

# VirtuOS®

## 1. Was ist VirtuOS?

VirtuOS ist ein software tool für das Simulieren von Bahnbetrieb großer, komplexer Anlagen und Knoten, wie Personenbahnhöfe (Bild 1) mit ihren Abstellanlagen; Rangierbahnhöfe, Industriebahnen mit ihren La-destellen, Rangieranlagen und Abstellgleisen. In Container-Terminals wird auch der Straßenverkehr ab und bis gate simuliert.

**Im Gegensatz zu vielen Modellen für das Simulieren von Fahrplänen** (die oft mehr Zeichenprogramme sind als wirkliches Simulationsmodell) **löst VirtuOS auftauchende Konflikte selbst**: Alle Ressourcen (Infrastruktur, Lokomotiven, Personal) werden von "Managern" entsprechend der Betriebslage und den vereinbarten "Spielregeln" (Dienstvorschriften, Technologien usw.) "verwaltet". Erst dann, wenn die verfügbaren Ressourcen für die Betriebssituation nicht genügen, es keine Lösung gibt, hält es an. Das kann in einem längeren Simulationszeitraum zB. die Spitzenstunde eines besonders starken Tages sein.

## 2. Dateneingabe

Die Dateneingabe für ein solches Modell ist notwendigerweise ziemlich komplex. Die zu untersuchende Anlage (**Infrastruktur**) wird **maßstäblich abgebildet**, das mühsame und zeitraubende Erstellen eines Schemaplans, dessen Gleisabschnitten dann gleichwohl reale Längen unterstellt werden müssen, entfällt also. Da Bahnanlagen gewöhnlich sehr viel länger als breit sind, kann die Wiedergabe (Bild 1) am Bildschirm beliebig verzerrt ( $x \neq y$ ) und als Ausschnitt vergrößert werden. Die Datenerfassung erfolgt mittels Scanner und Vektorisieren von einem üblichen Lageplan 1:1000; Übernahme aus Datenbanken ist selbstverständlich möglich, hat sich jedoch bisher als mühsam erwiesen: Die nötigen Daten müssen aus zu vielen unterschiedlichen Dateien geholt werden, zu denen der Zugang schwierig ist, weil sie unterschiedlichen Diensten "gehören".

Jedem Gleisstück muss eine "profession" gegeben werden: Von sich aus gibt VirtuOS die profession Verbindungsgleis; alle anderen professions müssen von Hand eingegeben werden (zB. Einfahr-, Richtungs-, Ausfahr-, Lokzirkulationsgleis in Rangierbahnhöfen, oder Bahnsteiggleis, Wagenwaschanlage, Abstellgleis in Personenbahnhöfen). Die vom Programm vorgegebene profession Verbindungsgleis verhindert, daß Lücken (Bild 2) in der Benutzungsordnung des Gleisplans verbleiben. Die professions können zusammen mit Daten der Züge so gewählt werden, daß die Bahnhofsfahrordnung richtig abgebildet wird (zB. alle IC mit derselben Bestimmung in dasselbe Bahnsteiggleis).

**Mobile Ressourcen** haben ebenfalls "professions", zB. Berglok, Langmacher, Kuppler im Rangierbahnhof; Bahnsteigabfertigungsbeamter, Streckenlok in Personenbahnhöfen usw.). Die Wege der mobilen Ressourcen werden einschließlich dem zum und vom Arbeitsort bzw. Depot nachgebildet, so gut wie das nötig ist. UU. kann das Lokdepot in die Simulation einbezogen werden. Vielfach genügt freilich ein "großer Topf", in dem die Streckenlokomotiven verschwinden und aus dem sie bei Bedarf wieder geholt werden. Bei den mobilen Ressourcen kann die Verfügbarkeit eingeschränkt werden, für das Personal zB. nach Arbeitszeitgesetz.

Zur Dateneingabe gehören die ankommenden und abgehenden Züge mit Verkehrstagen, Ankunfts- und Abfahrtszeit, Zusammensetzung nach Wagen und Wagentypen, also das **Verkehrsaufkommen**. Angesichts der Heterogenität der Güterwagen in Europa ist die Angabe der Wagentypen uU. zwingend, um die Gleisfüllung richtig abzubilden. VirtuOS kann Verspätungen ab einem einzugebenden Histogramm generieren, das aus Stichproben der realen Verhältnisse gewonnen ist, ebenso wie das "zufällige" Verkehren einzelner Wagen

Wichtig ist die **Eingabe dessen, was mit den Zügen zu geschehen hat**: So wird zB. die Eingangsbehandlung im Rangierbahnhof einschließlich Abdrücken über den Berg durch einen uU. ziemlich komplexen Graphen (Bild 3) abgebildet. Ähnlich werden die Tätigkeiten an Reisezügen dargestellt (Bremsprobe bei Lokwechsel, Verstärken, Schwächen; Waschen, Innenreinigung usw.). Der im Einzelfall "kritische Weg" durch den Graphen wird angezeigt. Falls nicht auf Zeitwerte zurückgegriffen werden kann, wie zB. die der ehemaligen DV 405 der Deutschen Bundesbahn, sind **uU. Zeitstudien ad hoc** durchzuführen. Dies wurde zB. beim Aufbau des Modells eines Rangierbahnhofs nötig, um die verbleibenden Lücken im Richtungsgleis abbilden zu können, die sich durch das Hemmschuh-legen ergeben, sowie den Zeitaufwand für die Zugbildungslok, um sie zu schließen, ein Aufwand, der nicht vernachlässigt werden darf.

Die Zeitdauer für Zug- und Rangierfahrten wird so genau wie nötig berechnet. In Rangierbahnhöfen wird die zuvor mit dem Programm ABLAUFBERG ermittelte mittlere mögliche Abdrückgeschwindigkeit sowie die mittlere Laufzeit bis zum Richtungsgleis verwendet. Störungen im Ablaufbetrieb werden pauschal berücksichtigt.

### 3. Builder, Model, Viewer

Mit der Dateneingabe wird mit dem **builder** das aktuelle **model**, zB. das für die Machbarkeitsstudie zum Bau eines Container Terminals erzeugt. Das **model** ist das **Abbild einer bestimmten Anlage**, uU. in einem bestimmten Ausbauzustand für einen bestimmten "Verkehr" unter Einsatz bestimmter Technologien. Das Verhalten der untersuchten Anlage kann nun bei gegebenen Ressourcen und Betriebstechnologien für einen kürzeren oder längeren Zeitraum simuliert und auf dem **viewer** beliebig oft betrachtet werden. UU. muss das model dann iterativ verändert werden, um den Anforderungen besser zu entsprechen. **VirtuOS schlägt von sich aus keine Verbesserungen vor; diese müssen aus der Analyse der Datenausgabe abgeleitet werden**, uU. aus der, die dem Augenblick entspricht, in dem VirtuOS für eine Situation keine Lösung findet. Die Analyse der Datenausgabe macht das Erkennen der wirklichen, aber vielleicht "verdeckten" Engpässe unschwer möglich.

### 4. Arbeitsphasen am Beispiel einer Machbarkeitsstudie

Im Fall der Machbarkeitsstudie für die Rekonstruktion eines Rangierbahnhofs war es Ziel der Studie zu zeigen, wie weit das Rangieren von den schlecht ausgerüsteten, teuer, weil mit hohem Personalaufwand arbeitenden Knoten und Satelliten einschließlich Feinsortierung auf eine vollautomatische Hochleistungsanlage konzentriert werden konnte. Dabei ergaben sich mehrere Planungsschritte:

Die **neue Ausgangslage** umfasste eine modernisierte Ablaufanlage mit 2 Bergzuführungs-, 2 Berg- und 32 Richtungsgleisen, nach französischem Vorbild bogenwiderstandssymmetrisch in 4 Fächern zu je 8 Gleisen angeordnet, Talbremsen, Richtungsgleisbremsen und Förderwagen, eine Schleife, um Gegenausfahrten zu vermeiden, sowie einen zum Hauptberg gegenständigen Nebenberg für das Nachsortieren mit fast beliebigem Feinheitsgrad auf der Basis der Simultanformation mit 8 Formationsgleisen. Ein **tuning** an der bestehenden, ungenügenden Anlage mit völlig veralteter Technik und Technologie (Hemmschuhleger!) war **nicht nötig** (obwohl es oft gewünscht wird), **weil** bei der Rekonstruktion **layout, Technik und Technologie völlig änderten**. Schließlich war ein Logistik-Center in Flachbauweise neben der Ausfahrgruppe vorgesehen. Wäre diese Anlage gebaut worden, dann wäre das ein teurer Fehlentscheid gewesen.

**Erster Iterationsschritt**: Die Simulation zeigte dann, daß 40 Richtungsgleise unerlässlich sein würden, um die Aufgaben zu schließender Anlagen übernehmen zu können; die 8 Formationsgleise der Simultanformation, die nur am Nebenberg hingen, wurden daher zum fünften Fächer umgebildet und, sehr undogmatisch, mit einer Doppelweiche an den Hauptberg angehängt, um bei den Richtungsgleisen möglichst wenig Nutzlänge zu verlieren. Das erzwang Endradien von bis herunter zu 150 m, was ohne weiteres zulässig ist. Die Arbeitsrichtung des Nebenbergs wurde umgekehrt, und die Formationsgleise in Höhe der Ausfahrgruppe angeordnet. Das erforderte für das Logistikzentrum statt eines Flachbaus Bauen in die Höhe sowie häufigere Bedienung.

Der **zweite Iterationsschritt** ergab, daß die Einfahrgruppe nun zu gewissen Stunden überlastet sein würde, Züge von Osten in vorgelegenen Bahnhöfen abgespannt werden mussten, was unwirtschaftlich ist. Für zusätzliche Einfahrgleise war kein Platz. In der fraglichen Zeit war aber die Ausfahrgruppe noch weitgehend leer. Indem deren Gleisen zusätzlich die "profession" von Einfahrgleisen gegeben wurde, konnten mehr Züge in den Spitzenzeiten angenommen werden. Allerdings bedeutete das wiederum später mehr Gegeneinfahrten in die Einfahrgruppe, wodurch der Abdrückbetrieb in unzulässigem Maß behindert wurde.

Der **dritte Iterationsschritt** zeigte, daß sich die Behinderungen des Abdrückbetriebes durch doppelte Weichenstraßen am bergseitigen Ende der Einfahrgruppe auf ein erträgliches Maß reduzieren lassen würden. Indessen wurde nun aufgedeckt, daß das wechselweise Abdrücken über das westliche bzw. östliche Berggleis nicht recht klappte: Die westlichen Einfahrgleise erwiesen sich als zu kurz. Sie zu verlängern, war nur im Süden möglich, wo aber der Ausbau der Strecke, an der der Bahnhof liegt, auf vier Gleise enge Grenzen setzte. Bei undogmatischer Inkaufnahme ziemlich enger Gleisabstände von 4,50 m erwies sich jedoch eine ausreichende Verlängerung als machbar.

Der **vierte Iterationsschritt** ergab dann endlich, daß die Anlage dem prognostizierten Verkehrsaufkommen selbst bei Freihalten einer gewissen Kapazitätsreserve gut gerecht werden würde (Bild 4). Damit war bewiesen, daß die beabsichtigte Rationalisierungsmaßnahme machbar ist.

Jedem der vier Iterationsschritte entsprachen Simulationen, die als experiments bezeichnet werden.

**Erhebliche Änderungen an der Infrastruktur** werden **off-line** entworfen, auf den Scanner gegeben und vektorisiert. **Für kleine Änderungen**, zB. das Einfügen einer Weichenverbindung, steht ein **Zeichenprogramm innerhalb von VirtuOS** zur Verfügung.

## 5. Datenausgabe

Die **Datenausgabe** umfasst "Kuchenstatistiken" für die Ausnutzung der Ressourcen (Personal, Rangierlok, Gleisanlage) Gleisbelegungspläne und zB. für Rangierbahnhöfe auch einen **Betriebsplan nach Honemann** (Bild 5), der wie bekannt die Gleisfüllung über die Zeit und das Abziehen erkennen lassen.

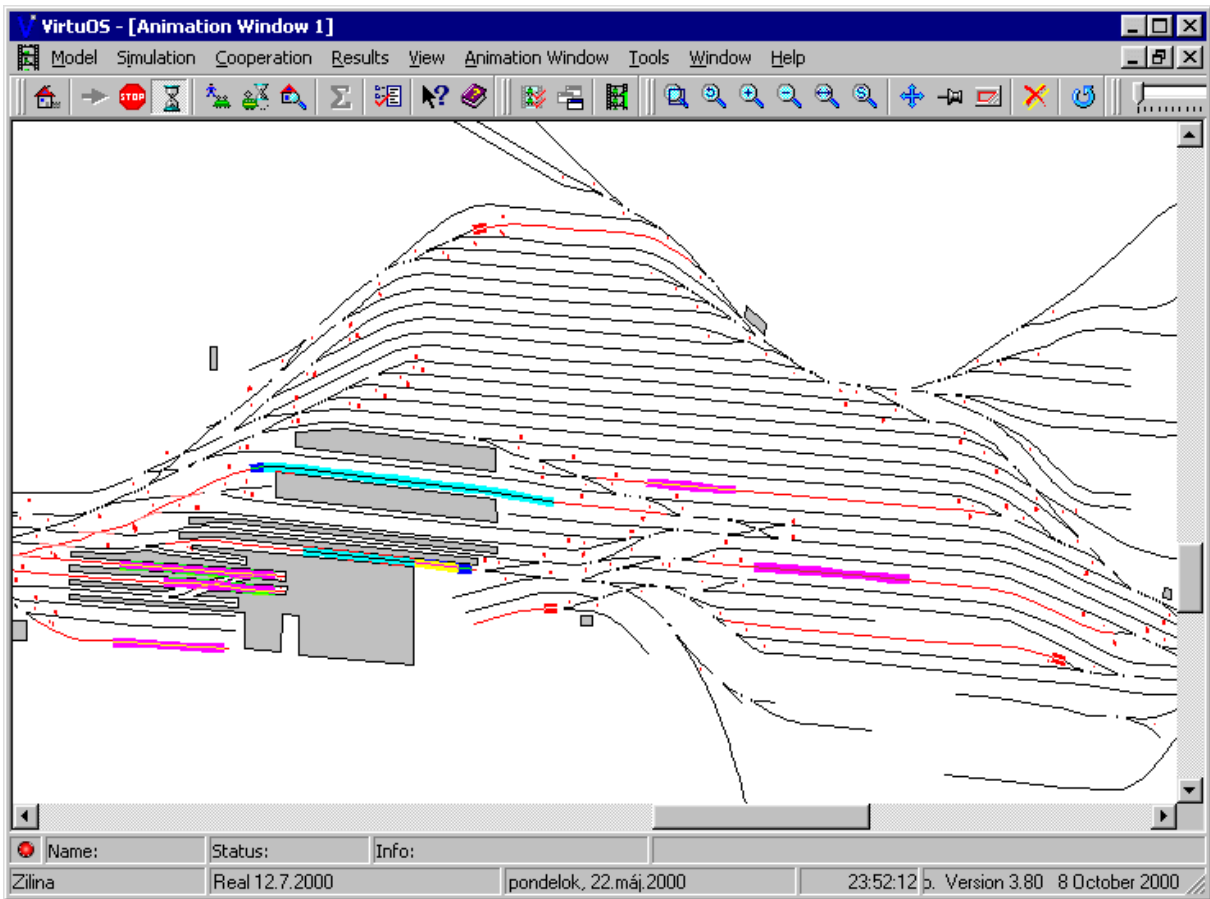
## 6. Wofür kann VirtuOS verwendet werden?

VirtuOS wurde bisher für Planung von Infrastruktur im Zusammenhang mit Fragen der Rekonstruktion von Rangierbahnhöfen und der Konzentration des Rangierens eingesetzt, also größeren Umbauvorhaben. Es steht nichts im Wege, es auch zur Vorbereitung von Unterhaltsmaßnahmen zu verwenden, etwa Fragestellungen wie, was passiert, wenn in einem Personenbahnhof Bahnsteiggleise oder Weichen zwecks Erneuerung des Oberbaus gesperrt werden müssen.

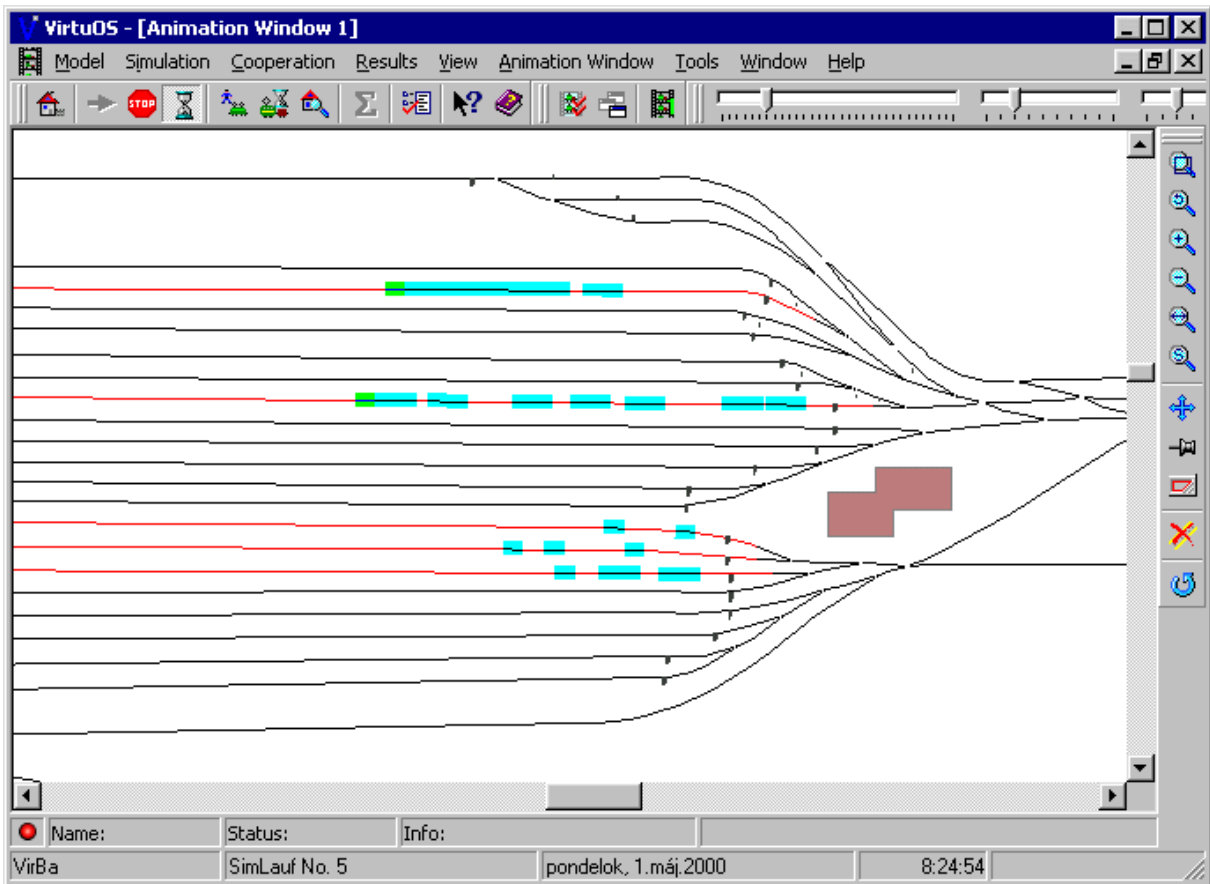
Letztendlich könnte es die Betriebsführung großer Knoten übernehmen, sofern ein logistisches Informationssystem (LIS) die Daten der momentanen Betriebslage zeitgerecht und hinlänglich genau zur Verfügung stellt.

Interessenten können sich an den Hersteller von VirtuOS wenden: SIMCON, s.r.o., Nam. L. Fullu 15/105, SK-010 08 Zilina, Slowakische Republik, E-mail [simcon@pobox.sk](mailto:simcon@pobox.sk). Der Hersteller ist voll vertraut mit allen eisenbahntechnischen Problemen.

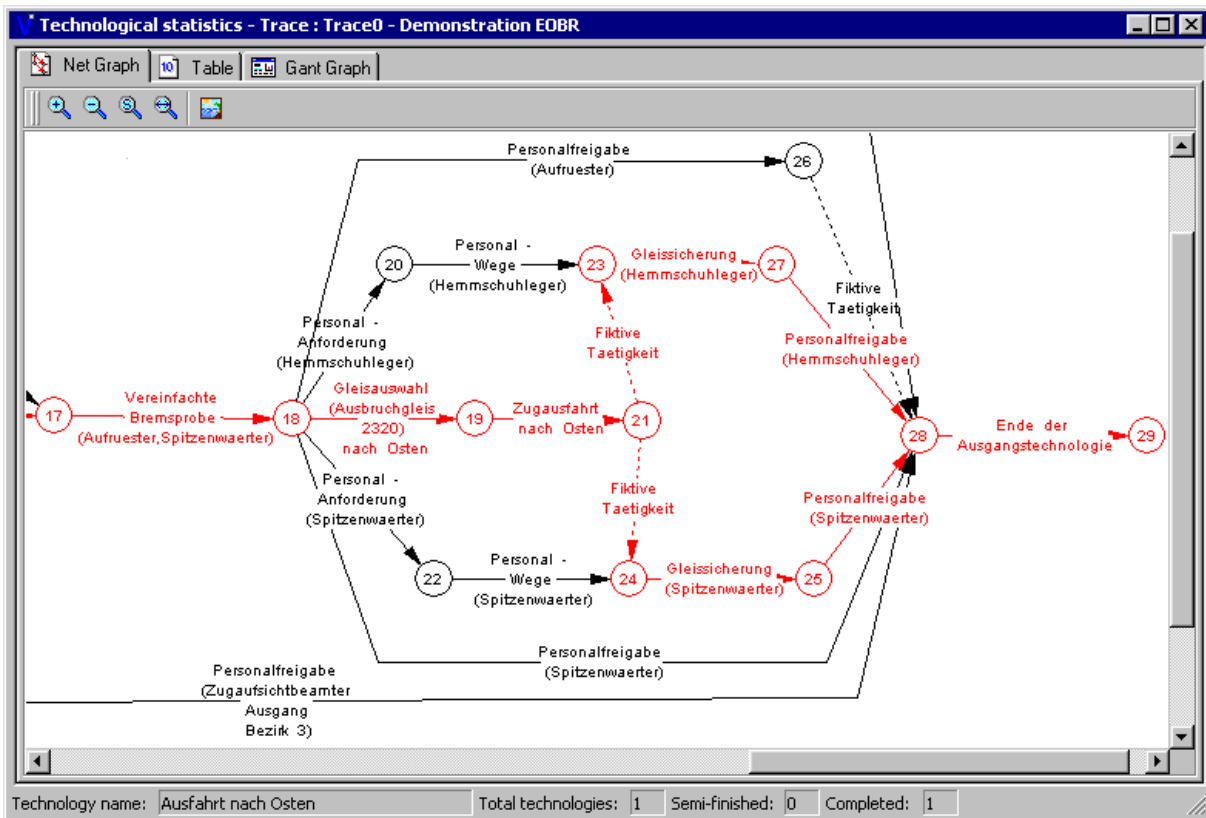
## Begleittexte zu den Bildern



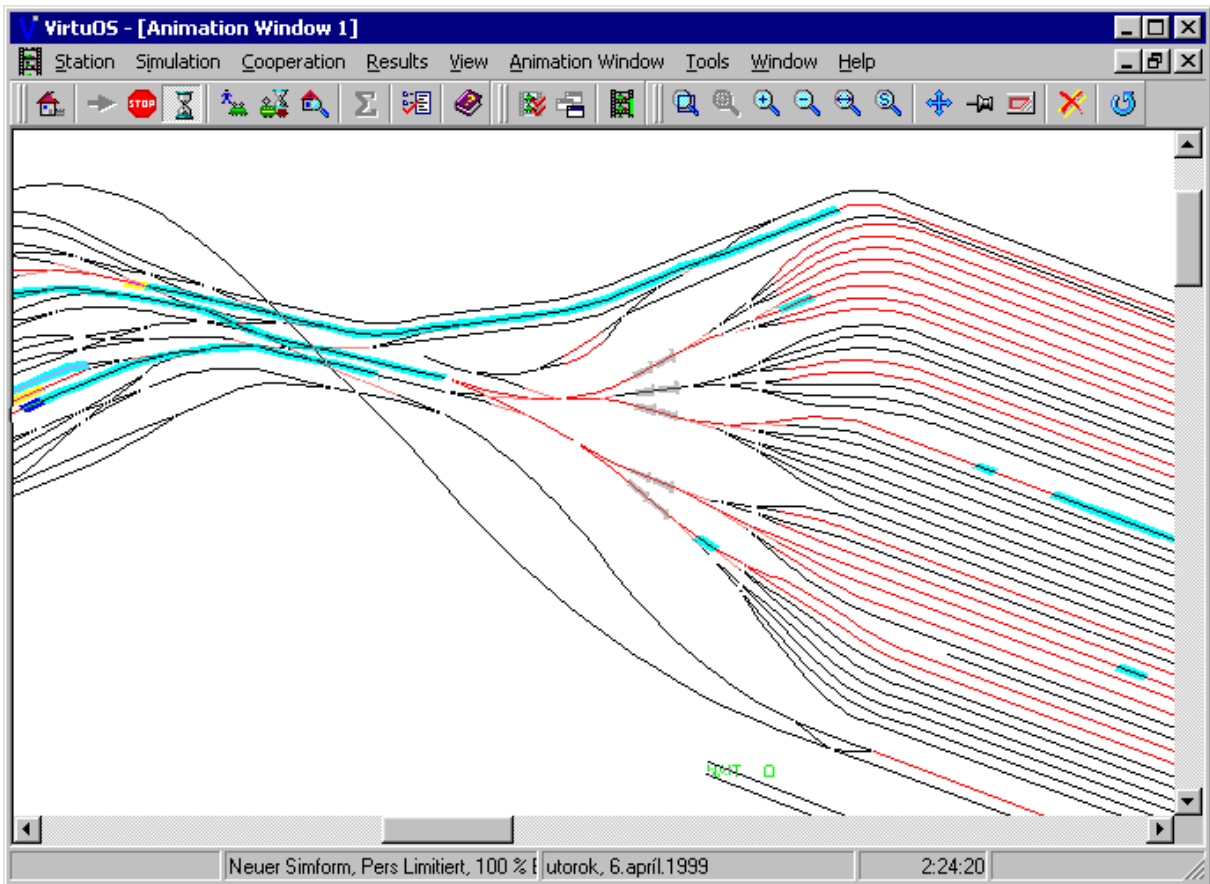
**Bild 1:** Zilina Pbf, schattiert Bahnanlage, Gebäude; Gleise schwarz; rote Punkte zwischen den Gleisen bedeuten Signale; Züge hellblau, wenn abgestellt violett; Lokomotiven idR. rot, während der Tätigkeit des Abkuppelns gelb; eingestellte Fahrstraße und besetzte Gleise rot.



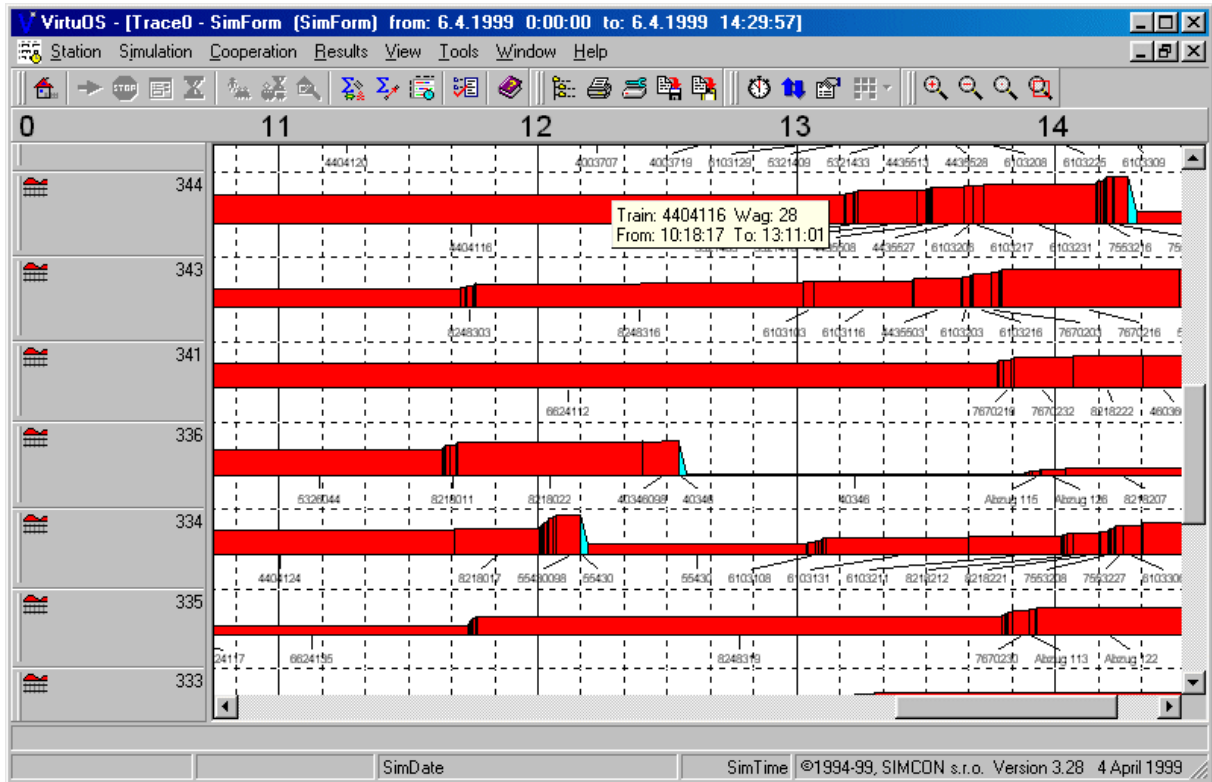
**Bild 2:** Talseite der Richtungsgruppe eines Rbf; Gebäude braun; Gleise schwarz, belegt rot; Abläufe blau; Berglokomotive (grün) schließt verbliebene Lücken von der Bergseite her (reduziert Kapazität).



**Bild 3:** Dargestellt ist ein Ausschnitt des Technologiegraphen der Ausgangsbehandlung in einem Rbf; der kritische Weg ist rot markiert (im dargestellten Ausschnitt gibt es zwei zeitgleiche Wege).



**Bild 4:** Dargestellt ist als Ausschnitt eines Rbf das bergseitige Ende der Einfahrgruppe links und die Ablaufanlage; Lokomotiven gelb; Wagen hellblau. Oben ein Zug in Gegeneinfahrt; darunter ein anderer Zug in Zerlegung (Berglok ganz links blau, zwei Abläufe in der Verteilzone unterhalb der Talbremse); darunter ein Zug, der bereits an den Berg angerückt ist und auf Zerlegung wartet; ganz rechts im mittleren Bereich der Richtungsgruppe ein Ablauf, der vom Förderwagen (nicht dargestellt) beigedrückt wird; das die Berggleise „schneidende“ Gleis ist unterführt (nicht besonder dargestellt).



**Bild 5:** Ausschnitt aus einem Betriebsplan nach Honemann; dargestellt ist ein Teil der Richtungsgruppe: Gleisfüllung rot. „Ziehen“ hellblau, die Zahlen geben die Nummern der Abläufe, bzw. der Abgangszüge.