,1 rpm
Propeller	:	2	Diameter	:	~ 8.4 m			
Rudder	:	2 Full Spade	Max. Angle	:	35° deg.			
Bow Thruster	:	1 x 2.500 kW						
Stern Thruster	:	nil						
Speed Table (90% MCR) - Deep Water -								
	Ahead				Astern			
	Sea		Manoeuvre		Sea/Man			
EOT	RPM	SPD	RPM	SPD	EOT	RPM		
FAH (100/80)			65		FAS	-47		
H (60%)			38	11,6	H	-37		
SL (40%)			28	8,1	SL	-32		
DSL (20 %)			20	4,2	DSL	-19		
Minimum			18		Min.	-18		
Maximum Power on Astern: ---								
Short Time max. Rev. Astern: ---								
Time Limit on Astern: ---								
Time Full Ahead / Full Astern: ---								
General Informations								
Safe Start:								
Reversing Revs Normal:								
Reversing Revs Crash:								
Max. consec. Starts: ∞								
Max. Time for Thruster: ---								
Rudder Hard/Hard (1): 30,4 sec								
Rudder Hard/Hard (2): 13,2 sec								
Ship - Particulars								
LNG CARRIER								
Document:								
Reference Vessel:								

