

---

# ÜBER DIE ENTWICKLUNG VON CREW SCHEDULING SYSTEMEN IN DER SCHIFFFAHRT

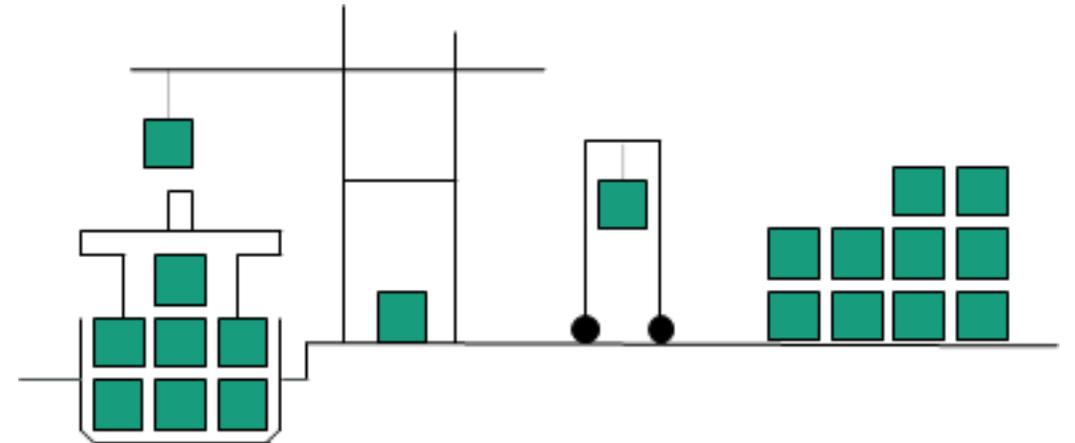
Anisa Rizvanolli

---

Fraunhofer-Center für Maritime Logistik und Dienstleistungen

KoSSE-Tag 2019

Lübeck, 23.09.2019



# ARBEITSLAST AN BORD VON CONTAINERSCHIFFEN

- Gestiegene Anzahl der Containerschiffe: höherer Bedarf an Gütern
- Enge Hafensequenzen: Globalisierung und maritime Transport
- Reduzierung der Crew Größe über die Jahre: Personal einer der größten Kostenblöcke
- Zusätzliche Regularien: ISM, ISPS Code sowie erhöhter administrativer Aufwand



# ÜBERMÜDUNG ALS GRUND BEI 10,7% DER SCHIFFSUNFÄLLE\*



*\*Paris MoU. Port State Control Annual Report. 2016. Accessed from: <https://www.parismou.org/2016-paris-mou-annual-report-“seafarers-matter”>*

# STATUS QUO: PERSONALBEDARFS UND EINSATZPLANUNG

- Personalbedarf streng gebunden an Safe Manning / Minimale Crew Vorgaben
- Unabhängig von Arbeitslast und spezifischen Reiseverlauf
- Erfahrungsbasierte/ manuelle Planung: suboptimale Lösung für ein komplexes Problem
- Keine Tools für Personaleinsatzplanung am Bord / Schnelle Reaktion auf Reiseablaufänderungen
- Finanzieller Schaden und Reputationsverlust (Kontrolle und Unfällen)



# DIE FRAGESTELLUNG(EN)

- Wie viele Seefahrer mit welcher Qualifikationen werden benötigt, um die sichere Fahrt eines Schiffes bei einer gegebenen Reise zu gewährleisten?
- Wie kann der Planer an Bord einen optimalen Einsatzplan mit der gegebenen Crew zu jeder Zeit unter Berücksichtigung der geleisteten Arbeit berechnen?
- Minimierung der Regelbrüche bzgl. der Arbeits und Ruhezeiten.



# ANFORDERUNGS-AUFNAHME UND ANALYSE

- Mehrere Workshops mit Seefahrer und Planer aus dem Office
- Absprache mit zuständigen nationalen und internationalen Behörden
- Mitfahrt auf Containerschiffen und Aufnahme der Prozesse am Bord
- Erster Entwurf der Eingabe-, Ausgabeparameter und des Modells
- Recherche nach existierenden Lösungen und Arbeiten → kein Treffer

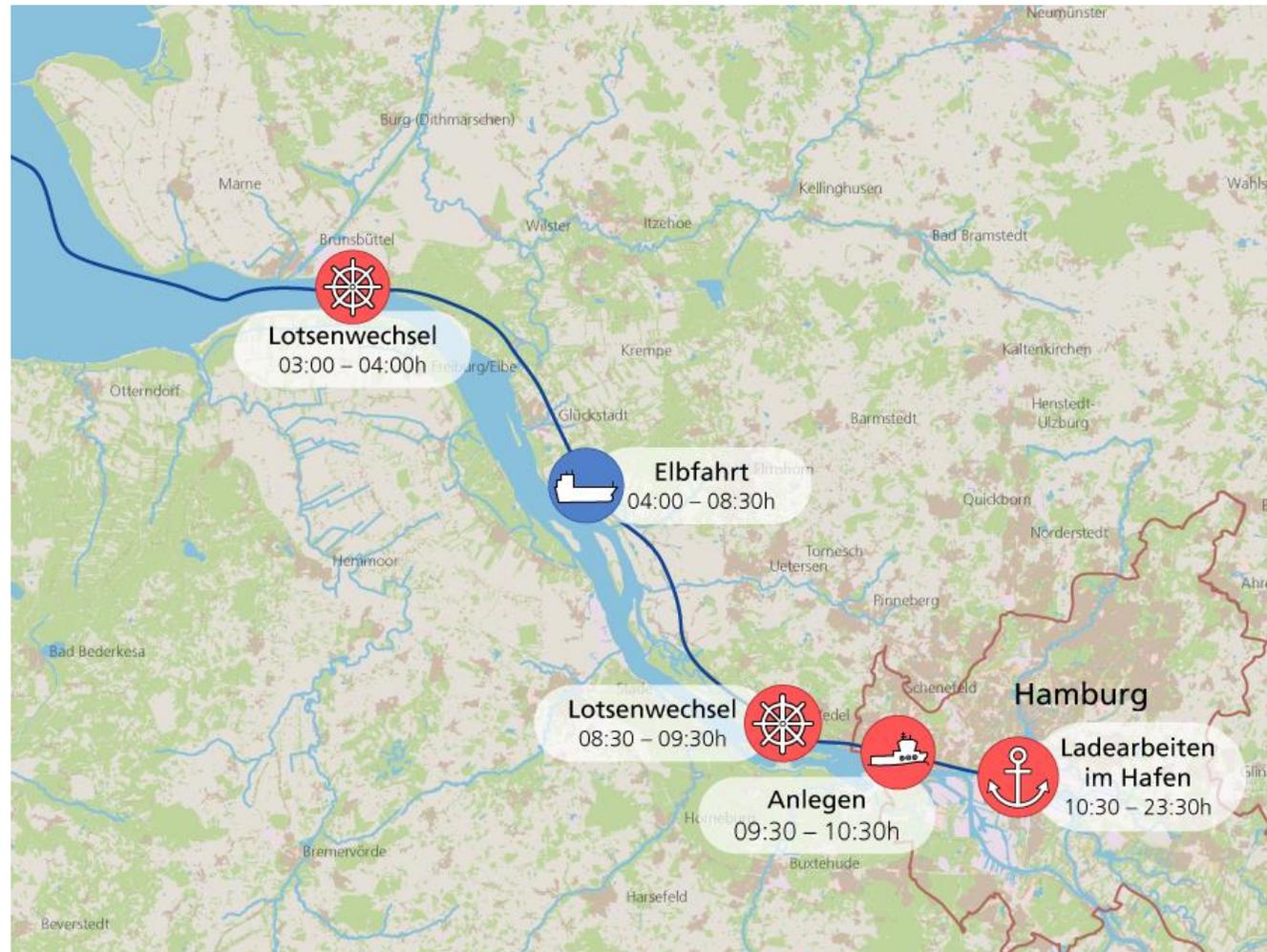


# DAS GROSSE RATEN BEGINNT: DESIGNPHASE

- Keine klare Formulierung der gewünschten Funktionalitäten
- Wenig Verständnis für die Notwendigkeit das Problem mathematisch zu beschreiben
- User-Stories helfen nicht immer (Grundsätzliche Prozessänderungen)
- Wenig Erfahrung mit Softwareentwicklungsprojekten



# MODELLIERUNG DER REISE UND AUFGABEN



Aufteilung der Reise in Schiffsbetriebszustände

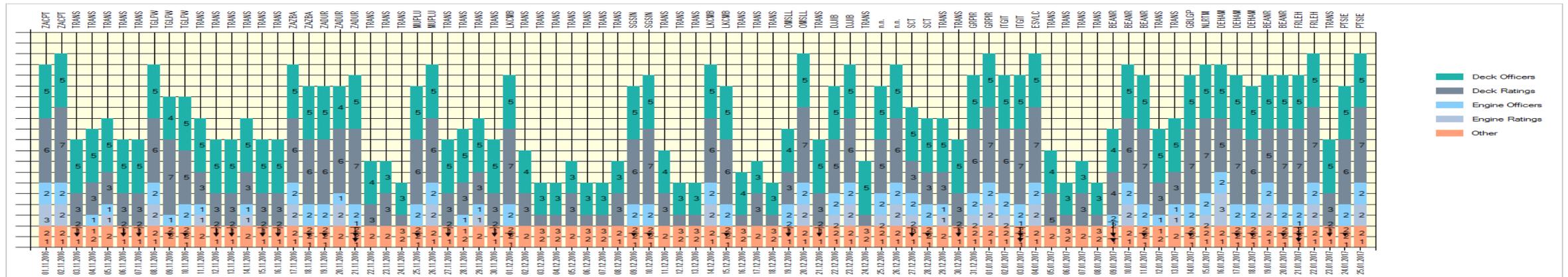
# MODELIERUNG DER GESETZLICHEN VORGABEN FÜR RUHEZEITEN

- Mindestens 10 Stunden Pause in jedem 24 Std. Intervall
- Maximum 77 Stunden Arbeit in jedem 7 Tage Intervall
- 10 Std. Pause: in mindesten 2 Blöcken, einer davon mindesten 6 Stunden lang

1. Block	2. Block	3. Block	Konform?
6 Std.	4 Std.	0 Std.	+
9 Std.	1 Std.	0 Std.	+
7 Std.	2 Std.	2 Std.	10 Std. in mehr als 2 Blöcke
5 Std.	5 Std.	0 Std.	All Blöcke kürzer als 6 Std.

# SPEZIFIKATION UND IMPLEMENTIERUNG DER ZIELFUNKTION 1

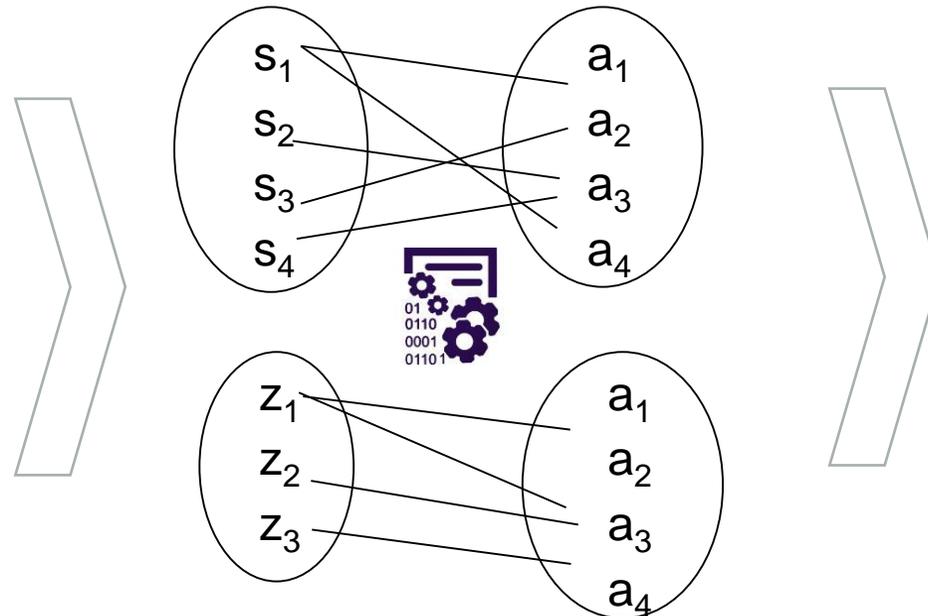
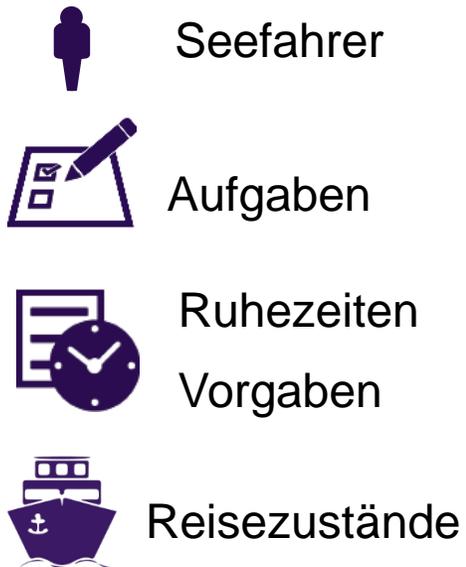
- Minimaler Personalbedarf basierend auf der Aufgabenlast
  - Pro Reise
  - Pro Schiff
- Entscheidungsgrundlage für Budgetverhandlungen und Planung
- Berechnung verschiedener Szenarien





# LÖSUNGALGORITHMEN: IM HINTERGRUND

- Scheduling Problem (NP-schwer)
- 21 Seefahrer x 7.200 halbe Stunden (5 Monate) x 300 Aufgaben = 4.536.000 Kombinationen
- Heuristiken für lokale Optima oder nur zulässige Lösungen (immer in Entwicklung)



	Operational Demand [heads]	Operational Demand [FTE]	Delta [heads]	Delta [FTE]	Work Schedule [30min]	Work Status last 24h/7d/Loop [%]
Master 1	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	TRANS_07/09_00:00	TRANS_07/09_00:00
Senior NDOOW I/2 1	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	TRANS_07/09_01:00	TRANS_07/09_01:00
Senior NDOOW I/2 2	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	TRANS_07/09_02:00	TRANS_07/09_02:00
Junior NDOOW I/1 1	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	TRANS_07/09_03:00	TRANS_07/09_03:00
Junior NDOOW I/1 2	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	TRANS_07/09_04:00	TRANS_07/09_04:00
Junior NDOOW I/1 3	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	TRANS_07/09_05:00	TRANS_07/09_05:00
1st Bosun 1	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	TRANS_07/09_06:00	TRANS_07/09_06:00
Deck Rating I/5 Helmsman 1	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	TRANS_07/09_07:00	TRANS_07/09_07:00
Deck Rating I/5 Helmsman 2	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	TRANS_07/09_08:00	TRANS_07/09_08:00
Deck Rating I/5 Helmsman 3	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	TRANS_07/09_09:00	TRANS_07/09_09:00
Deck Rating I/5 Helmsman 4	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	TRANS_07/09_10:00	TRANS_07/09_10:00
Deck Rating I/5 Helmsman 5	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	TRANS_07/09_11:00	TRANS_07/09_11:00
Deck Rating I/5 Helmsman 6	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	TRANS_07/09_12:00	TRANS_07/09_12:00
Deck Rating I/5 Helmsman 7	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	TRANS_07/09_13:00	TRANS_07/09_13:00
Deck Rating I/5 Helmsman 8	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	TRANS_07/09_14:00	TRANS_07/09_14:00
	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	TRANS_07/09_15:00	TRANS_07/09_15:00
	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	TRANS_07/09_16:00	TRANS_07/09_16:00
	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	TRANS_07/09_17:00	TRANS_07/09_17:00
	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	TRANS_07/09_18:00	TRANS_07/09_18:00
	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	TRANS_07/09_19:00	TRANS_07/09_19:00
	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	TRANS_07/09_20:00	TRANS_07/09_20:00
	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	DEPHAK_05/09_21:00	TRANS_07/09_21:00	TRANS_07/09_21:00

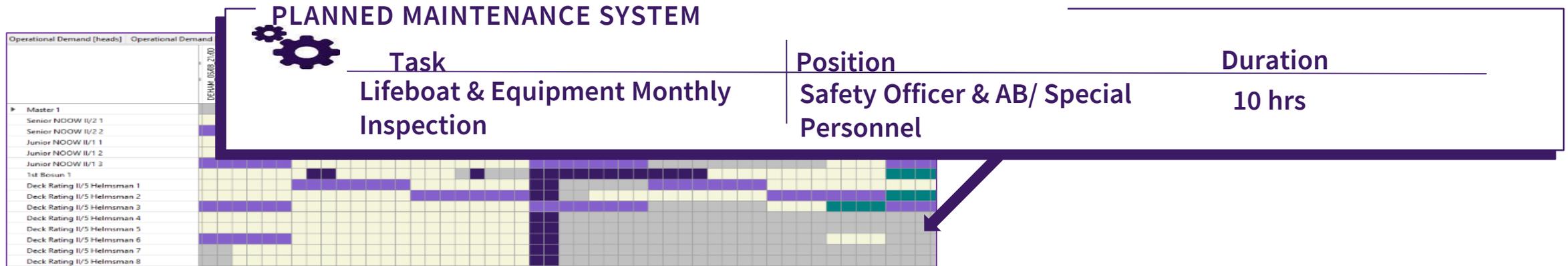
# HISTORIE UND ERGEBNIS

- 5 Jahre Entwicklung
- 10 Mitarbeiter
- 18 Hilfskräfte
- 16.500 Codezeilen / Pers. Bedarf
- 2 große Anpassungen des Kerns
  - Scheduling Algorithmen
  - Anforderungen und Nebenbedingungen
- Oberfläche neu implementiert
- 30 Schiffe je 23-25 Seefahrer
- Änderung in der Crew Zusammenstellung



# AKTUELLE ENTWICKLUNGEN

- Integration von Planned Maintenance Aufgaben
- Trade-Off: minimaler Bedarf und Regelbrüche
- Validierung der Aufgabendefinition durch Erfassung der Daten an Bord
- Verbesserung der Algorithmen: Bessere Ausnutzung der Problemstruktur
- Unterstützung/ Einführung neuer und schlanker Prozesse





**WORKFORCE PLANNING AND COMPLIANCE.  
MATHEMATICALLY OPTIMIZED.**

**[anisa.rizvanolli@cml.fraunhofer.de](mailto:anisa.rizvanolli@cml.fraunhofer.de)**

**[www.scedas.com](http://www.scedas.com)**

©Fotolia