



Aktueller Stand des Elektrifizierungsprogramms (EP) in Dänemark

Oberleitung Sicat SX

» Funktionale Ausschreibungen ermöglichen die Anfrage und Lieferung innovativer Lösungen, die den Aufwand und die Kosten wesentlich reduzieren können. «

SIEMENS
Ingenuity for life



Elektrifizierungsprogramm von Banedanmark in Dänemark 2016 bis 2026

SIEMENS
Ingenuity for life



Frei verwendbar © Siemens Mobility GmbH 2018

Seite 3

OEVG Kongress/ EP Dänemark – Sicat SX / Dr. Dölling

Quelle: Søren T. Laursen, BDK

MOTPERE

Elektrifizierungsprogramm (EP) von Banedanmark wird binnen 10 Jahren mindestens 1300 Gleis-km neu elektrifizieren.

SIEMENS
Ingenuity for Life



Vision von Banedanmark

- Durchführung des EP als ein Gesamtpaket (Design & Build)
- Einführung eines neuen Bahnstromsystems auf Basis einer funktionalen Ausschreibung (inkl. Bonus-/Malus in der Bewertung)
- Aufnahme weiterer z.Z. optionaler Strecken in die Ausschreibung
- Betreiben einer Anlage mit höchster Zuverlässigkeit, Sicherheit, Qualität und Lebensdauer

Start des Programms: 2012

Techn. Berater: Cowi/Systra JV

Gegenstand des Elektrifizierungsprogramms:

- 1362 Gleis-km (856 Strecken-km) bis 2026 zu elektrifizieren
- Auslegungsgeschwindigkeit der Oberleitung: 200 / 250 km/h
- 13 Unterwerke (2x25 kV) + ca. 42 AT Stationen
- Errichtung und Inbetriebnahme inkl. Fernsteuerungseinrichtungen



Quelle: Søren T. Laursen, BDK , Kartenstand 03/2015

Banedanmark wird in 10 Jahren mindestens 9 Teilprojekte zzgl. Erweiterungsoptionen im EP abwickeln!

9 Teilprojekte (rot markiert)		
Teilprojektnr. / Fertigstellung	Strecke von – nach	Streckenlänge (ca.)
1 / 2017	Esbjerg – Lunderskov	2 x 59 km
2 / 2018	Copenhagen – Ringsted	2 x 60 km
3 / 2019	Køge Nord – Næstved	45 km
4 / 2019-21	Ringsted – Holeby	2 x 115 km
5 / 2022-24	Roskilde – Kalundborg	118 km
6 / 2021-23	Fredericia – Aarhus	2 x 109 km
7 / 2021-23	Aarhus – Aalborg	2 x 140 km
8 / 2024-26	Vejle – Struer	130 km
9 / 2023-25	Aalborg – Frederikshavn	85 km

Errichtung beginnend Februar 2016 bis 2026
 Arbeitsvorbereitung beginnend 2014 bis 2024
 6 Teilprojekte als Option (orange markiert)



Anforderungen an die Bahnelektrifizierung im EP Dänemark sind spannend und herausfordernd!

SIEMENS
Ingenuity for life



- **25 kV Elektrifizierung**
überwiegend mit Rückleiter (Verzicht Einzelmasterdung) und 2 x 25 kV System mit Autotransformatorensystem
- **100 Jahre Lebensdauer für die Masten**
Verwendung von COR-TEN Baustahl → spezielle Konstruktionen für Anbauteile notwendig!
- **Betonfertigteilefundamente**
Unterschiedliche Längen / Abmessungen → Einbringung durch Rammverfahren; bei schwierigen Bedingungen Einbringung in Großrohre
- **überwiegend Elektrifizierung im Bestand**
1) technologische Anpassungen an kurze Installationszeiten in der Nacht; 2) Lichte Höhe vieler Bauwerke kritisch! 3) Update der Bestandspläne!
- **Anpassung an Sonderwünsche...**
eine OL-Type für alle Hauptgleise- und Nebengleise, div. Fzg.-Konfigurationen mit bis zu 5 PAN, ...



Strecke 01 Esbjerg – Lunderskov mit v_{\max} 180 km/h wurde erfolgreich im April 2017 an BDK übergeben.

SIEMENS
Ingenuity for life



Frei verwendbar © Siemens Mobility GmbH 2018

Seite 7

OEVG Kongress / EP Dänemark – Sicat SX / Dr. Dölling

MOTPERE

Impressionen und Daten der Strecke 01 Esbjerg – Lunderskov

- 59 km zweigleisige Elektrifizierung
- Bau: November 2016..Februar 2017
- (nur)1614 Maste und Fundamente errichtet
- 2 Unterwerke & 2 AT Stationen
- 5 Wochen Testfahrten
- Übergabe an BDK 21. April 2017



Frei verwendbar © Siemens Mobility GmbH 2018



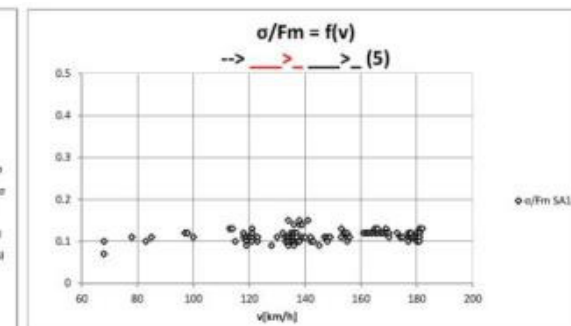
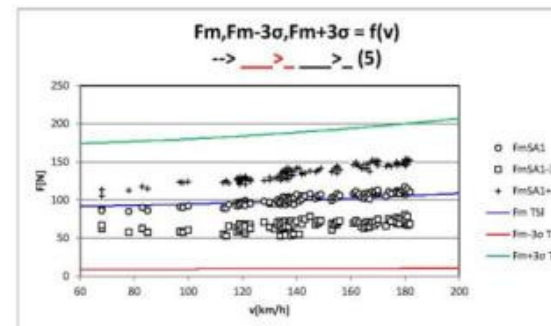
Inbetriebsetzungs- und Erprobungsphase der Strecke 01 Esbjerg – Lunderskov endet mit tollen Ergebnissen der dyn. Messfahrten!

- Umfangreiches Prüfprogramm erarbeitet mit drei Testphasen
- Zustimmung für Inbetriebnahme durch Endkunden, Berater, Aufsichtsbehörde DTA notwendig
- Prüfungen wurden aufgeteilt nach Zuständigkeit durchgeführt (BDK & EPAS)
- **Phase 1:** statische Prüfungen
- **Phase 2:** Schnittstellenprüfungen und Zuschaltung
- **Phase 3:** stationäre Prüfungen und Befahrung



Messstromabnehmer: SSS400 auf Triebzug IR4 mit 76,5 m Abstand.

Alle Messungen bestätigen Einhaltung der Anforderungen nach TSI ENE 1301/2014 selbst bei Spannweiten bis zu 103 m und 180 km/h!

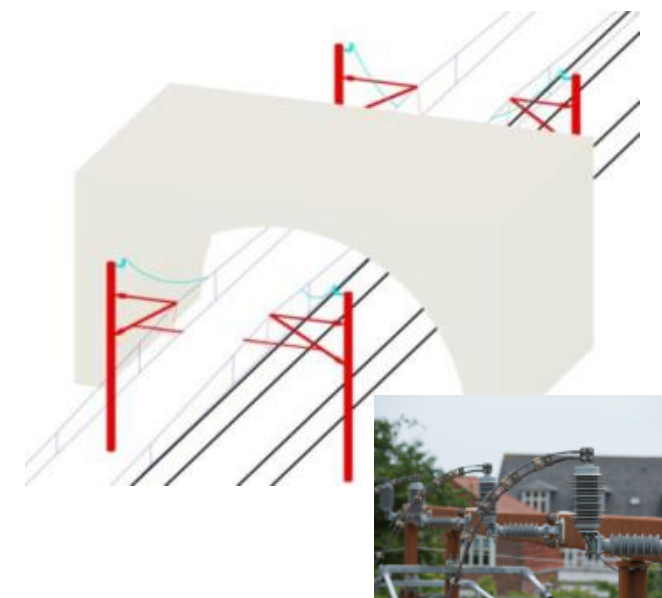


Viele Bestandsbrücken sind durch Einsatz von ÜS-Ableitern auch bei Elektrifizierung im Bestand ohne Anpassungen nutzbar!

SIEMENS
Ingenuity for life



Der Schlüssel zum Erfolg:
Absenkung der Blitzstoßspannung durch ÜS-Ableiter, dadurch kürzere Mindestluftstrecken (150 / 100 mm)!



Frei verwendbar © Siemens Mobility GmbH 2018

Seite 10

OEVG Kongress / EP Dänemark – Sicat SX / Dr. Dölling

MOTPERE

**Strecke 02 Kopenhagen – Ringsted wird gerade mit v_{\max} 250 km/h
in Betrieb genommen und wird Ende 2018 an BDK übergeben.**

SIEMENS
Ingenuity for life



Frei verwendbar © Siemens Mobility GmbH 2018

Seite 11

OEVG Kongress/ EP Dänemark – Sicat SX / Dr. Dölling

MOTPERE

Impressionen und Daten der Strecke 02 Kopenhagen – Ringsted

- 60 km zweigleisige Elektrifizierung HGV / Neubau inkl. 3 Tunnel
- Bau: September 2017..August 2018
- rund 1700 FL-Stützpunkte errichtet (max. Längsspannweite: 103 m)
- Toleranzen: analog Re250
- 1 Unterwerk & 3 AT Stationen
- Übergabe an BDK Ende 2018



DB Systemtechnik hat am 2.11.2018 mit BR 182 in Doppeltraktion bei Hochtastfahrten mit 253,7 km/h den dänischen Geschwindigkeitsrekord mit Oberleitung Sicat SX auf Section 02 gebrochen!

SIEMENS
Ingenuity for life



Standard-Stromabnehmer der BR 182: nachlaufend im Spießgang, 98,5 m Abstand.

Quelle: <https://youtu.be/031oCN-LI6s>

Highlights / Lowlights...

SIEMENS
Ingenuity for life



Frei verwendbar © Siemens Mobility GmbH 2018

Seite 14

OEVG Kongress/ EP Dänemark – Sicat SX / Dr. Dölling

MOTPERE

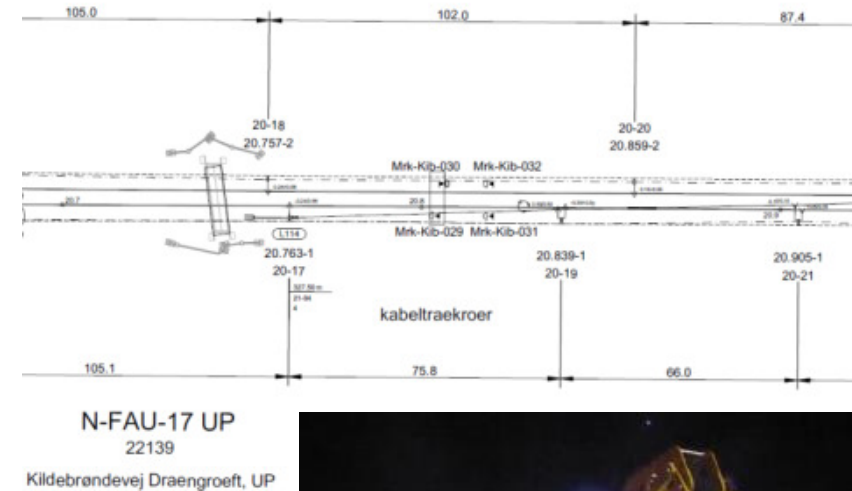
“Highlights”

Verbesserter, gemeinsamer EN-Prozess verbessert die Zusammenarbeit in den Teilprojekten und lässt Lessons Learned von den Altprojekten einfließen!

- „Alle im gleichen Boot!“
- Datenqualität und -format
- Sorgfältige Prüfung der Inputdaten während 3 Monatsfrist
- Kompetenzaufbau (im Konsortium und beim Kunden)
- Sondierungen / Testaushub auf Basis Entwurfsplanung
- Ergebnis der Sondierungen führt ggf. zu Anpassungen mit Fokus auf Realisierbarkeit/Kosten.

70 Arbeitstage für Ausführungsplanung von Strecken sind sportlich – aber mit qualifizierten Mitarbeitern, Know-How und geeigneten Tools zu schaffen!

- Inkl. Entwurfsplanung für Sondierung der Standorte
- Ausführungsplanung inkl. Anpassungskonstruktionen
- Sicat Master als Planungstool mit Export in BIM-Tools (Sec. 02)



“Highlights” II

Lernkurve zwischen BDK-Siemens-Aarsleff durchlaufen – Arbeitsklima extrem verbessert

- Gegenseitige Erwartungshaltungen
- Kompetenzaufbau mit Projektfortschritt sichtbar
- Transparenz auf Konsortiumebene (z.B. Eventsystem)
- Aarsleff entwickelt seine Installationsmethoden zusammen mit Siemens weiter (Basis: langfristiger Vertrag); konsequente Nutzung von Candrop!
- Supervision & Inbetriebnahmevorschriften von Siemens werden nicht mehr als „Misstrauen“ des Baupartners aufgefasst
- Digitalisierung schafft Transparenz und Effizienz!

Sicat SX „light“ sehr gute Option als Fahrleitung für Nebengleise

- Absenkung der Zugkraft auf 10/10 kN in Fahrdraht und Tragseil und lotrechter Bauweise (sonst identisches Design)
- Einsatz bei kleinen Radien, Weichen... bis zu 160 km/h
- TSI approval für Sicat SX light, fehlerhafte Deklaration der Gleise verhindert (noch) weiteren Einsatz



Problem an Radspanner 8WL5071 (1:1,5) verursachte kurzzeitige Betriebsunterbrechung auf Strecke 01 mit „Rollkur“ der bereits gelieferten Radspanner!

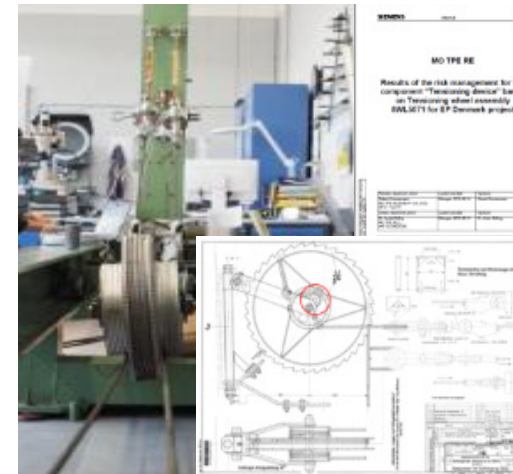


Section 01 wurde für elektrischen Zugbetrieb kurzzeitig gesperrt.

Section 02 wurde mit Drahtklemmen gesichert zur Fertigstellung des Projekts!

Trotz erfahrener Konstrukteure, Reviews und Anlehnung an bereits erprobte Technologien fallen manche Fehler leider (!!!) erst beim produktiven Serieneinsatz durch Verkettungen auf...

Man wird aber letztendlich daran gemessen, wie man mit Fehlern umgeht und wie man diese löst!
Wiederinbetriebnahme der Strecke 01 am 13.8.2018!



Maßnahmen:

- Sicherungsmaßnahmen
- 8D-Report & RC-Analyse
- CSM-RA (für Certifer SA)
- Entwicklung, Test und Qualifizierung
- Umrüstung / Umbau

Reaktion der Presse in DK



Kein Sicat SX Problem – konstruktives Detailproblem!

Zusammenfassung

SIEMENS
Ingenuity for life



Frei verwendbar © Siemens Mobility GmbH 2018

Seite 18

OEVG Kongress/ EP Dänemark – Sicat SX / Dr. Dölling

MOTPERE

Teamwork, Vertrauen, Offenheit, Lessons Learned und langfristige vertragliche Bindung sind die Basis im EP für eine gemeinschaftliche technisch-wirtschaftliche Projektabwicklung!

» **Funktionale Ausschreibungen** mit größerem Leistungsumfang förderten Innovationen, während die **Kosten** für den Infrastrukturihaber im EP Dänemark in alle Gewerken am Beispiel der Sektion 02 **ca. 10 % unterhalb der Budgets** liegen. «

» **Neue Materialien, Digitalisierung** und **Methoden** ermöglichen **technische Verbesserungen** selbst bei extremen Lebensduranforderungen. Das belegt das Project EP Dänemark und die **Oberleitung Sicat SX**. «

» **Proaktive** und gemeinsame Fehleranalyse und –behebung von **Siemens** mit **Kunden** führte zur positiv wahrgenommenen **Problemlösung** und Minimierung der Auswirkungen! «

» **Exzellente Kontaktgüte** bei unterschiedlichen Stromabnehmerkonfigurationen und bis zu **103 m Spannweite**, 2-feldiger Nachspannungen, div. Absenkungen, geringem KW-Gewicht, ... **Sicat SX** schafft neue **Maßstäbe!** Positive Erwartung zu LCC & Liegedauer FD! «

Aktueller Stand des Elektrifizierungsprogramms (EP) in Dänemark – Oberleitung Sicat SX. Neuer Maßstab der Bahnelektrifizierung!

SIEMENS
Ingenuity for life



Dr. Andre Dölling

OCL Senior Key Expert, Consultant and Trainer
MO TPE RE 2

Mozartstrasse 33 b
91052 Erlangen

Mobile: +49 152 09026336

E-mail:

andre.doelling@siemens.com

Die größte Energie,
die uns antreibt neue Wunder zu entdecken,
ist immer die Neugier.

[siemens.de/rail-electrification](https://www.siemens.de/rail-electrification)