

Der Einsatz der Simulationssoftware Sicat® Dynamic bei der Projektierung von Oberleitungsanlagen für den Nah- und Fernverkehr und bei der Zulassung von Fahrzeugen in Verbindung mit unserem umfassenden System-Know-how ermöglicht zuverlässige Voraussagen zum Zusammenwirken von Oberleitungsanlagen mit Stromabnehmern.

## Merkmale

- Flexible und genaue Abbildung aller Komponenten der Oberleitung
- Dank der hohen Leistungsfähigkeit heute verfügbarer Rechner schnelle und präzise Berechnungen
- Liefert Aussagen, die zuverlässig mit den Messungen der Stromabnahmegüte übereinstimmen
- Erfüllt die Anforderungen der EN 50318 zur Validierung von Simulationssystemen für das dynamische Zusammenwirken zwischen Stromabnehmer und Oberleitung

## Berichtssprachen

Berichte können standardmäßig in deutsch und englisch ausgegeben werden. Weitere Berichtssprachen sind möglich.

# Anwendungsgebiete

Bei der Entwicklung und Konformitätsbewertung von Oberleitungsanlagen ist heute die Simulation des Zusammenwirkens der Oberleitung mit dem Stromabnehmer unverzichtbar.

Der Einsatz von Sicat Dynamic ermöglicht:

- · Konformitätsbewertung der Oberleitung
- Reduktion des Messaufwands und der damit verbundenen Kosten bei der Zulassung von Triebzügen mit vielen Kombinationsmöglichkeiten der Stromabnehmer
- Erhöhung der Kettenwerksqualität
- · Gleichmäßigere Stromabnehmerabnutzung

### Typische Szenarien

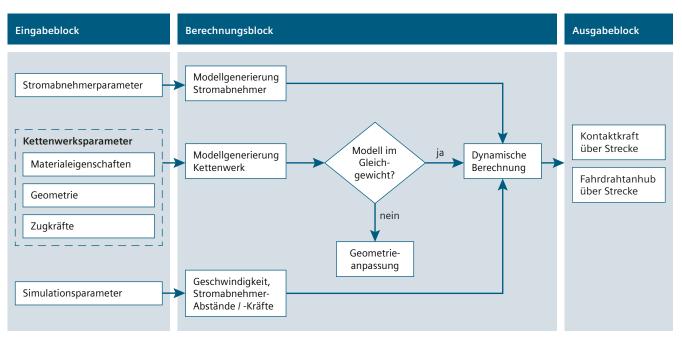
- Entwicklung von Oberleitungen für höchste Geschwindigkeiten bis 350 km/h
- Untersuchung spezieller Konfigurationen (Tunneloberleitungen, Weichenoberleitungen mit Kreuzungsstab, Stromschiene, seitenhalterlose Oberleitung)
- Simulationen im Rahmen von TSI-Zertifizierungen für verschiedene Oberleitungssysteme und Fahrzeuge in unterschiedlichen Zugkombinationen

# Programmstruktur

Die zur Beschreibung des Kettenwerks benötigte, durch Kräfte und Zwangspunkte definierte Geometrie und die Materialeigenschaften werden in Sicat Dynamic eingegeben. Die Koordinaten der zwischen den Zwangspunkten liegenden Knoten werden programmintern geprüft und gegebenenfalls korrigiert, bis das Kettenwerksmodell sich genau im statischen Gleichgewicht befindet.

Ausgehend von diesem Gleichgewichtszustand kann die Befahrung unter folgenden vorgegebenen Bedingungen simuliert werden:

- · Fahrgeschwindigkeit
- · Zahl und Abstand der Stromabnehmer
- · Kräfte auf die Stromabnehmer
- Stromabnehmertyp



Programmstruktur Sicat Dynamic

# Eingabeblock

Mit Hilfe genauer Eingangsdaten werden sowohl das Kettenwerk als auch der Stromabnehmer präzise modelliert.

Folgende Daten werden eingegeben:

## Eingabedaten

### Stromabnehmerparameter (entsprechend des 3-Massen-Modells)

- Massen
- Federsteifigkeit
- Dämpfung
- Reibung

### Kettenwerksparameter

- · Fahrdraht: Anzahl, Material, Querschnitt, Zugkraft
- Tragseil: Anzahl, Material, Querschnitt, Zugkraft
- Y-Beiseil: Anzahl, Material, Länge, Querschnitt, Zugkraft
- · Hänger: Material, Querschnitt
- · Klemmen: Masse
- Seitenhalter: Länge, Masse
- · Geometrie:
  - Feldlängen
  - Hängerteilung
  - Systemhöhen
  - Fahrdrahthöhe
  - Vordurchhang
  - b-Maße für Fahrdraht und Tragseil
  - Nachspannlänge
  - falls zwei Nachspannlängen: Hochzug und Abstand im Parallelfeld
- Für alle Materialien: Dichte, Elastizitätsmodul, Poissonzahl, Temperaturkoeffizient (nur bei fest abgespannten Kettenwerken)

#### Simulationsparameter

- · Befahrgeschwindigkeit
- · Zahl und Abstände der Stromabnehmer
- Statische, aerodynamische Kräfte und aerodynamische Korrekturkräfte
- Stromabnehmertyp
- Auswertebereich
- Temperatur der Seile und Drähte (nur bei fest abgespannten Kettenwerken)

# Berechnungsblock

Im Standardmodell werden keine Toleranzen in Oberbau und Oberleitung, keine thermischen Einflüsse und nur gerade Strecken berücksichtigt. Bei Simulationen im Bogen werden zusätzlich Gleiskoordinaten und Überhöhung benötigt. Für die Modellierung der Überlappung werden der Höhenverlauf und der seitliche Verlauf der Fahrdrähte sowie die Tragseilhöhen an den Stützpunkten benötigt:

## Überlappung

- Fahrdrahthöhen an den befahrenen Stützpunkten (normalerweise Nennfahrdrahthöhe)
- Fahrdrahthöhen an den hochgezogenen Stützpunkten
- Form des Hochzuges (quadratisch, kubisch, etc.)
- · Fahrdrahthöhe an der Abspannung
- · Seitenlage der Fahrdrähte an den gleichen Stützpunkte
- Abstand der Doppelausleger an den mittleren Stützpunkten
- Systemhöhen in der Überlappung
- Angabe der Stützpunkte ohne Y-Beiseil oder mit modifizierter Ausführung des Y-Beiseils

# **Ausgabeblock**

Die für die Befahrgüte maßgeblichen Größen Fahrdrahtanhub und Kontaktkraftverlauf werden ermittelt und können grafisch ausgegeben werden. Dies erlaubt die Angabe der kritischen ("worst-case") Kombinationen, für welche Messfahrten durchgeführt werden sollten.

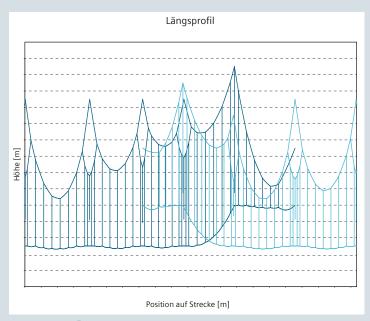
### Ausgaben

## Kontaktkraft Fc über Strecke = Fc (x):

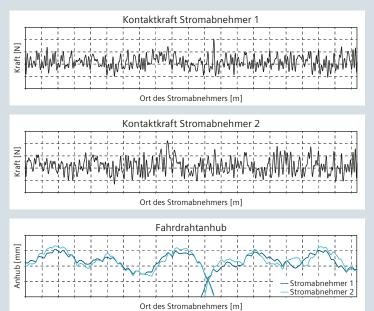
- Mittelwert Fm
- Standardabweichung σ sowie σ / Fm (Bewertungsgröße nach EN 50367)
- Statistisches Maximum und Minimum der Kontaktkraft Fm  $\pm 3\sigma$
- Aktuelles Maximum und Minimum der Kontaktkraft

## Anhub y des Fahrdrahts über Strecke = y (x):

• Maximaler Anhub am Stützpunkt



Längsprofil an Überlappung



Kontaktkraft und Fahrdrahtanhub über Strecke

# Anwendungsbeispiel Fahrzeugzulassung

Wenn mehr als ein Stromabnehmer eingesetzt wird, wirken die nachlaufenden Stromabnehmer mit einem bewegten Fahrdraht zusammen, was im Allgemeinen zu einer Verschlechterung der Kontaktgüte führt.

Insbesondere bei der Zulassung von Triebzügen ergibt sich ein hoher Aufwand für den Nachweis der Konformität, da im Prinzip alle möglichen Zugzusammenstellungen und damit unterschiedlichen Stromabnehmeranordnungen geprüft werden müssen.

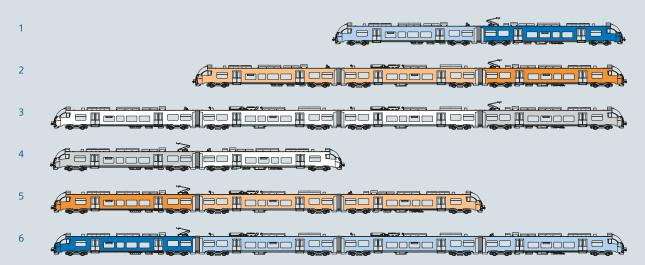
## Kombinatorik bei der Zugbildung

Das Bild zeigt, wie viele Berechnungsfälle sich bereits bei einem aktiven Stromabnehmer ergeben, wenn drei verschiedene Zuglängen zum Einsatz kommen. Die aktiven Triebwagen sind durch dunklere Farben und einen angehobenen Stromabnehmer gekennzeichnet, die Züge fahren nach rechts. Die oberen drei Zeilen zeigen den gleichen Berechnungsfall, da davon ausgegangen wird, dass nachfolgende Wagen keinen Einfluss auf die Anströmung und damit auf die aerodynamischen Kräfte auf den Stromabnehmer haben. In den drei unteren Zeilen dagegen ist

mit unterschiedlichen Kräften zu rechnen, da sich die Anströmung wegen der zusätzlichen Wagen verändern wird. Insgesamt treten also vier zu unterscheidende Fälle auf.

Durch die dynamische Simulation mit Sicat Dynamic können die kritischen Kombinationen identifiziert werden. Je nach Absprache mit der benannten Stelle kann eine Kombination zwischen realen Messungen und Simulationen vereinbart werden, um den Zulassungsaufwand zu reduzieren.

Anzahl Stromabnehmer	Eine Zugart	Zwei Zugarten	Zwei-, Drei- und Vierteiler
1	2	3	4
2	4	11	20
3	8	41	104
4	16	153	544
5	32	571	2.881



Berechnungsfälle bei Einfachtraktion für Zwei-, Drei- und Vierteiler; Fahrtrichtung nach rechts; Fall 1 bis 3: Spießgang, Fall 4 bis 6: Kniegang

© Siemens Mobility GmbH 2018 Alle Rechte vorbehalten

Sicat Dynamic / Produktinformation Nr. A6Z00033489087 / Version 1.0.2

## **Siemens Mobility GmbH**

Otto-Hahn-Ring 6 81739 München Deutschland

Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an:

Siemens Mobility GmbH Turnkey Projects & Electrification Rail Electrification Mozartstraße 33b 91052 Erlangen Deutschland

electrification.mobility@siemens.com www.siemens.de/rail-electrification

Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Die Informationen in diesem Dokument enthalten lediglich allgemeine Beschreibungen bzw. Leistungsmerkmale, welche im konkreten Anwendungsfall nicht immer in der beschriebenen Form zutreffen bzw. welche sich durch Weiterentwicklung der Produkte ändern können. Die gewünschten Leistungsmerkmale sind nur dann verbindlich, wenn sie bei Vertragsschluss ausdrücklich vereinbart werden.