

# BIM-Methodik für den Bau von Eisenbahnstrecken

## Open BIM Workflow unter Verwendung von card\_1

**THIES RICKERT**

**Die Deutsche Bahn AG (DB AG) ist nach eigener Einschätzung die Vorreiterin bei der Einführung der BIM-Methodik im Verkehrswegebau. Dabei sind die Pilotprojekte der DB Station&Service AG denen der Streckenbauvorhaben der DB Netz AG weit voraus. Was wohl auch daran liegt, dass die Erdkrümmung auf einer Fläche von 5 x 5 km<sup>2</sup> eher vernachlässigt werden kann. Für ein längeres Streckenprojekt, welches mitunter Bahnsteige, Brücken und Tunnel umfasst, kommt man nicht ohne Koordinatentransformationen aus. Der Open BIM Workflow zeigt, wie man dieses und andere Probleme in den Griff bekommt.**

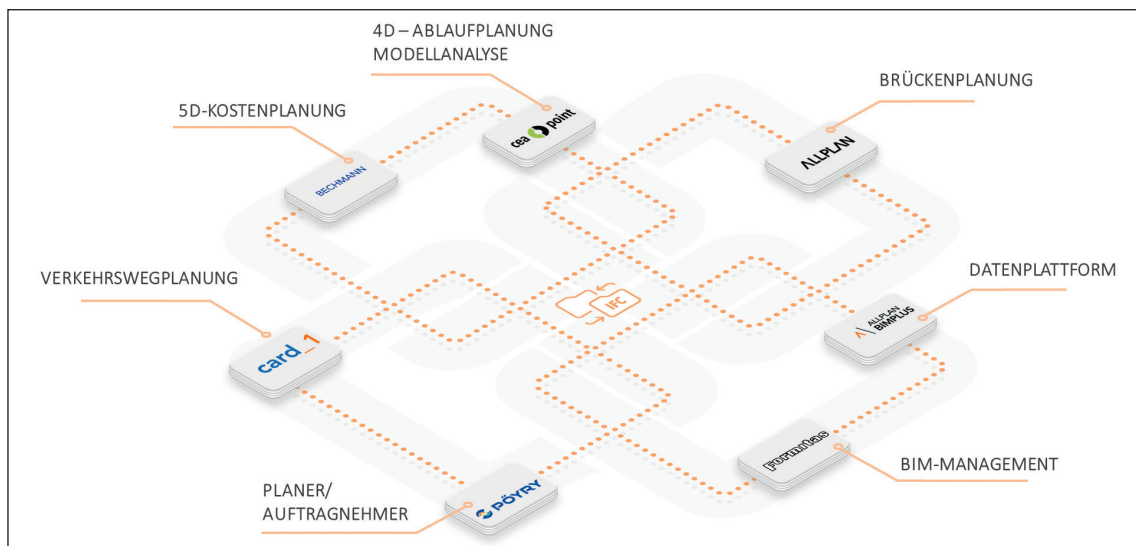
### BIM-Pilotprojekte der DB Netz AG

Die BIM-Pilotprojekte (Building Information Modeling, BIM) der DB Netz AG befassen sich in der Regel mit der 3D-Bestandsaufnahme, mit der 3D-Bestandsmodellierung und mit der gewerkeübergreifenden 3D-Planung. Die Visualisierung ist ebenfalls fast immer beauftragt. Sie ergibt sich mit den üblichen Anforderungen quasi automatisch aus der Vergabe von Farben und Mustern (Materialien) für die erzeugten Raumkörper. Auch farbige Punktwolken visualisieren sich selbst. Bei digitalen Geländemodellen (DGM) wird mit gemappten Orthofotos gearbeitet. Dabei wird die Modellierung sehr unterschiedlich vorge-

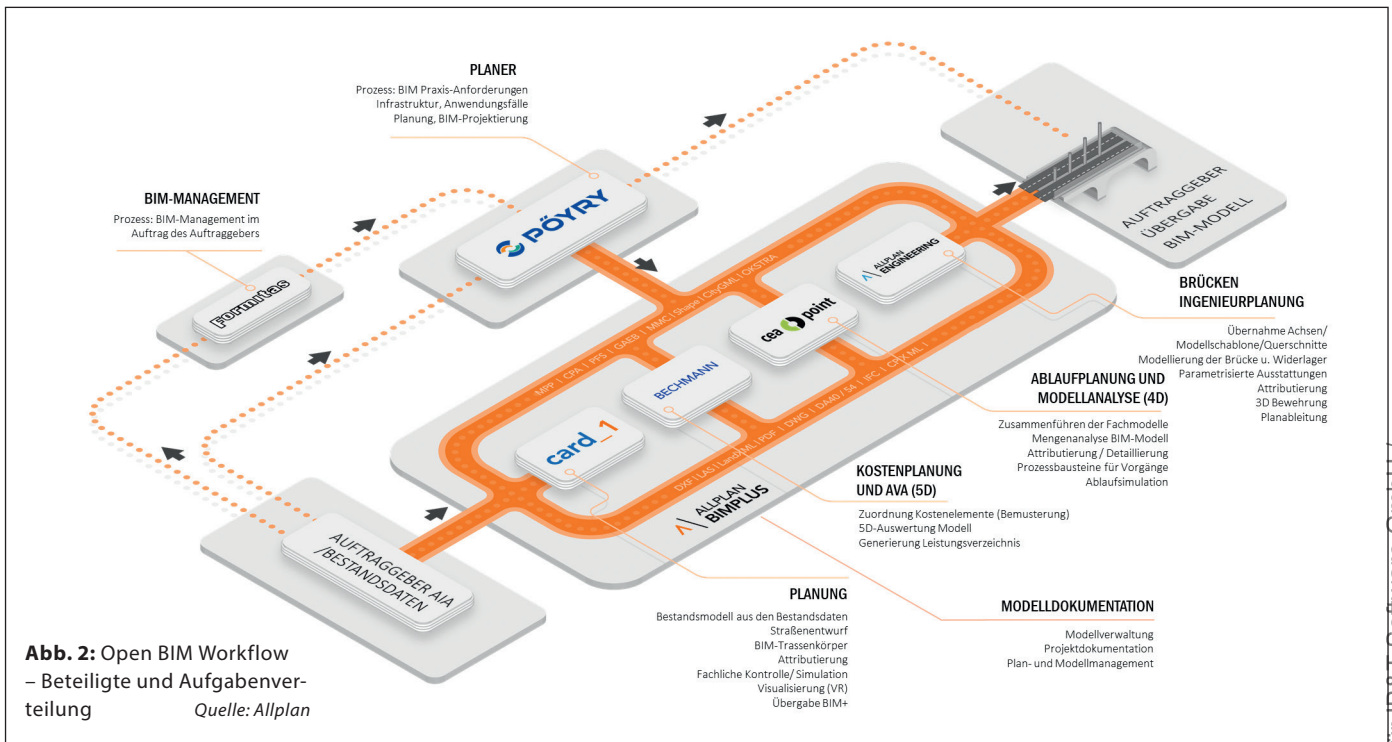
nommen. Während beim Projekt „Emmerich-Oberhausen“ nur eine Nachmodellierung auf der Basis von freigegebenen 2D-Plänen erfolgt, wird beim Projekt „Knoten Bamberg“ ganz auf die konventionelle Planung für die Phasen „Entwurf“ und „Genehmigung“ verzichtet. Hier sollen die für die Genehmigung erforderlichen Planunterlagen aus dem 3D-Modell abgeleitet werden, eine anspruchsvolle Aufgabe, zu der außer dem card\_1-Ansatz kaum Lösungsideen bekannt sind. Münden soll das Ganze in eine 3D-Gesamtmodellerstellung. Das 3D-Gesamtmodell ist eine notwendige Voraussetzung, um im BIM-Prozess weitere Anwendungsfälle durchführen zu können. Von großer Bedeutung sind hier natürlich die Planungsphasen. Es ist ein Unterschied, ob man in der Vorentwurfsplanung zwar die Kosten für verschiedene Varianten ermittelt, aber in der Bewertung nur die Differenzkosten für die Entscheidung verwendet. Oder ob man in der Ausführungsplanung die detailliert modellierten 3D-Bauwerksobjekte direkt mit den sich ergebenden Mengen zur Leistungserstellung verwendet. Auch beim Anwendungsfall „Kollisionskontrolle“ ist die Planungsphase von großer Bedeutung. Sehr grobe Kollisionen, die man bereits in der Vorentwurfsplanung in der 3D-Ansicht erkennen kann, werden wahrscheinlich ohnehin bekannt sein. Die Detailprobleme, die man bisher in der Ausführungsplanung der Baufirma überlassen hat, werden zukünftig das Planerdasein bzw. den Alltag der Softwarelieferanten bestimmen.

Darüber hinaus schafft die automatisierte Auswertung der Kollisionskontrolle mit dem Bestand Probleme. Nachdem die Software die physikalische Kollision mit einem Bestandsobjekt erkannt hat, muss entschieden werden, ob es abgeräumt wird (kompletter Rückbau), ob es teilweise stehenbleiben kann (Teilrückbau), was vielleicht zu einem weiteren Teilprojekt führt, oder ob es einen Zwangspunkt darstellt (echte Kollision). Diese Entscheidung kann das Programm eigentlich nur automatisch fällen, wenn das Objekt zuvor bereits mit einem aussagekräftigen Attribut ausgestattet wurde. Dies ist allerdings nicht einfach zu vergeben, eine a-priori-Annahme, dass alle Bestandsobjekte, die zu Kollisionen führen, abzuräumen sind, löst vielleicht das Mengenproblem, ersetzt jedoch nicht die Einzelfallkontrolle. Hier ist der Planer also in jedem Fall gefordert. Weitere Anwendungsfälle, die mit den BIM-Pilotprojekten vorangebracht werden sollen, sind die modellbasierte Darstellung des Bauzeitenplanes (4D-Modellierung) und des Kostenverlaufes (5D-Modellierung). Über die genaue Verwendung der 4D- und 5D-Modelle ist bisher wenig bekannt. Es scheint so, als würden diese Ergebnisse nur erstellt und abgegeben, um den Vertragsgegenstand zu erfüllen. Ob sie genutzt werden oder im Prozess zum Einsatz kommen, ob der wöchentliche und gar tägliche Baufortschritt zurückfließt und die Kontrolle der Bauzeiten und der Kosten ermöglicht – es ist alles völlig offen, da noch kein BIM-Modell für den Bau verwendet wurde. Auch softwaretechnisch

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für IB&T Software GmbH / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten genehmigt von DVV Media Group, 2019



**Abb. 1:** Open BIM Workflow – Baustein IFC *Quelle: Allplan*



existieren hier nicht gelöste Anforderungen, zum Beispiel die teilprojekt-, gewerke- und phasenübergreifende Identifizierung von Objekten. Insgesamt lässt sich feststellen, dass sich von den drei BIM-Phasen „Planen“, „Bauen“ und „Betreiben“ nur das „Planen“ im konkreten Test befindet, hierzu gehört auch die Bestandsmodellierung. Das „Bauen“ wird bestenfalls vorbereitet und das „Betreiben“ ist noch weit weg. Bisher wurden hauptsächlich organisatorische Erkenntnisse für die modellbasierte Kollisionsprüfung und die Anforderungen an die technische Koordination der Prozesse gewonnen.

### Open BIM Workflow – Partner und Aufgaben

Die Pilotprojekte zeigen, dass es „die“ BIM-Lösung zurzeit nicht gibt. Deswegen muss der BIM-Prozess offen für alle Beteiligten sein. Nur so kann sich die technisch beste Lösung am Ende durchsetzen. Dazu wird als erstes eine nichtproprietäre, also herstellerunabhängige Schnittstelle benötigt. Dies soll und wird die IFC-Schnittstelle (Industry Foundation Classes) sein. Deswegen ist beim Open BIM Workflow auch die IFC-Schnittstelle der zentrale Baustein. Via IFC erfolgt der Datenaustausch für alle HOAI-Phasen zwischen den Gewerken und den Teilprojekten (Abb. 1).

An der IFC-Modellierung wird derzeit auf internationaler Ebene sehr engagiert gearbeitet. Eine Bestandsaufnahme zum aktuellen Status wird im Herbst vorliegen. Solange der IFC-Standard nicht verwendbar ist, muss mit Platzhalterobjekten, sogenannten Proxies, gearbeitet werden. Damit ist die geometrische Information für die meisten Anwendungsfälle mit gleicher Qualität übertragbar. Die automa-

tische Auswertung erfolgt über die transportierten Attribute. Je besser die Attribute standardisiert vergeben werden, desto weniger händische Nacharbeit ist erforderlich.

An beiden Enden der Prozesskette steht der Auftraggeber. Er erteilt den Auftrag, stellt die Bestandsdaten bereit, ist verantwortlich für die Auftraggeber-Informationen-Anforderungen (AIA) und bestimmt letztendlich, was wie wann geliefert werden muss. Dies ist vom Grundsatz her zukünftig nicht anders als heute. Im Detail liegen dazwischen Welten. Eine Unterstützung kann erforderlich werden, diese leistet ggf. im Auftrag des Auftraggebers das BIM-Management.

Hauptglied der Prozesskette ist der Allgemeinplaner, hier am Beispiel die Firma Pöryry, der im BIM-Abwicklungsplan beschreibt, wie die hohen Anforderungen an den BIM-Prozess erfüllt werden. Er bedient sich verschiedener Spezialisten für die unterschiedlichen Anwendungsfälle. „card\_1“ ist dabei der Allrounder für die Bestandsmodellierung, für die attributierte 3D-Planung und für die erforderlichen Koordinatentransformationen. Beispielhaft werden mit der Lösung „Allplan Engineering“ die Ingenieurbauwerke geplant und BIM-gerecht aufbereitet. Für die Zusammenführung der Fachmodelle, für die 4D-Modellierung, für die fortgeschrittene Attributierung, falls Sonderfälle noch nicht ausreichend unterstützt worden sind, und für die Bauablaufplanung wird „DESITE MD“ genutzt. Die Kosten werden verwaltet durch „Bechmann AVA“. Diese Software wird auch genutzt, um die 5D-Modellierung zu erstellen und das Leistungsverzeichnis zu generieren (Abb. 2). Als Common Data Environment steht „Allplan BIMPLUS“ bereit. Hier können die Dateien aller Teilprojekte und Gewerke für alle Planungs-

phasen up- und natürlich auch wieder downgeloadet werden, sofern die entsprechende Lizenz dafür vorhanden ist. Dies ist auch das Tool, welches für die Projektdokumentation und für Videokonferenzen verwendet wird.

### Koordinationsmodell und Koordinatentransformationen

Im Koordinationsmodell laufen die Fäden zusammen. Die Beteiligten verwenden unterschiedliche Systeme und unterschiedliche Datenmodelle. Aber am Ende müssen alle Gewerke und alle Teilprojekte in einem System gemeinsam visualisiert und verwaltet werden. Anders ist keine durchgreifende Kollisionskontrolle möglich, wenn der Grundsatz „besser zu planen“ nicht frühzeitig aufgegeben werden soll.

Diese Forderung kann auf zwei Arten realisiert werden: Entweder ist das Koordinationstool (hier: DESITE MD) in der Lage, alle ankommenden Daten in das Modellkoordinatensystem zu transformieren, oder die liefernden Systeme stellen die Teilplanungen im richtigen Koordinatensystem zur Verfügung. Beide Wege können und sollen nebeneinander existieren.

In der Projektkoordination muss in Absprache mit dem Auftraggeber das geeignetste Koordinatensystem als Referenzsystem festgelegt werden. Der große Vorteil bei Bahnprojekten der DB AG ist die Existenz eines flächendeckend vorhandenen Referenzsystems, des DB\_REF. Da sowohl die Koordinatentransformation vom und zum DB\_REF für ganz Deutschland zur Verfügung steht und auch die Referenzpunkte in ausreichender Dichte und sehr guter Genauigkeit vorhanden sind, ist alles, was zur Planung, zur Absteckung und zur Baukontrolle benötigt wird, vorhanden.

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für IB&T Software GmbH /

Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten genehmigt von DVV Media Group, 2019

Für örtlich begrenzte Teilprojekte, das werden in der Regel Bahnhöfe, Brücken und nicht zu lange Tunnel sein, die nicht mit vollständigen Gauß-Krüger-Koordinaten arbeiten können oder die aus Gründen der besseren Kontrolle der Maße von Fertigbauteilen lieber mit örtlichen Koordinaten arbeiten, ist folgender Weg zu beschreiben: Im Referenzsystem (hier: DB\_REF) wird für jedes Teilprojekt ein lokales System definiert. Dieses System wird mit den sieben Parametern einer dreidimensionalen Helmert-Transformation gespeichert (drei Verschiebewerte, drei Drehwinkel und ein Maßstabsfaktor). Der Bezugspunkt sollte etwa in der Mitte des lokalen Systems liegen. Die Planer im örtlichen System dürfen diese Parameter nicht willkürlich, sondern nur in Absprache mit dem BIM-Koordinator verändern. Alle Lieferungen sind an geeigneter Stelle jeweils zu transformieren. Es sind alle Datensysteme zu transformieren.

**Die Funktionen von card\_1**

card\_1 füllt verschiedene Rollen aus. Das Feature, für welches es am meisten genutzt wird,

QSB-Parameter	
<b>Achse</b>	Achse wählen
<b>▼ Oberbau</b>	Schienen Schwellen Schotter
<b>▼ Unterbau</b>	Planum PSS FSS Bodenaustausch
<b>▼ Linke Seite</b>	Kabelkanal Entwässerung Böschung Mutterboden Oberboden Stützmauer Bahnsteig Abtrag Auftrag
<b>▼ Rechte Seite</b>	Kabelkanal Entwässerung Böschung Mutterboden Oberboden Stützmauer Bahnsteig Abtrag Auftrag

**Abb. 3:** BIM-Bahnkörper – abschnittsweise parametrierbare Streifen  
*Quelle: IB&T*

ist natürlich die klassische Trassierung. Alle Anforderungen, die an die Linienführung nach Lage, Rampengestaltung, Höhenverlauf und Geschwindigkeit gestellt werden, können damit erfüllt werden.

Zwischenzeitlich wurde die Planung der Bahnkörper (Oberbau, Schutzschichten, Kabelkanäle, Böschungen, Entwässerung bis zum Anschluss an den Bestand) BIM-gerecht umgestellt. So werden bei der Berechnung der Trasse neben den Profillinien sofort strukturierte, attributierte Raumkörper als Ergebnis generiert. Die Abtrags- und Auftragsmengen werden nun sofort als attributierte Körper bereitgestellt. Die Attribute bestehen zum einen aus den Parametern, die an den verschiedenen Streifen abschnittsweise vom Planer vergeben wurden. Zum anderen bestehen sie aus Parametern, die der Berechnungsvorgang selbst aus der örtlichen Situation ermittelt sowie aus freien Parametern, die der Planer objekt- und abschnittsabhängig frei definieren kann und die beim Generieren der Raumkörper an die Objekte geschrieben werden. Eine Übersicht über die Objekte lässt sich dem abgebildeten Parametrierungsmenü (Abb. 3) entnehmen.

Ein weiteres Feature von card\_1 ist die Bereitstellung des Lichtraums als 3D-Objekt. Der „profilfreie“ Lichtraum ist klassisch im Referenzsystem nachzuweisen. Alle Teilprojekte und Gewerke müssen ihre Planung daran orientieren. Darüber hinaus kann der Lichtraum verwendet werden, um Kollisionen mit anderen Planungen und mit dem Bestand zu entdecken. Auch die Sollwerte der Einbaumaße einer Bahnsteigkante gemäß Richtlinie 813.0201 lassen sich mit card\_1 berechnen. Das Ergebnis wird als räumliche Linie abgelegt und steht dann den Bahnsteigplanern als Zwangslinie zur Verfügung.

card\_1 ist Spezialist für beliebige Koordinatentransformationen. Wenn sich der Lichtraum und die Bahnsteigkante nicht im DB\_REF verwenden lassen, so werden sie mit card\_1 in das lokale Koordinatensystem transformiert. Wenn es die Planung im Teilprojekt erfordert, dass die Bahnsteigkante oder der Lichtraum verändert werden müssen, so ist dies nur nach Kommunizieren der Vorgaben an den Streckenplaner möglich. Der Streckenplaner plant dann um. Anschließend werden die neuen Zwänge wieder im lokalen System bereitgestellt. Dasselbe Verfahren gilt für das Prozedere bei Brückenplanungen. Auch hier sollten streckenbezogene Zwangslinien nur vom Streckenplaner geändert werden können. Ansonsten werden zum Beispiel die Widerlager als Zwangslinien zur Verfügung gestellt und sind einzuhalten.

Für den wichtigen Anwendungsfall 2 (Bestandsmodellierung) hat card\_1 inzwischen ein Tool zur Verfügung gestellt, welches erlaubt, aus kodierten Punkten, Linien und Flächen georeferenzierte 3D-Objekte zu generieren. Dabei reicht oft schon der Code allein aus, um die Geometrien zuzuordnen. Wenn qualifiziertere Attribute benötigt werden, so können diese vorher mit einfachen Funktionen an die

Primitiven geschrieben werden. Auch dafür stehen für zahlreiche Objekte Funktionen zur Verfügung. Weitere wichtige Funktionen für die 3D-Bestandserfassung, wie das Importieren, Zuschneiden, Darstellen und Plotten von Punktwolken, stehen in card\_1 bereits seit Langem zur Verfügung.

Auch beim problematischen Anwendungsfall 8 (Erstellung von 2D-Plänen aus 3D-Modellen) hat card\_1 den richtigen Ansatz. Die für Anfänger manchmal etwas umständlichen Generatoren für die Zeichnungserstellung erweisen sich nun als der Stein der Weisen.

**Zusammenfassung**

Noch befindet sich der BIM-Prozess in vielen Projekten im Teststadium für eine bessere Planung. Das Up- und Downloaden der Daten, die Performance und die Videokonferenzen lassen zu wünschen übrig. Dazu kommen Zeitverluste bei der IFC-Modellierung. Selbst bei der fertigen IFC-Modellierung (z.B. IFC Alignment 1.1) gibt es Mängel. So ist zum Beispiel die Überhöhung nicht elementweise transportierbar, sondern nur stationsweise aus den beiden Raumlinien der Schienen rechenbar.

Belastbare Ergebnisse gibt es eigentlich nur für die Phasen Grundlagenermittlung und Vorplanung. Die Entwurfs-, Genehmigungs- oder gar Ausführungsplanung samt automatisch generiertem Leistungsverzeichnis scheinen in weiter Ferne. Und die Berechnung von geometrisch richtigen Raumkörpern in allen Streifen und für jede Situation ist ebenfalls noch nicht optimal gelöst. Jedoch liefert der neue card\_1 BIM-Bahnkörper 3D-Proxy-Objekte mit Attributen, die als Extrusionen von Querprofilinien entstehen und bereits gut nutzbar sind.

Aber so wie die gesamte IFC-Modellierung auch für den Bereich Rail irgendwann international eingeführt sein wird, so werden auch die Zugriffe auf die CDE (Common Data Environment) performant genug sein. Das card\_1-Entwicklerteam arbeitet bereits am sogenannten „Neuen Bahnentwurf“, der auf der Basis der neuen „smart infra-modeling Technology“ fußt. Die Einführung der BIM-Methodik durch die DB AG ist der richtige Weg.

**QUELLEN**

- [1] BMVI: Vereinbarung zur Finanzierung von Building Information Modeling (BIM) bei Pilotprojekten der DB Netz AG ([https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/Schiene/projektsteckbriefe.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/Schiene/projektsteckbriefe.pdf?__blob=publicationFile)), aufgerufen am 11.06.2019, 11:00 Uhr
- [2] DB AG: BIM-Strategie – Implementierung von Building Information Modeling (BIM) im Vorstandsressort Infrastruktur der Deutschen Bahn AG (<https://www.deutschebahn.com/resource/blob/3985436/ed-f737542c2ee3bc3ea17173f5af33aa/Implementierung-von-BIM-im-VR-I-data.pdf>), aufgerufen am 18.06.2019, 15:00 Uhr



**Dipl.-Ing. Thies Rickert**  
Produktgestaltung und Projektleitung  
Bahnplanung  
IB&T Software GmbH, Norderstedt  
thies.rickert@card-1.com

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für IB&T Software GmbH / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten genehmigt von DVV Media Group, 2019