

Haltestellenkanten optimieren mit der GEOPAC Hüllkurve

Axel Elmer

Hüllkurvenberechnungen dienen schon lange nicht mehr nur zur Ermittlung des von fahrenden Schienenfahrzeugen beanspruchten Verkehrsraums in 2D. Die 3D-Hüllkurvenberechnung der Produktlinie GEOPAC der Düsseldorfer GEO DIGITAL GmbH unterstützt den ambitionierten Verkehrsplaner effektiv bei der Planung von Haltestellenkanten und bei der Überwachung des benötigten Verkehrsraums gegenüber Tunnelwänden und -decken als räumliche Aufgabenstellung.

Schienenfahrzeuge sind spurgeführt und beanspruchen einen an ihrer Fahrzeuggeometrie und dem Spurverlauf orientierten Verkehrsraum. Für einen sicheren Betrieb ist dieser Verkehrsraum von jeglichen Hindernissen und Einbauten freizuhalten. Wiederkehrende Begrifflichkeiten in diesem Zusammenhang sind „Hüllkurve“ und „Lichtraum“. Die Hüllkurve, die im Rahmen von Straßenbahn-/Stadtbahnplanungen gemäß Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen (BOStrab) Anwendung findet, beschreibt den tatsächlichen Raum, den ein Fahrzeug auf dem vorgegebenen Fahrweg benötigt. Hingegen definiert der (Regel-)Lichtraum nach Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO) einen freizuhaltenen Raum, innerhalb dessen sich ein Fahrzeug bewegen darf. Wesentliche Einflüsse auf die Fahrzeugkinematik haben hierbei die Gleisgeometrie mit der Krümmung der Gleisachse im Grundriss, die örtlichen Überhöhungen der Gleise und ggf. vorhandene Anrampungen sowie die Längsneigung im Aufriss (Gradiente).

Klassisch in 2D

Bei der klassischen 2D-Variante werden in einem ersten Schritt an den vorgegebenen Untersuchungsschnitten (Stationsintervallen) die maximalen seitlichen Wagenauslässe ermittelt, bevor diese Punkte anschließend in den Grundriss projiziert und miteinander gradlinig als Polygonzug zur sogenannten „wahren“ Hüllkurve verbunden werden. Die so erzeugten Hüllkurven lassen sich wahlweise entweder rein visuell auf Plausibilität, z.B. für einen Begegnungsfall bei Parallelgleisen, oder auf Engstellen zu Signalanlagen oder sonstigen Einbauten überprüfen. Sofern gewünscht lässt sich ein Sicherheitszuschlag zur Berücksichtigung möglicher Wankbewegungen des bewegten Fahrzeugs („Wackelraum“) mittels einer Parallelkontur (z. B. 15 cm) zur bereits berechneten Hüllkurve erzeugen. Neben der rein visuellen Prüfung bietet dieses Verfahren auch die Möglichkeit einer automatisierten 2D-Engstellenanalyse auf Unterschreitungen mit frei definierbaren Grenzwerten. Weiterhin ist eine grafisch animierte Darstellung des Fahrzeugs

auf dem Gleis möglich; die Position des Fahrzeugs wird für jedes Stationsintervall exakt bestimmt und die Wagenfolge grafisch dargestellt.

Modern in 3D

Bei der modernen 3D-Variante der Hüllkurve werden die als Wagenfolge räumlich modellierten Fahrzeuge ins Gleis gestellt und entsprechend der Simulationsparameter, die Sie für Wagenteilung, Wagenintervall und Stationsintervall vorgeben, schrittweise vorwärts geschoben. An den festgelegten Untersuchungsschnitten (Stationsintervallen) lassen sich über die gesamte Höhe des Fahrzeugs zunächst die jeweiligen seitlichen Wagenauslässe ermitteln. Diese zu Hüllquerschnitten zusammengesetzten Wagenauslässe werden später in Längsrichtung untereinander zu einem räumlichen Hüllschlauch verbunden. So ein Hüllschlauch beschreibt den vom bewegten Fahrzeug tatsächlich benötigten Verkehrsraum dreidimensional. Bezogen auf diesen Hüllschlauch lassen sich die räumlichen Abstände lage- und höhenmä-



Tram-Editor mit grafischer Oberfläche.



Ein Fahrzeug vom Typ GT6N und der von ihm erzeugte 3D-Hüllschlauch.



Untersuchung lage- und höhenmäßig bekannter Mess-/Zwangspunkte auf ihren räumlichen Abstand zum Hüllschlauch bzw. zu Hüllschlauchquerschnitten.

ßig bekannter Mess- und Zwangspunkte einfach ermitteln. Das Ergebnis einer 3D-Zwangspunktanalyse wird sowohl in der Grafik angezeigt als auch als Liste ausgegeben.

Fahrzeugverwaltung

Integraler Bestandteil des Hüllkurvenmoduls ist eine Fahrzeugverwaltung, die bereits eine Auswahl der in den europäischen Verkehrsbetrieben verbreitetsten Fahrzeugtypen einschließlich ihrer Geometrien von Haus aus mitbringt. Unter anderem unterstützt das GEOPAC-Hüllkurvenverfahren neben den gängigen Hochflurfahrzeugen auch die Berechnungsverfahren für bis zu 100-Prozent-Niederflur-Multi-Gelenk-Fahrzeuge mit sänftenähnlich eingehängten Niederflur-Mittelteilen (z. B. die Flexity-Reihe von Bombardier, die Variobahn von Stadler oder auch die Siemens Combino-Serie). Bestehende Fahrzeuge lassen sich somit i.d.R. durch einfaches Anpassen der Fahrzeugabmessungen mit Hilfe des komfortablen Fahrzeugeditors individuell an den eigenen Bedarf anpassen. Auch für die Neuerfassung statisch bestimmter oder unbestimmter Fahrzeuge nutzen Sie den Fahrzeugeditor mit einer grafischen

Oberfläche. Die Fahrzeuge werden im Hintergrund in einer XML-Datei gespeichert. Physikalisch-dynamische Einflussgrößen, wie Geschwindigkeit, Wankbewegungen, Federspiel und Verschleiß durch Spuraufweitungen in Kurven, werden üblicherweise durch pauschale Zuschläge berücksichtigt. Natürlich sind neben einer ganzheitlichen Betrachtung des Fahrzeugs auch individuelle Untersuchungen für einzelne Fahrzeugbauteile, z. B. nur für Stromabnehmer, Fahrgasteinstieg oder Spiegel, möglich.

Ausblick

Die Planung von Straßen-, Stadtbahn- und U-Bahn-Haltestellenkanten oder die regelmäßige Überwachung des benötigten Verkehrsraums zu Tunnelwänden und -decken aufgrund möglicher Veränderungen des Bauwerkes, dem langsamen Neigen eines Mastes oder durch Verschiebungen der Gleislage zählt seit jeher zu den regelmä-

ßig wiederkehrenden und aufwendigeren Aufgaben von Verkehrsbetrieben bzw. von ihnen dazu beauftragter Ingenieurbüros. Derartige Planungs- und Überwachungsaufträge lassen sich mit der GEOPAC 3D-Hüllkurvenberechnung unter Einsatz der dreidimensionalen Zwangspunktanalyse künftig erheblich effizienter durchführen. Möchten Sie mehr über die 3D-Hüllkurvenberechnung und die GEOPAC Produktlinie erfahren? Wir informieren Sie gern.

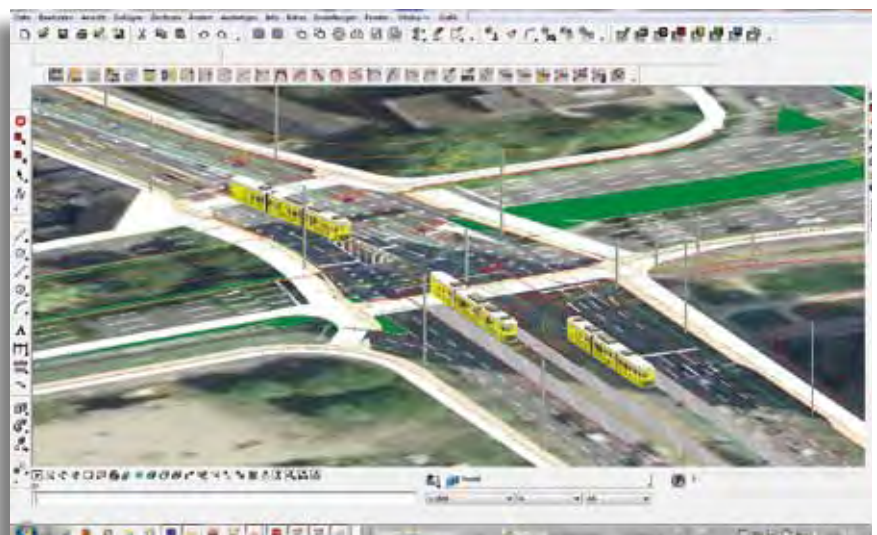
Übrigens: Unser Hüllkurven Know-how kommt auch bei der neuen GEOPAC-Hüllkurve für CARD/1 zum Einsatz (siehe Seite 27).



GEO DIGITAL GmbH
 Vogelsanger Weg 80
 40470 Düsseldorf
 Telefon +49 (0) 211/52 28 83-0
 Telefax +49 (0) 211/52 28 83-99
 info@geodigital.de
 www.geodigital.de
 twitter.com/GEODIGITALGmbH
 facebook.com/geodigital



Hüllquerschnitt als Fahrzeugbegrenzungslinie (benötigter Verkehrsraum) im umgebenden Tunnelquerschnitt.



Die Planung von Straßen-, Stadtbahn- und U-Bahn-Haltestellenkanten erfolgt in 3D.