Der Beitrag des Hamburger Hafens zur Energiewende

Autor(en): **Ihle, Norman**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **106 (2015)**

Heft 9

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-856713

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Der Beitrag des Hamburger Hafens zur Energiewende

Batterie-elektrische Schwerlastfahrzeuge im Containerterminal

Als ein wichtiger Teil der Energiewende wird häufig die Elektromobilität genannt. Diese wird meist verbunden mit batterie-elektrisch angetriebenen privaten Fahrzeugen. Eine Million Fahrzeuge bis zum Jahr 2020 hat die deutsche Bundesregierung als Ziel angegeben. Als Nutzer der Elektromobilität stehen die gewerblichen und industriellen Kunden der Automobilhersteller weniger im Fokus. Doch gerade in diesem Bereich bieten sich für die Elektromobilität grosse Chancen.

Norman Ihle

Der Lastentransport in geschlossenen Logistiksystemen ermöglicht oft planbare Prozesse, die dazu genutzt werden können, zusätzliche ökonomische und ökologische Potenziale der Elektromobilität zu nutzen. Hinzu kommt im Bereich des Schwerlastverkehrs eine deutlich höhere benötigte elektrische Speicherleistung, die es interessant macht, auch die einzelnen geschlossenen Logistiksysteme aus energiewirtschaftlicher Sicht für sich zu betrachten. Im Forschungsprojekt Besic (Batterie-Elektrische Schwerlastfahrzeuge im Intelligenten Containerterminalbetrieb) werden solche Potenziale im Feldversuch am Container Terminal Altenwerder (CTA) untersucht.

Der Container Terminal Altenwerder

Der CTA der Hamburger Hafen und Logistik AG (HHLA) ist ein solches geschlossenes Logistiksystem. Er gilt als einer der modernsten Containerterminals weltweit, arbeitet nahezu komplett automatisiert und weist einen hohen Grad an Elektrifizierung auf. Der Terminal umfasst eine Fläche von 1 km², die Kaimauer ist 1,4 km lang und verfügt über 4 Liegeplätze für Seeschiffe. 15 Containerbrücken stehen zum Laden und Löschen der Schiffe bereit, dabei sind 4 bis 5 pro Schiff im Einsatz. Auf dem CTA befindet sich der grösste Containerbahnterminal Deutschlands. Im Jahr 2014 wurden dort rund 785 000 Standardcontainer (TEU) umgeschlagen.

Der 2002 in Betrieb genommene Terminal steuert sowohl Containerbrücken, Containertransportfahrzeuge als auch Portalkrane automatisch mit einer grösstenteils im eigenen Haus entwickelten Software. Für Kühlcontainer gibt es in den Blocklagern 2100 Anschlüsse.

HHLA

Bild 1 CTA aus der Vogelperspektive.

HHLA

Bild 2 Batterie-elektrisch angetriebenes AGV beim Containertransport im Container Terminal Altenwerder.

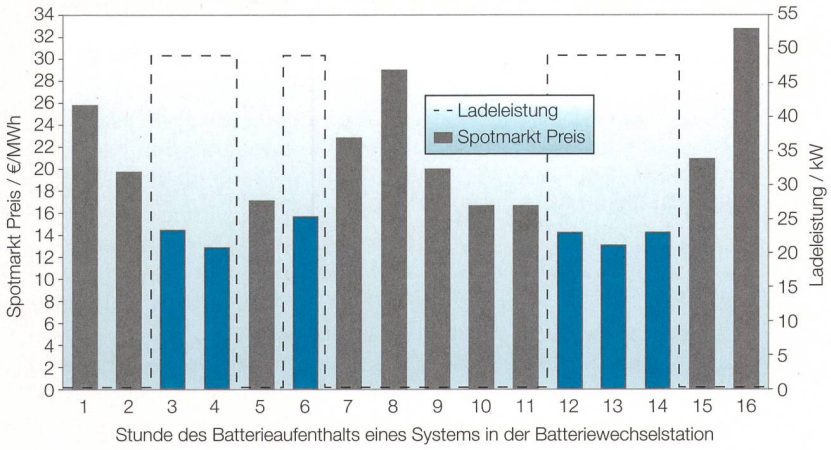
Automatisch gesteuerte Schwerlastfahrzeuge

Ein wichtiger Bestandteil der Terminallogistik ist der sogenannte Horizontaltransport. In diesem Bereich werden die Container zwischen dem Kaimauer- und Lagerbereich transportiert. Am CTA erfolgt dieser Transport vollautomatisiert durch mehr als 80 selbstfahrende Schwerlasttransporter, den Automated Guided Vehicles (AGV). Die knapp 15 m langen und rund 30 t schweren Fahrzeuge können bis zu 70 t Last aufnehmen und bewegen sich in einem Routennetz mit einer Geschwindigkeit von bis zu 6 m/s fort. Die Steuerung erfolgt über ein eigens entwickeltes Managementsystem (AGV-MS), welches alle Bewegungen der Fahrzeuge überwacht und steuert. Die genauen Positionsdaten werden dabei periodisch übermittelt. Im Boden eingelassene Transponder bilden ein virtuelles Streckennetz und weisen den Fahrzeugen so die richtige Fahrtrichtung. Die Wegfindung erfolgt über die kürzesten und damit energieeffizientesten Wege der Containertransportfahrzeuge.

Hergestellt werden die AGVs von der Terex MHPS GmbH, Terex Port Solutions (kurz TPS) in Düsseldorf. Nachdem in einem zweijährigen, vom deutschen Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit geförderten Pilotprojekt mit zwei batteriebetriebenen AGVs die grundsätzliche Eignung des Elektroantriebs nachgewie-

HHLA

Bild 3 Batteriewechselstation.



Uni Oldenburg

Bild 4 Optimierung der Batterieladung bezogen auf den Spotmarktpreis: in den blau markierten Zeiträumen erfolgt die Batterieladung.

sen wurde, kommen im aktuellen Besic-Projekt insgesamt 10 Batterie-AGV zum Einsatz. Diese sind nicht nur abgasfrei, sondern auch nahezu geräuschlos unterwegs.

Die Batterie-Containertransportfahrzeuge verfügen über 11 t schwere Blei-Akkus und sind jeweils rund 18 h bis zum nächsten Ladevorgang in Betrieb. Ein Batteriesystem besteht dabei aus neun in Reihe geschalteter 80-V-Batterien, was eine Nennspannung von 720 V ergibt. Die Gesamtspeicherkapazität liegt bei 360 kWh.

Zusätzlich soll im Rahmen des aktuellen Projektes ein Fahrzeug mit Batterien auf Lithium-Basis ausgestattet werden. Diese sind zwar derzeit noch teurer als vergleichbare Batterien auf Bleibasis, bieten aber Vorteile wie geringeres Gewicht, höhere Leistungsdichte und kürzere Batterieladezeiten.

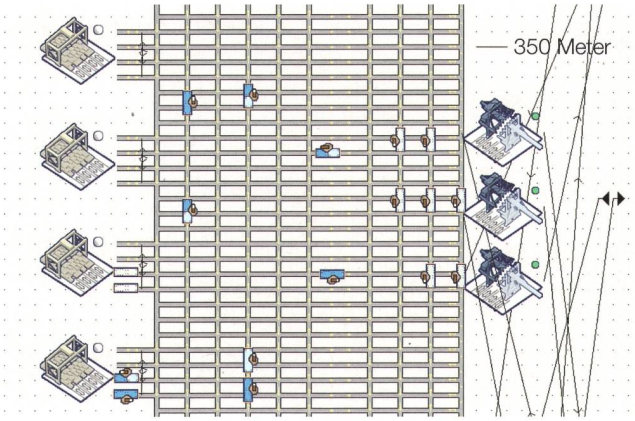
Batteriewechselstation

Da die Geräteverfügbarkeit im Hafen sehr wichtig ist und lange Ausfallzeiten für das Laden der Batterien verhindert werden müssen, wurde eine prototypische Batterie-Wechselstation aufgebaut. Diese funktioniert ebenfalls vollautomatisch und gewährleistet den Rund-um-die-Uhr-Einsatz der elektrisch angetriebenen Vehikel. Die Wechselstation, die einer grossen Garage gleicht, umfasst ein Hochregallager mit einem schienengeführten Regalbediengerät (RBG). Ein AGV erkennt, wenn der Energievorrat seines aktuellen Batteriesystems zur Neige geht und fährt die Wechselstation selbstständig an. Transponder-gesteuert stoppt es am Tauschpunkt in der Halle. Das RBG hebt wie ein Gabelstapler den grossen Akku an, um ihn aus dem AGV zu heben. Dann schiebt es ihn in das Hochregallager, wo er automatisch an das Ladesystem angekoppelt wird. Danach greift sich das RBG einen aufgeladenen Akku und setzt ihn ins AGV. Dieser Boxenstopp dauert nur rund 5 Minuten. Danach kann das Fahrzeug seinen Dienst auf dem Terminal wieder aufnehmen. Der Ladevorgang dauert rund 6–7 h für Bleibatterien, eine Lithiumbatterie kann sogar in bis zu einer Stunde komplett wieder aufgeladen werden. Der Energievorrat der Batterien hält im Fahrzeugbetrieb wieder etwa 18 h, je nachdem, was und wie viel sie transportieren.

Betriebswirtschaftliche Betrachtung

Im Besic-Projekt wird untersucht, ob batteriebetriebene Containertransporter mit einem Batteriewechselkonzept betriebswirtschaftlich rentabel sind. Nach Möglichkeit soll aufgezeigt werden, dass sich in einem Anwendungskontext wie dem Container Terminal Altenwerder in Hamburg durch die Einführung von Elektrofahrzeugen ein Wettbewerbsvorteil ergeben kann. Herkömmliche diesel-elektrische Transportfahrzeuge werden in Rahmen von Besic mit solchen verglichen, die durch konventionelle Blei-Batteriesysteme oder durch innovative Lithium-Batteriesysteme angetrieben werden. Im Rahmen des Projektes werden intelligente Batteriewechsel- und Ladestrategien entwickelt. Führen diese zu deutlichen Betriebskosteneinsparungen, kann das richtungsweisend für den Schwerlastverkehr sein.

Das Logistikgeschehen birgt bei gesteuertem Laden gewisse zeitliche Lastverschiebungspotenziale, die vom Terminalbetreiber im Austausch mit Stromlieferanten und weiteren Energiewirt-



Uni Oldenburg

Bild 5 Auszug aus dem Simulationsmodell: rechts Blocklager, links Kaikräne, dazwischen der Fahrbereich mit AGVs.

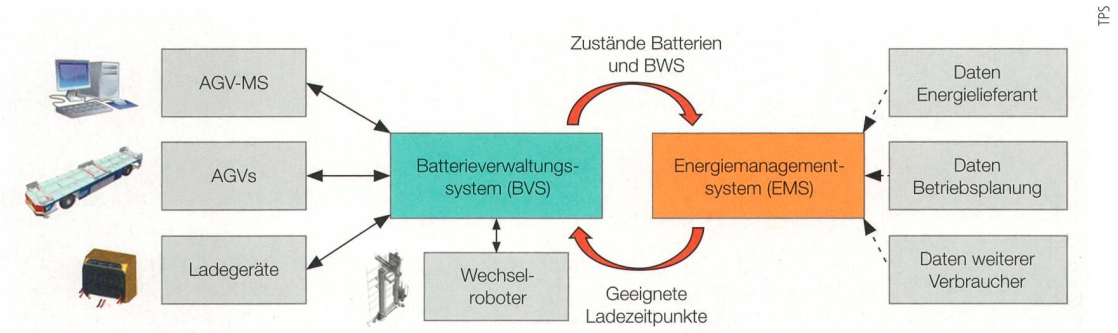


Bild 6 Zusammenarbeit der Komponenten.

schaftsakteuren vermarktet werden können. So lassen sich unter anderem Vergünstigungen im Strombezug erzielen, die einem Batteriewechselkonzept für Logistiksysteme zum Durchbruch verhelfen können. Es sorgt für eine Speicherfähigkeit bei der Bereitstellung des Stroms für die Transportprozesse.

Intelligente Ladesteuerung

Um die Ladevorgänge der einzelnen Batterien zu optimieren, werden im Rahmen des Forschungsprojekts Besic ein intelligentes Energiemanagementsystem (EMS) und ein Batterien-Verwaltungs-System (BVS) entwickelt. Das EMS ermittelt im Datenaustausch mit dem Demand-Response-System des Energieunternehmens Vattenfall und den geplanten Betriebsdaten des Terminalsteuerungssystems des CTA die ökologisch und ökonomisch optimalen Ladezeitpunkte.

Die logistischen Prozesse auf der Seeseite des Terminals werden dazu mittels Simulation innerhalb des EMS am Vortag materialflussorientiert nachgestellt. Es werden hauptsächlich die Containerbewegungen beim Laden und Löschen der Schiffe mit Kaikränen, beim Horizontaltransport zwischen Kaimauer und Blocklager in beiden Richtungen und die Ein-/Auslagerung mit Portalkränen betrachtet.

Im virtuellen Logistiksystemmodell sind realistische Verteilungen der Umschlagzeiten hinterlegt und der voraussichtliche Fahrkurs abgebildet, sodass im Zuge eines Simulationslaufes zu Vorhersagezwecken die Start- und Endzeiten einer Bearbeitung von Transportaufträgen aufgezeichnet werden können. So lässt sich die Transportleistung von Fahrzeuggruppen bis hin zu einzelnen Fahrzeugen einschätzen. Die Verteilungen der Umschlagzeiten gehen auf Auswertungen von Betriebsstatistiken zurück; sie sind im Logistiksystemmodell fest voreingestellt. Während der Simulation werden auch die elektrischen Leistungsaufnahmen der beteiligten Verbraucher aufgezeichnet. Letztere werden über die Zeit zu Teilverbräuchen integriert und zu einer vorläufigen Übersicht der simulierten Verbräuche im Containerterminal aufsummiert.

Durch die modular integrierte Aufzeichnung der Leistungsaufnahmewerte kann zugleich der Gesamtenergieverbrauch im Blick behalten und mit ausgewertet werden, um betriebliche Energiemanagementansätze auszuarbeiten und Lade- und Batteriewechselstrategien weiterzuentwickeln. Zugleich ergeben sich aus der Simulation Hinweise zu den Zeitpunkten der Batteriewechsel und der folgenden Aufenthaltsdauer der Batterien in der Batteriewechselstation. Mit diesem Wissen kann das Energiemanagementsystem jetzt die Ladezeitpunkte und Ladeverläufe während der Prozessausführung beeinflussen. Zum Beispiel können Ladevorgänge in möglichst günstige Zeiträume, bezogen auf Strompreise oder Verfügbarkeit von Ökostrom, gelegt werden.

Dazu sendet das EMS am Tag der Prozessausführung Signale an das Batterieverwaltungssystem, das die Ladegeräte entsprechend steuert. So wird zum Beispiel ein Ladevorgang erst gestartet, wenn das EMS das entsprechende Signal sendet. Oberste Priorität hat dabei immer das Vermeiden von Einflüssen verschiedener Ladestrategien auf den Logistikbetrieb.

Energiewirtschaftliche Vermarktung

Nur durch eine möglichst präzise Prognose des Strombedarfs für den nächsten Tag im Viertelstundenraster kann ein Kunde bei der Strombeschaffung Geld sparen. Ebenso können dadurch neue Lastspitzen vermieden werden, was sich bei Netzentgelten positiv niederschlägt. Laut Vattenfall sind die meisten mittelgrossen Firmen zu solchen Voraussagen über den Stromverbrauch jedoch derzeit nicht in der Lage. Am Ende des Projektes wird zumindest der Container Terminal Altenwerder dazu befähigt sein; eine Ausweitung auf weitere Terminals ist vorstellbar.

Auch nach Optimierung des Lastgangs ist aufgrund der Zeitpuffer beim Ladevorgang der Batteriesysteme noch Flexibilität vorhanden. Vattenfall kann diese im Pool mit anderen Anlagen am Regelenergiemarkt vermarkten, zu dem Unternehmen sonst keinen Zugang hätten. Regelenergie – die positiv oder negativ sein kann – wird von den Übertragungsnetzbetreibern benötigt, um damit unvorhergesehene Schwankungen im Stromnetz auszugleichen. Dadurch

Electrosuisse / ETG-Kommentar

Einsatz von Batteriespeichern

Batteriespeicher können sowohl Lastspitzen im Verteilnetz abfedern, als auch einen Beitrag zur Frequenzstabilität im Übertragungsnetz liefern. Aufgrund des Ausbaus der wechselrichtergekoppelten neuen erneuerbaren Energien und der Stilllegung konventioneller Kraftwerke sinkt die Massenträgheit im Übertragungsnetz. Batteriespeicher können schneller als jede andere Technologie auf Frequenzschwankungen reagieren und stellen somit eine vielversprechende Möglichkeit für den Ersatz der wegfallenden Massenträgheit dar. Das Projekt am Hamburger Hafen kombiniert beispielhaft intelligente Elektromobilität mit der Dienstleistungserbringung für das Verteilnetz und das Übertragungsnetz zu einem potenziell rentablen Gesamtprojekt.

Bruno Aeschbach, Leiter Service Center, EKZ, und Mitglied der Fachgruppe «Neue erneuerbare Energien» von Electrosuisse

lassen sich weitere Erlöspotenziale erschliessen, die gleichzeitig die Batteriesysteme wirtschaftlicher machen.

Erste Ergebnisse der optimierten Strombeschaffung in Kombination mit einer Vermarktung von Regelleistung brachten Einsparpotenziale von mehr als 10 % gegenüber einer nicht-optimierten Strombeschaffung.

Übertragbarkeit auf weitere Systeme

Die Einrichtung eines flexiblen Energiemanagementsystems mit batterie-elektrischen Schwerlastfahrzeugen ist auch in weiteren Logistiksystemen denkbar. Besonders in (halb-)öffentlichen Systemen wird die Einführung von Elektromobilität weiter forciert. Daher wird eine Übertragbarkeit der entwickelten Konzepte und Strategien im Rahmen des Projektes auch mit dem Flughafen Frankfurt/Main und der Bremer Strassenbahn AG diskutiert.

Über Besic

An dem Projekt «Batterie-Elektrische Schwerlastfahrzeuge im Intelligenten Containerterminalbetrieb» arbeiten die Unternehmen HHLA Container Terminal Altenwerder GmbH (HHLA CTA), die Terex MHPS GmbH, Terex Port Solutions und Vattenfall Europe Innovation GmbH (Vattenfall) gemeinsam mit den durch das Energie-Forschungszentrum Niedersachsen (EFZN) koordinierten Universitäten Oldenburg, Göttingen und Clausthal. Es ist Teil des vom deutschen Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderten Forschungsprogramms «IKT für Elektromobilität II – Smart Car – Smart Grid – Smart Traffic», in dem bis Ende 2015 18 Projekte neue Konzepte und Technologien für das Zusammenspiel von intelligenter Fahrzeugtechnik im Elektroauto mit Energieversorgungs- und Verkehrssteuerungssystemen auf der Basis von moderner Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) entwickeln.

Das Projekt startete im Januar 2013 und wurde bereits im Mai 2013 von der Bundesregierung zum Leuchtturmprojekt für Elektromobilität erklärt. Die Laufzeit des Projektes endet im Dezember 2015. Ziel des Projektes ist es, intelligente Betriebsweisen und Ladestrategien für ein quasi-stationäres Batteriespeichervolumen zu entwickeln und im Feldversuch zu testen.

Résumé

La contribution du port de Hambourg à la transition énergétique

Des poids lourds électriques à batterie dans le terminal à conteneurs

La mobilité électrique est souvent mentionnée comme un élément important de la transition énergétique. Elle est la plupart du temps citée à propos des véhicules privés, les clients commerciaux et industriels des constructeurs automobiles n'étant que rarement évoqués en tant qu'utilisateurs de la mobilité électrique. C'est pourtant précisément ce domaine qui offre de grandes opportunités, comme le montre l'exemple du transport de charges dans le système logistique clos du port de Hambourg. Un projet de recherche y étudie le potentiel des véhicules poids lourds électriques à batterie pour l'exploitation intelligente du terminal à conteneurs. Une station de remplacement de batteries entièrement automatique a été mise en place afin d'assurer une disponibilité élevée des véhicules de transport. Les batteries y sont rechargées de la façon la plus optimale possible d'un point de vue écologique et économique. Elles peuvent ainsi apporter leur contribution sur le marché d'équilibrage de l'électricité et générer des recettes potentielles. Le projet est encore en cours jusqu'à la fin de l'année 2015. No

Link

- Forschungsprogramm: www.ikt-em.de

Autor

Norman Ihle, M.Sc., ist seit 2013 wissenschaftlicher Mitarbeiter der Arbeitsgruppe Informationssysteme an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. Zuvor war er als IT-Consultant im Bereich Energiedatenmanagement tätig. Im Projekt Besic beschäftigt er sich mit Prognosemethoden für den Strombedarf in dynamischen Systemen.

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, DE-26129 Oldenburg, norman.ihle@uni-oldenburg.de

Anzeige

nisSolutions SMART ASSET MANAGEMENT FOR PROFESSIONALS – NIS.CH

NIS AG
Buchenstrasse 8
6210 Sursee
+41 (0)41 267 05 05
info@nis.ch
www.nis.ch

Für Asset Manager in erfolgreichen Utilities, welche durch Informationsgewinnung einen wesentlichen Beitrag zur Wertschöpfungskette beitragen wollen, ist die **NIS AG** ein erfahrener, innovativer und verlässlicher Partner.

Das Angebot umfasst die agile Entwicklung von Softwarelösungen, die Realisierung von Softwareprojekten sowie das Outsourcing von Leistungen im Bereich des Datenmanagements und erlaubt unseren Kunden die Umsetzung von gesamtheitlichen Lösungen. Die Kompetenz ist durch die langjährige Partnerschaft mit General Electric sowie der Open Source Community breit abgestützt. Zu den Kunden zählen unter anderem namhafte Utilities mit höchsten Ansprüchen an das Asset Management wie:

- **BKW** BKW FMB Energie AG
- **CKW** Centralschweizerische Kraftwerke AG
- **EBL** Genossenschaft Elektra Baselland
- **EBM** Elektra Birseck Münchenstein
- **EKZ** Elektrizitätswerke des Kantons Zürich
- **SAK** St.Gallisch-Appenzellische Kraftwerke AG
- **ewz** Elektrizitätswerk der Stadt Zürich

Im Gegensatz zu anderen Herstellern fokussiert sich die NIS AG ausschliesslich auf Netzinformationssysteme in ihrer ganzen Tiefe. Utilities erhalten durch den Fokus sowie die inkrementelle und iterative Entwicklung eine auf ihre Bedürfnisse zugeschnittene Lösung, welche Effizienz und Qualität garantiert.

Wir informieren Sie gerne über unsere Erfahrungen, Prozessframeworks wie Scrum, Trends und neue Produktentwicklungen.

Nehmen Sie Kontakt mit uns auf. NIS