

SIMOPT Kurzbeschreibung

(SIMOPT - Simulation und Optimierung für die Schiffsdynamik)

SIMOPT-Version: 2.2
Datum: 27.02.2020

Allgemeine Beschreibung und Ziele

SIMOPT Schwerpunkt:

SIMOPT [1] ist eine PC-basierte Software die mittels „Fast Time Simulation“ Berechnungen für die Schiffsdynamik ausführt und entwickelt wurde, um die Effizienz zu unterstützen für:

- Optimierungsprozesse zum Schätzen der Parameter für die mathematischen Modelle in Schiffs-Führungs-Simulatoren, um die beste Übereinstimmung zwischen den Manöviereigenschaften eines realen Schiffes und dem zugehörigen Schiffsmodell des Simulators zu erzielen
- Manuelle Optimierung der Manöverparameter für bestimmte Manöver, z. B. für Notmanöver wie Williamson-, Scharnow- oder Single-Turn.

Das mathematische Modell für die Schiffsbewegungssimulation hat die gleiche Komplexität und die gleichen dynamischen Fähigkeiten wie die Rheinmetall Advanced Nautical Simulator (ANS) -Serie [4]. Es konzentriert sich auf die wichtigsten dynamischen Effekte, verwendet jedoch schnelle Löser, um Rechenzeit zu sparen. Die Vorteile und Fähigkeiten dieser Software sind:

- Das mathematische Modell zeigt die gleichen Simulationsergebnisse wie ANS,
- Es ist bemerkenswert schneller als "ANS Echtzeitsimulation", das Verhältnis ist bis zu 1/1000,
- Die Steuerung von Schiffsmodellen erfolgt durch spezifische Manöversteuerungseinstellungen / -befehle, die auf Standardverfahren und einzelne Manöver zugeschnitten werden können.
- Alle Ergebnisse können sofort in SIMOPT effizient in Tabellen- oder Grafikformat angezeigt oder exportiert werden, um mit Daten aus anderen Quellen verglichen zu werden (Schiffsführungssimulator-Aufzeichnungen oder Messdaten von Manövierversuchen mit realen Schiffen) mit dem SIMDAT- Softwaretool [2].

In SIMOPT optimierte Schiffe können in das ANS importiert werden.

SIMOPT Hauptfenster:

Das SIMOPT -Hauptfenster zeigt im linken Bereich alle relevanten Schiffsdaten und Parameter des mathematischen Modells an (siehe Abb. 1).

Diese Daten sind in relevanten Gruppen sortiert und umfassen:

- Hauptdaten des Schiffes
- Daten der Schiffsantriebseinheit (bis zu 4 Antriebseinheiten)
- Schiffsrumpfkoeffizienten
- Schiffswindparameter
- Schiffsruderdaten (bis zu 4 Ruder)

- Schiffs-Thruster (bis zu 6)
- Daten der Schiff-Azimet-Antriebseinheit (POD) (bis zu 4 PODs)
- Grundlegende Seegangs-Parameter des Schiffes (optional)
- Exportparameter des Schiffes (optional)
- Sonderanzeige verschiedener Elemente (z.B. Stabilität)

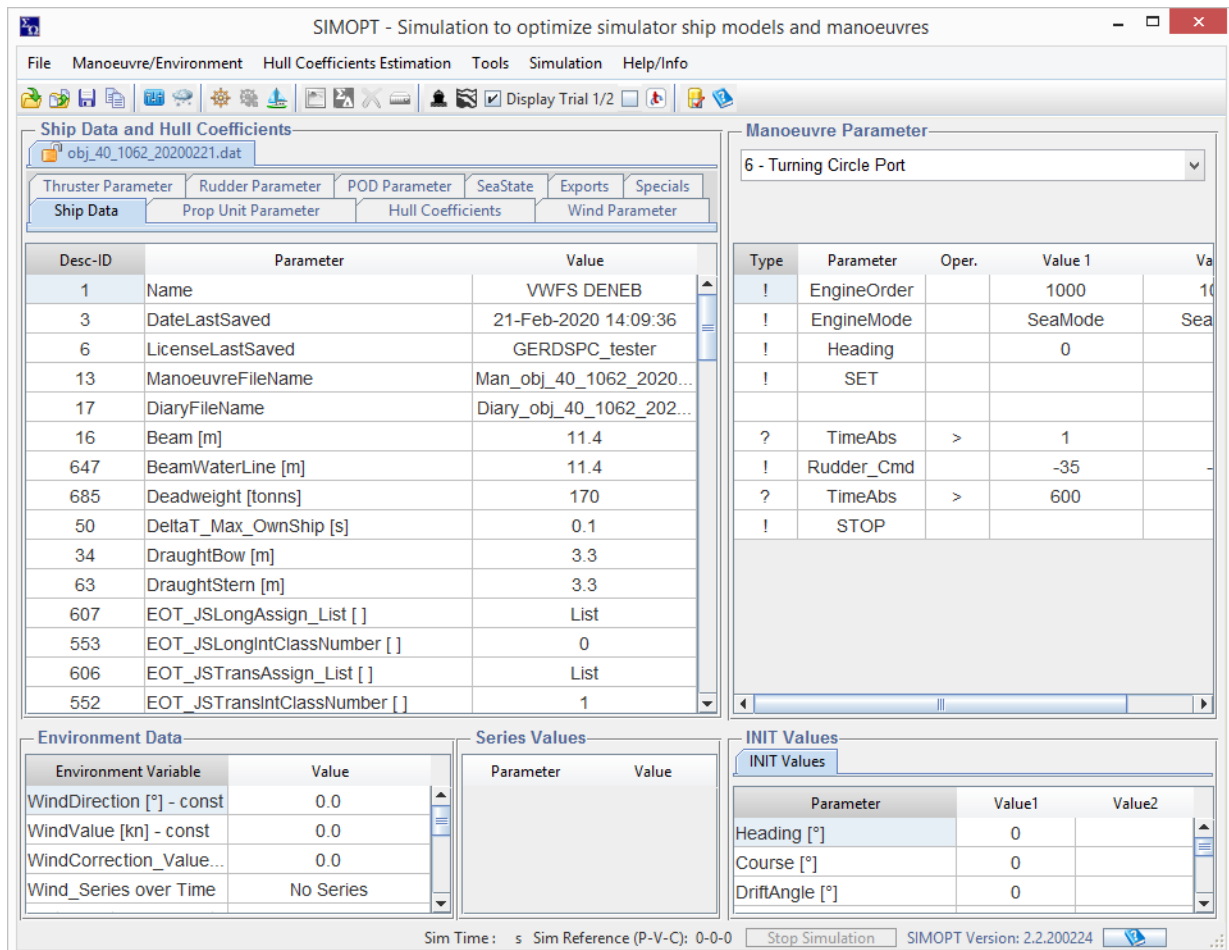


Abb. 1 - SIMOPT -Hauptfenster

Auf der rechten Seite kann der Benutzer aus einer großen Anzahl von vordefinierten wählen Manöver wie:

- Konstante Geschwindigkeit und Beschleunigung
- Auslauf / Crash-Stop
- Drehkeis nach Steuerbord und Backbord
- Kick-Turn nach Steuerbord und Backbord
- Notrückführungsmanöver (Scharnow- und Williamson Turn)
- Drift
- Zick-Zack-Manöver
- Trial-manöver (basierend auf Steuerbefehlen aufgezeichnet während Messfahrten)

Neben der Nutzung der vorgegebenen Manöver kann der Benutzer die Manöver bearbeiten neu definieren speichern um sie mit einem Schiff zu verwenden.

Zum Vergleich mit realen Messungen können folgende Umwelteinflüsse simuliert werden:

- Unterschiedliche Windrichtungen und Windgeschwindigkeit
- Unterschiedliche Stromrichtungen und Stromgeschwindigkeit
- Unterschiedliche Wassertiefe

Beispiel der Optimierung von Parametern für ein Simulator-Schiffs-Modell

SIMOPT Parallelschiffssimulation:

Mit SIMOPT können Simulationen für bis zu 4 Schiffe parallel berechnet werden - eine effiziente Methode, um das Manövrierverhalten nach Parameteränderungen der Modelle zu vergleichen.

Berechnungen der SIMOPT- Parameterserie:

Ziel des Parameteroptimierungs- oder Optimierungsprozesses ist es, geeignete Schiffsmodell-Parameterdateien zu finden, die im Ship Handling Simulator verwendet werden können. In gleicher Weise kann es zum Modellieren verwendet werden für das SAMMON Dynamische Manoeuvring Predictor (DMP) und das Manoeuvring Design & Planning Tool zur Repräsentation der realen Schiffsdynamik für eine effektive manuelle Steuerung an Bord von Schiffen und Schulungen in Simulatoren [3]. Das endgültige Ziel besteht darin, eine optimierte Schiffsmodell-Parameterdatei zu erstellen, die als Schiffsmodelldatei für den Schiffsführungssimulator oder für das SAMMON auf der Brücke eines realen oder Simulatorschiffes anwendbar sein muss. Simulationen können entweder als Einzeldurchlauf oder als Simulationsreihe für die Auswahl von bis zu drei Parameter-Serien erfolgen zum parallelen oder sequentiellen Abarbeiten simuliert werden:

- Simulations-Steuer-Parameter, z.B: Manöver-Serie für Ruder, Thruster oder Maschineneinstellungen
- Schiffsparameter (L, B, T oder andere)
- Maschinenparameter
- Ruderparameter
- Rumpf / Kraft-Parameterkoeffizienten und
- Umweltdaten, z.B. Windrichtung, Windgeschwindigkeit.

Normalerweise erfolgt die manuelle Abstimmung der Rumpf Parameter in dem ANS Ship Handling Simulator z.B. mit dem MMOCE Software-Paket in einem zeitaufwändigen Realzeit Prozess. SIMOPT bietet eine viel schnellere Lösung um eine Serie von Parametervariation zu definieren und auszuführen für bis zu drei verschiedene Parameter gleichzeitig, die sich automatisch während der Ausführung der Serie ändern.

Ein Beispiel in Fig. 4 zeigt den Effekt der Abstimmung der Rumpfpparameter; hier als die Variation der beiden Rumpfpparameter s_{Yur} und s_{Yuv} .

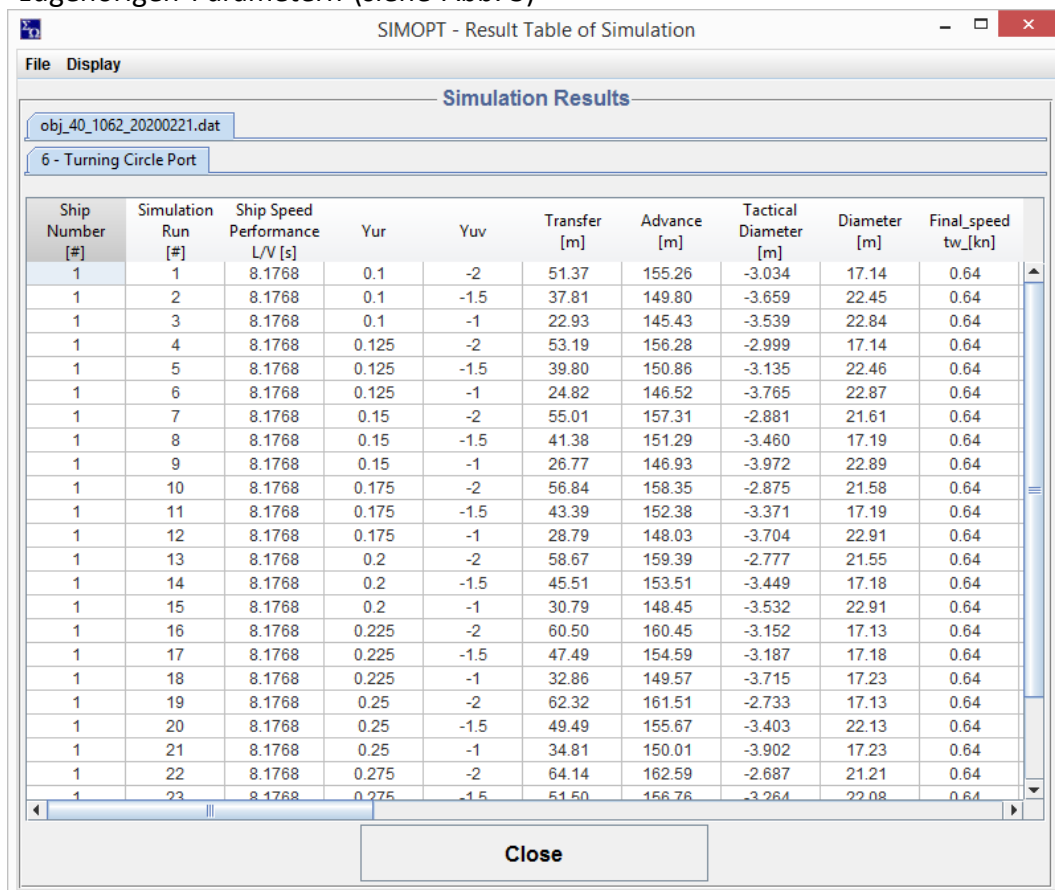
Zusätzlich zu der unterschiedlichen grafischen Darstellung in Abb. 4 kann der in Abb. 2 gezeigte Simulationsergebnisparameter (z.B. als Vergleich der Simulationsreihenergebnisse für den Drehkreis in Bezug auf Transfer, Advance und Durchmesser als Tabelle) auch als spezielle Einzel-

Grafik angezeigt werden: Wenn ein Simulationsserienergebnis (z. B. Transfer) über einen Parameter (z. B. Nur) verglichen werden soll, wird eine Darstellung wie in Abb. 5 angezeigt.

SIMOPT Resultats Darstellung:

Die Ergebnisse der Simulation können auf verschiedene Arten angezeigt werden:

- Ergebnistabelle mit relevanten Simulationsergebnissen (siehe Abb. 2)
- Grafische Darstellung von Bahn- und Simulationsparametern über der Zeit (siehe Abb. 4) im 2D-Anzeigeformat wie in SIMDAT [2] - In der Ergebnisgrafik können alle Daten der verschiedenen Simulationsläufe visuell verglichen werden.
- Grafische 2D-Anzeige der Simulationsergebnisse gegenüber einem bestimmten Parameter (siehe Abb. 5)
- Grafische 3D-Darstellung der Abhängigkeit eines Simulationsergebnisses von zwei zugehörigen Parametern (siehe Abb. 3)



Ship Number [#]	Simulation Run [#]	Ship Speed Performance L/V [s]	Yur	Yuv	Transfer [m]	Advance [m]	Tactical Diameter [m]	Diameter [m]	Final_speed tw_[kn]
1	1	8.1768	0.1	-2	51.37	155.26	-3.034	17.14	0.64
1	2	8.1768	0.1	-1.5	37.81	149.80	-3.659	22.45	0.64
1	3	8.1768	0.1	-1	22.93	145.43	-3.539	22.84	0.64
1	4	8.1768	0.125	-2	53.19	156.28	-2.999	17.14	0.64
1	5	8.1768	0.125	-1.5	39.80	150.86	-3.135	22.46	0.64
1	6	8.1768	0.125	-1	24.82	146.52	-3.765	22.87	0.64
1	7	8.1768	0.15	-2	55.01	157.31	-2.881	21.61	0.64
1	8	8.1768	0.15	-1.5	41.38	151.29	-3.460	17.19	0.64
1	9	8.1768	0.15	-1	26.77	146.93	-3.972	22.89	0.64
1	10	8.1768	0.175	-2	56.84	158.35	-2.875	21.58	0.64
1	11	8.1768	0.175	-1.5	43.39	152.38	-3.371	17.19	0.64
1	12	8.1768	0.175	-1	28.79	148.03	-3.704	22.91	0.64
1	13	8.1768	0.2	-2	58.67	159.39	-2.777	21.55	0.64
1	14	8.1768	0.2	-1.5	45.51	153.51	-3.449	17.18	0.64
1	15	8.1768	0.2	-1	30.79	148.45	-3.532	22.91	0.64
1	16	8.1768	0.225	-2	60.50	160.45	-3.152	17.13	0.64
1	17	8.1768	0.225	-1.5	47.49	154.59	-3.187	17.18	0.64
1	18	8.1768	0.225	-1	32.86	149.57	-3.715	17.23	0.64
1	19	8.1768	0.25	-2	62.32	161.51	-2.733	17.13	0.64
1	20	8.1768	0.25	-1.5	49.49	155.67	-3.403	22.13	0.64
1	21	8.1768	0.25	-1	34.81	150.01	-3.902	17.23	0.64
1	22	8.1768	0.275	-2	64.14	162.59	-2.687	21.21	0.64
1	23	8.1768	0.275	-1.5	51.50	156.76	-3.264	22.08	0.64

Fig. 1 - SIMOPT Anzeige der Serie Ergebnisse in Tabelle Format

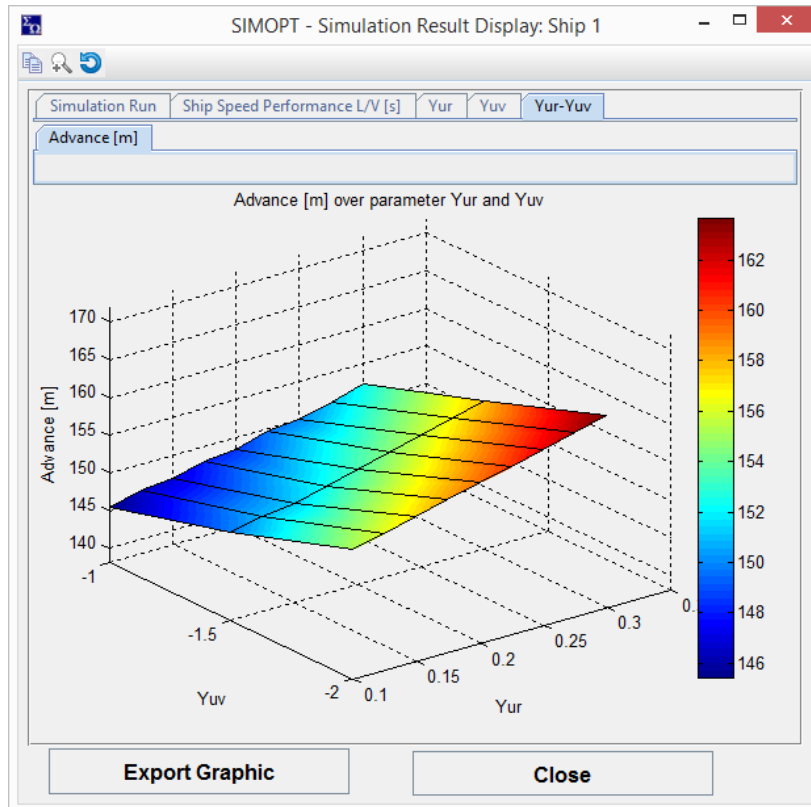


Fig. 2 - SIMOPT - Darstellung der Ergebnisse der Parameterseriensimulation zweier zugehöriger Parameter (Drehkreisparameter Transfer versus Rumpfparameter Yuv und Yur)

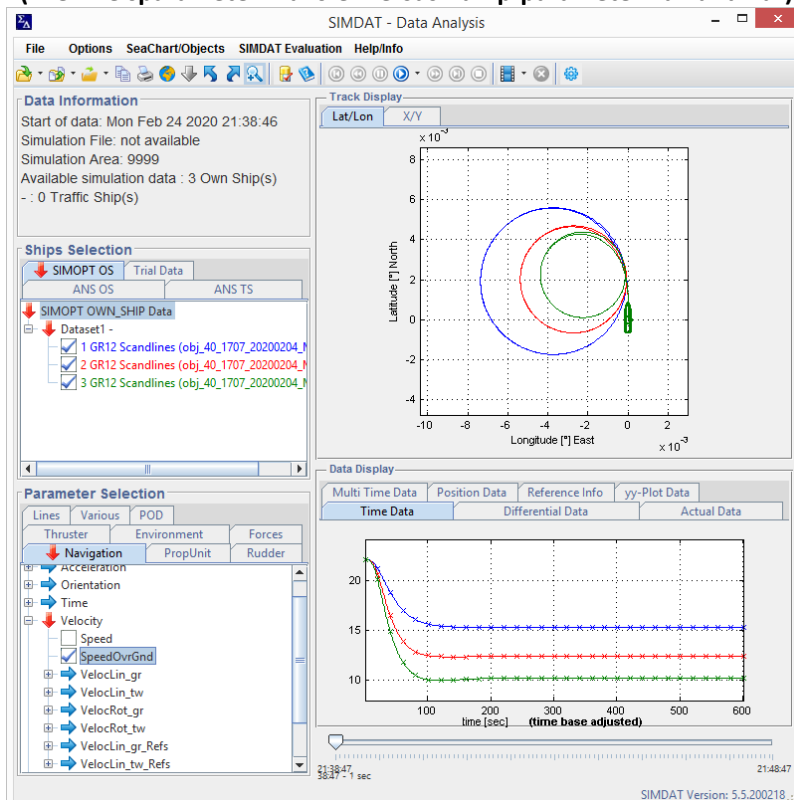


Fig. 3 - SIMOPT Anzeige der Ergebnisse in Grafik - Format - Bahn + alle verfügbaren Ergebnisse im Laufe der Zeit

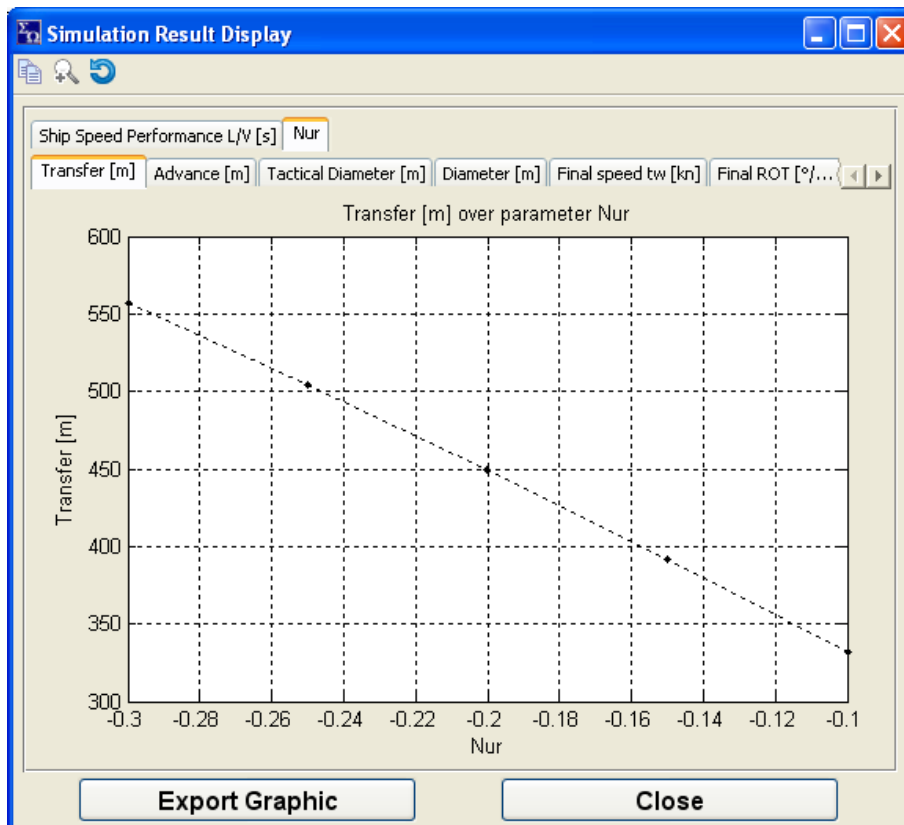


Fig. 4 - SIMOPT Ergebnis der Parameter-Serie in Abhängigkeit von einem Parameter : Drehkreis Transfer im Vergleich zu Rumpfparameter Nur

Endergebnisvergleich in SIMDAT:

Das Endergebnis des Optimierungsprozesses kann in SIMDAT angezeigt werden. Diese Software bietet eine Reihe von Tools zum Berechnen von Daten verschiedener Typen. Abb. 6 und Abb. 7 zeigen die Daten einer Messung (grün) und zweier Simulationen (blau & rot). Die angezeigten Daten umfassen die Spur und die Parametergeschwindigkeit über Grund. Die blauen Kurven geben den Status der ersten Abstimmungsnäherung an und die roten Kurven geben die endgültige Abstimmung an. Es sollte erwähnt werden, dass die Bahn des Simulatorschiffs bereits sehr gut mit den realen Schiffs-Manöverdaten übereinstimmt, aber für die Geschwindigkeit kann die Übereinstimmung verbessert werden, indem die Rumpfparameter X_{uv} und X_{ur} für eine bessere Übereinstimmung in Bezug auf den Geschwindigkeitsverlust während des Drehens angepasst werden können.

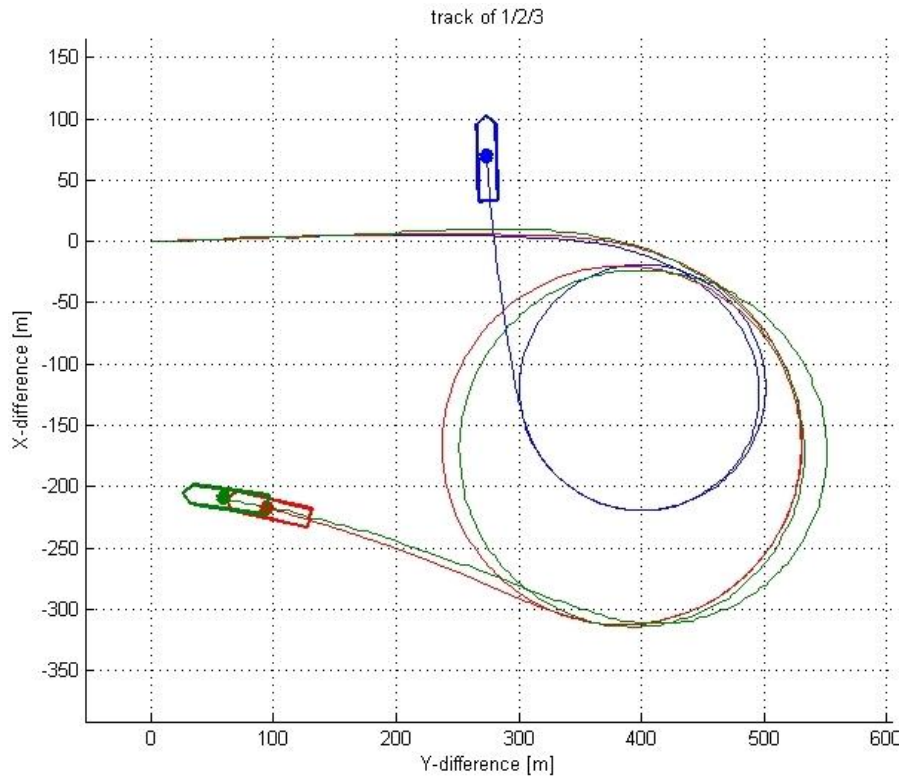


Fig. 5 - SIMDAT Vergleich der Bahn zwischen Messdaten (grün) und zwei Stufen der Parametereinstellung (blau - Beginn der Abstimmung und rot - fortgeschrittener Abstimmungsschritt)

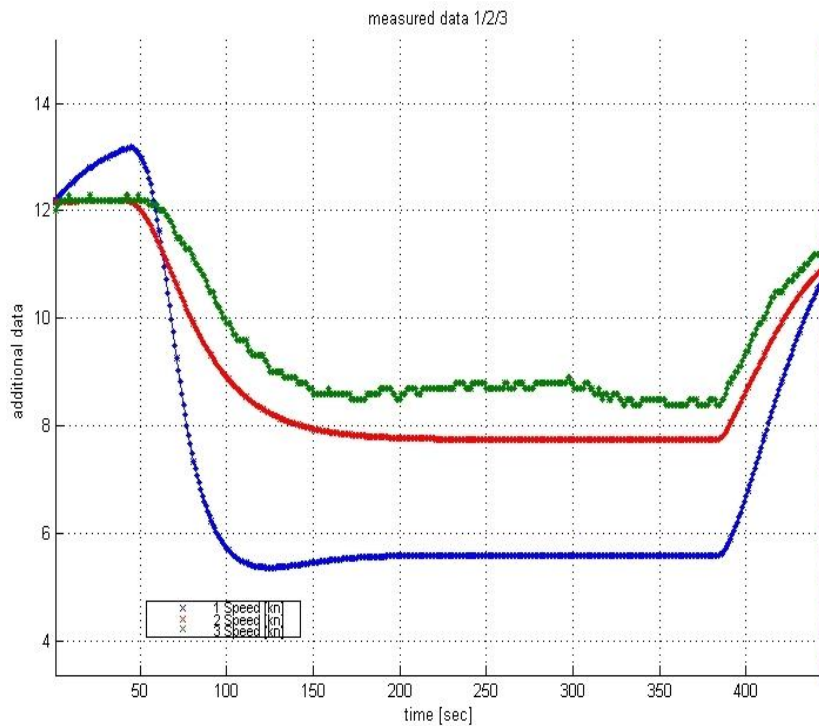


Fig. 6 - SIMDAT Vergleich der Parameter Geschwindigkeit über Grund zwischen den Messdaten (grün) und zwei Stufen der Parameteroptimierung (blau - Beginn der Abstimmung und rot - fortgeschrittenen Schritt des Abstimmens)

Beispiel einer manuellen Manöveroptimierung

Ziel des Manöveroptimierungsprozesses ist es, geeignete Manöververfahren zu finden, die im Simulator oder in der Realität mit den realen Schiffen verwendet werden können.

Zu Beginn gibt es Standarddateien für die Manöversteuerungseinstellungen für die spezifischen Manöver. Mit Hilfe des SIMOPT- Programms erzeugt die schnelle Zeitsimulation verschiedene Ergebnisse von Manövern, die von SIMDAT abgerufen und mit Manöverqualitätskriterien verglichen werden. Durch Ändern der Manöverparameter kann die Manöverleistung verbessert werden. Das endgültige Ziel besteht darin, eine optimierte Manöversteuerungseinstellung für Demonstration, Schulung und Forschung in SHS zu erreichen. Das größte Problem ist, dass viele Optionen möglich sind und die Auswirkungen der Änderungen der Parameter nicht sehr klar sind. Einige Änderungen können sogar Auswirkungen haben, die den Ergebnissen der anderen entgegenwirken. Daher ist es sehr wichtig, die Parameter zu kennen, die einen deutlichen Einfluss auf die Manövriercharakteristik haben. Die Ergebnisse müssen als Referenzmanöver für Training und Bewertung gelten, z. B. in SHS. Im Folgenden wird ein Beispiel angegeben, um die Notwendigkeit und den Effekt der Manövrieroptimierung mithilfe eines Notfall-Rückführungsmanövers aufzuzeigen:

Der STCW-Code betont die gründliche Kenntnis und Fähigkeit, die Verfahren von Such- und Rettungsaktionen anzuwenden und nach der optimalen / schnellsten Version solcher Manöver zu suchen. Der folgende Auszug ist ein Beispiel für ein Notrückführungsmanöver in Abb. 8 (links), das als „Scharnow-Turn“ bekannt ist.

Das Hauptziel dieser Person über Bord ist es, das Schiff auf kürzestem Weg und mit minimalem Zeitverlust auf die ursprüngliche Strecke zurückzubringen. In der Praxis folgt das Schiff zunächst dem Wendekreis, und nachdem es das Ruder um eine Kursänderung von etwa 240 ° verschoben hat, dreht es sich schließlich mittschiffs zum Gegenruder und schwingt dann in einem bestimmten messbaren Abstand von der ursprünglichen Spur zum entgegengesetzten Kurs zurück jeweils in einem bestimmten Abstand vom Referenzmanöver. Das Problem ist, wie man das „optimale Referenzmanöver“ erhält, da die Kursänderung von 240 ° nur ein Durchschnitt ist und sich zwischen Schiffen zwischen 225 und 260 ° auf die gleiche Weise unterscheiden kann wie bei der Williamson Turn, die zwischen 25 ° und variieren kann 80 ° anstelle des Standardmittelwertes von 60 °.

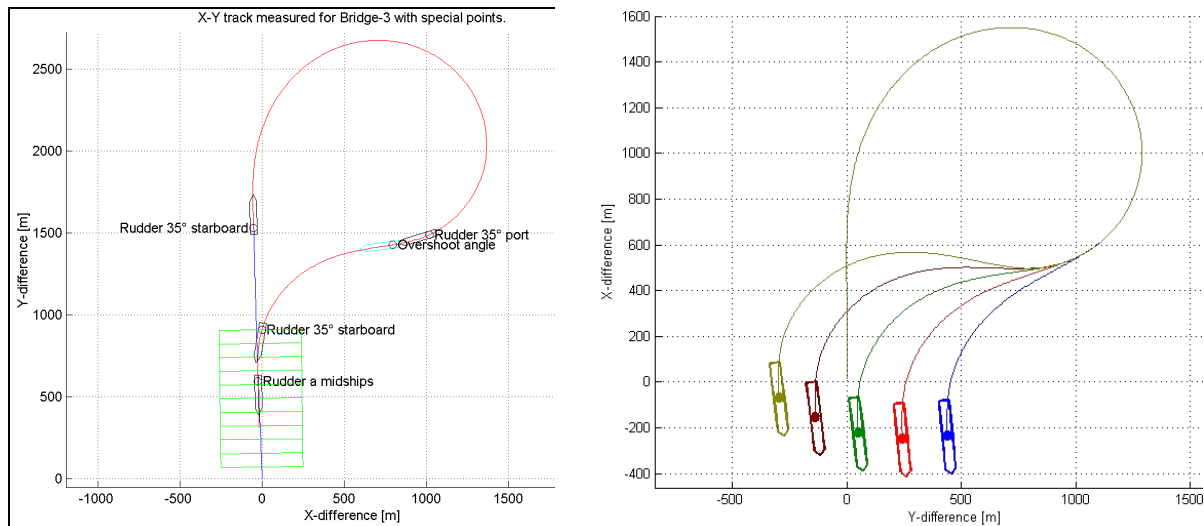


Fig. 7 - Referenzskizze für die Seriensimulation Scharnow-Turn (links) und Optimierung für verschiedene Heading-änderungen 220°, 230°, 240°, 250° und 260° für Gegenruder (rechts)

Mit Hilfe der SIMOPT und SIMDAT Programme gibt es einen Weg, sehr schnell durch Serienrechnung zum optimalen Ergebnis durch Nutzung einer Serie von Manöverkommandos für die Standardwerte des „Scharnow-Turn“ in automatisierter Simulation Serie zu kommen. Diese Methode kann in Fig. 8 (rechts) gesehen werden, wobei mehrere Steuerkursänderungen zum Auslösen des Gegenruders als Parameter verwendet wurden, um das Endergebnis der Entfernung zwischen der Anfangsbahn und der Rückföhrbahn zu variieren.

Referenzen:

- [1] Simulation and Optimisation (SIMOPT) Manual, Innovative Ship Simulation and Maritime Systems GmbH, Rostock 2020
- [2] Simulation Data Analysis (SIMDAT) Manual, Innovative Ship Simulation and Maritime Systems GmbH, Rostock 2016
- [3] SAMMON Dynamic Manoeuvring Predictor (DMP), User Manual, Innovative Ship Simulation and Maritime Systems GmbH, Rostock 2018
- [4] Advanced Nautical Simulator (ANS) , Rheinmetall Defence Electronics, Bremen 2009-2018

System-Anforderungen:

Mindestsystemanforderungen für die Installation und Ausführung der SIMOPT- Software

- PC mit 1,7 - G Hz-Prozessor
- Betriebssysteme: Microsoft Windows 8.1 oder Windows 10
- Erforderlicher Speicherplatz für die vollständige Installation: 300,0 MB
- CD-ROM-Laufwerk (nur zur Installation) oder USB-Laufwerk
- Anzeige - Mindestauflösung von Full-HD 1920x1080 Pixel
- Installierter Web-Browser zur Verwendung des SIMOPT- Hilfsprogramms
- Adobe Acrobat Reader zum Lesen der SIMOPT -Manual.pdf