

## Freileitungsplanung mit SYNOPTRA

Als Verantwortlicher für die Planung von Hochspannungsnetzen suchen Sie nach Möglichkeiten, den Eingriff einer Freileitung in das natürliche Landschaftsbild auf ein Minimum zu reduzieren? Ihr vorrangiges Ziel ist dabei, die Genehmigung für den Bau der geplanten Leitung zu erhalten durch Nachweis einer hohen Umweltverträglichkeit?

Um diese Aufgabenstellung erfolgreich zu lösen, wurde die Software SYNOPTRA entwickelt. Die verwendeten Algorithmen basieren auf dem Wissen von Spezialisten auf dem Gebiet der intelligenten Freileitungs-Planung der Universität des Saarlandes. IngeniusSoftware hat diese Software-Lösung konsequent weiterentwickelt und die Praxistauglichkeit im Rahmen konkreter Projekte gesteigert.

### Vorteile von SYNOPTRA

#### Planungssicherheit für Ihr Leitungsbauvorhaben

- Mit SYNOPTRA sind Sie dank des mathematischen Nachweises der Sichtbarkeit in der Genehmigungsplanung wenig angreifbar.
- Im Rahmen von Vor-Ort-Terminen präsentieren Sie souverän die optische Auswirkung von beliebigen Standorten aus.
- Dieser Vorteile haben auch den BUND überzeugt, der nachdrücklich den Einsatz von SYNOPTRA empfiehlt!

#### Optimale Planung unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen

- Minimierung der Sichtbarkeit (diese wird mit einem speziell entwickelten mathematisch-analytischen Verfahren berechnet) unter Berücksichtigung der Geländetopologie.
- Optimierung der Genehmigungsfähigkeit durch Umgehung bewohnter und schützenswerter Gebiete.
- Optimierung der Kosten - z.B. durch bevorzugte Nutzung von Tragmasten.

#### Umfangreiche Informationen und Darstellungsmöglichkeiten der Trassenvarianten

- Direkte Abschätzung der Kosten der Varianten.
- Automatische Erstellung von Profilplänen mit allen erforderlichen Parametern (Masthöhen, Durchhang, Schnittpunkte mit Waldgebieten, Überquerung von Straßen etc.).
- Analytischer Nachweis der Sichtbarkeit – und somit Versachlichung der Diskussion im Rahmen des Genehmigungsverfahrens

### Visualisierung der Trassenvarianten mit Hilfe der Komponente SYNOPTRA::Image

- Erstellung beliebig vieler fotorealistischer Bildern – praktisch ohne zusätzliche Datenerfassung.
- Erstellung von Filmen entlang frei wählbaren Trajektorien und Blickwinkeln (erlaubt die Visualisierung der Fahrt in einem Auto mit Blick auf die geplante Freileitung oder sogar das Überfliegen der Freileitung mit einem Hubschrauber!).
- Im Vergleich zur herkömmlichen Methode - der Projektion von Masten in Fotos des Geländes - ist diese Methode deutlich flexibler und leistungsfähiger bei erheblich geringerem Aufwand.

### Komponenten von SYNOPTRA

SYNOPTRA besteht aus folgenden Komponenten, die – je nach Aufgabenstellung – einzeln oder gemeinsam eingesetzt werden können:

#### 1. SYNOPTRA::Planer

Erstellung optimaler Freileitungen unter Berücksichtigung der Optimierungsziele „Sichtbarkeit“, „Genehmigungsfähigkeit“ und „Kosten“.

#### 2. SYNOPTRA::Analyse

Berechnung der Sichtbarkeit nach einem anerkannten praxiserprobten mathematischen Verfahren. Erlaubt den Nachweis geringer Sichtbarkeit durch den Vergleich von Varianten – oder zB. den Vergleich zur Sichtbarkeit von Windrädern.

#### 3. SYNOPTRA::Image

Visualisierung der geplanten Freileitung über frei definierbare Beobachter und Blickrichtungen: In Form von Einzelbildern oder Filmen. Flexible Einstellung von Licht- und Sichtverhältnissen (zB. Einblendung von Nebel, Dämmerung, etc.).

<http://www.synoptra.de>

## SYNOPTRA::Planer

## Herausforderung „Planung“

Ein Hauptaspekt einer erfolgreichen Freileitungplanung ist die Erzielung einer möglichst großen Akzeptanz innerhalb der betroffenen Bevölkerung. Daher sollte der Trassenverlauf schon so geplant werden, dass die optische Auffälligkeit der Freileitung auf ein Mindestmaß reduziert wird und bewohnte und schützenswerte Gebiete konsequent umgangen werden.

Es existieren jedoch unendlich viele Möglichkeiten, eine Freileitung zwischen zwei Punkten zu verlegen. Eine adäquate Berücksichtigung der sich ergebenden Optimierungsziele "Sichtbarkeit", "Genehmigungsfähigkeit" und "Kosten" kann auf konventionelle Weise nicht gewährleistet werden.

## Lösung mit SYNOPTRA::Planer

Die Software SYNOPTRA::Planer bedient sich daher intelligenter Algorithmen, um eine optimale Freileitung hinsichtlich der genannten Ziele zu erstellen. Hierbei werden sowohl die Geländetopologie als auch die technischen Restriktionen von Anfang an berücksichtigt. Auf Wunsch erstellt das Programm eine komplette Mastliste.

Die verwendeten Algorithmen simulieren die natürliche Evolution. So entstehen im Laufe der Generationen immer bessere Freileitungen. Die Wirkungsweise wird anhand der folgenden Abbildungen deutlich.

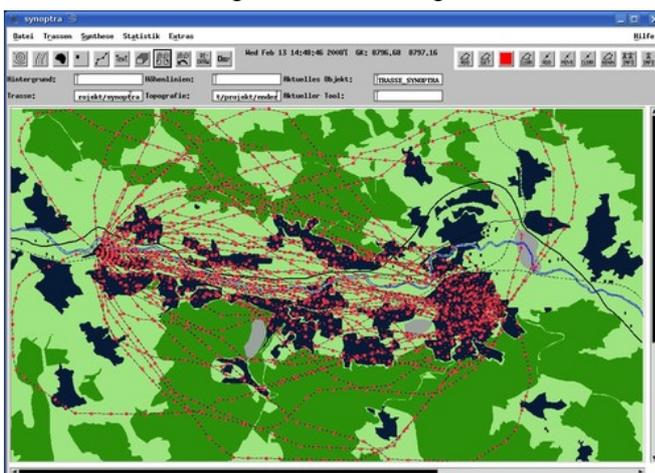


Abbildung 1: Generation 1 von Freileitungen

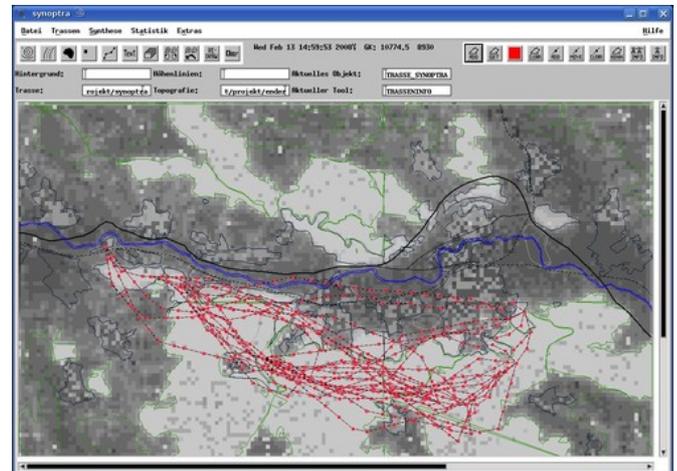


Abbildung 2: Generation 100 von Freileitungen (Sichtbarkeitsoptimierung)

Die Freileitungen der ersten Generation (Abbildung 1) sind zufällig erstellt – erfüllen jedoch bereits alle genannten Kriterien. Im Laufe der Generationen entstehen neue Freileitungen, die das definierte Ziel besser erfüllen. Daher sind z.B. die Freileitungen der 100. Generation bei einer Sichtbarkeitsoptimierung in einem Korridor geringer Sichtbarkeit konzentriert – diese sind an den hellen Flächen in Abbildung 2 erkennbar.

## Vorteile auf einen Blick

- Berücksichtigung der Geländetopologie
- Einhaltung der VDE-Vorschriften
- Optimierung der Tassenplanung nach Sichtbarkeit, Genehmigungsfähigkeit und Kosten
- Erstellung von Varianten mit nachweisbar minimalem Eingriff in die Natur
- Berücksichtigung von Kompromisslösungen
- Erstellung einer Vielzahl von Vergleichsvarianten
- Erstellung kompletter Mastlisten

## SYNOPTRA::Analyse

**Bewertung der Sichtbarkeit**

Wie kann die Sichtbarkeit bzw. der optische Eingriff in das Landschaftsbild quantifiziert werden? Stellen Sie sich dieser Frage nicht, so wird Sie Ihnen gestellt!

Mit Hilfe von SYNOPTRA::Analyse können Sie die Sichtbarkeit nach einem anerkannten mathematischen Verfahren berechnen. So vergleichen Sie Varianten miteinander oder setzen die Sichtbarkeit der von Ihnen geplanten Freileitung in Bezug etwa zu der Sichtbarkeit eines großen Windrads!

**Von BUND empfohlen**

Mit SYNOPTRA sind Sie im Rahmen der Genehmigungsplanung auf der sicheren Seite. So empfiehlt der BUND Mecklenburg-Vorpommern in einer Stellungnahme von Juli 2007 nachdrücklich den Einsatz der in SYNOPTRA verwendeten Verfahren. Wörtlich heisst es: *„Derartige Verfahren, die mit genauen Landschaftsmodellen arbeiten, quantifizieren die optische Wirksamkeit von geplanten und bestehenden Freileitungen auf der Grundlage von seriösen mathematischen und physikalischen Grundlagen und bieten damit eine geeignete Basis für eine Bewertung.“*

**Visualisierung der Ergebnisse**

Die Analyse-Ergebnisse werden von SYNOPTRA in anschaulicher Weise visualisiert und dienen somit als entscheidender Faktor einer nachvollziehbaren Argumentation im Rahmen der Genehmigungsverfahren.

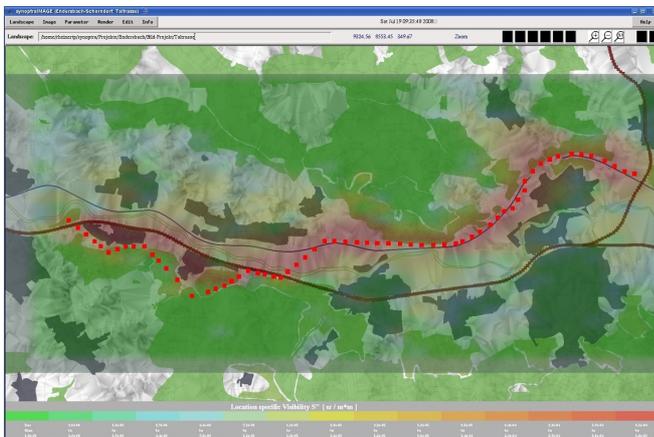


Abbildung 3: Sichtbarkeit der „Taltrasse“ (41.570 sr)

<http://www.synoptra.de>

Ein anschauliches Beispiel ist in den Abbildungen 3 und 4 gezeigt, die zwei verschiedene Trassenvarianten hinsichtlich ihrer Sichtbarkeit vergleichen. So konnte nachgewiesen werden, dass die „Taltrasse“ eine deutlich geringe Sichtbarkeit hatte als die „Waldtrasse“ (41.570 sr zu 2.674 sr). In der Grafik sind Gebiete mit hoher Sichtbarkeit mit rot, Gebiete geringer Sichtbarkeit mit grün gekennzeichnet. Ferner sind auf der Karte die Maststandorte (dunkelrote Quadrate), sowie Wald (grün) und bewohnte Gebiete (schwarz) zu erkennen.



Abbildung 4: Sichtbarkeit der „Waldtrasse“ (2.674 sr)

**Vorteile auf einen Blick**

- Berechnung der Bewertungsgrößen für
  - die gesamte Landschaft
  - einzelne Beobachterstandorte
  - bestimmte Gebiete oder Wege
- Berücksichtigung der Geländetopologie
- Bewertung von Mastform, -größe und -farbe
- Visualisierung der Ergebnisse
- Empfohlen von BUND (Details unter <http://www.-synoptra.de/bund.html>)

## SYNOPTRA::Image

**Visualisierung mit maximaler Flexibilität**

Reicht es aus, die neue Freileitung nur von wenigen Punkten mit Hilfe des Hineinprojizierens der Maste zu visualisieren? Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens könnte das genügen – wie überzeugen Sie jedoch bei einer Präsentation vor Ort, wenn Bürger sich von ganz bestimmten Positionen das neue Landschaftsbild anschauen möchten?

Mit Hilfe von SYNOPTRA::Image berechnen Sie auf Knopfdruck fotorealistische Bilder der geplanten Leitung in der Landschaft. Grundlage ist ein dreidimensionales Geländemodell, das SYNOPTRA anhand der Landschafts- und Leitungsdaten berechnet. Sind die Daten einmal erfasst, werden die Bilder augenblicklich berechnet. Sie können Beobachterstandort und Blickrichtung beliebig frei wählen. Die Wahl erfolgt direkt am Bildschirm mit Hilfe einer topographischen Karte.

**Von BUND empfohlen**

Der BUND Mecklenburg-Vorpommern empfiehlt in der o.g. Stellungnahme auch den Einsatz der Visualisierungskomponente von SYNOPTRA! Wörtlich heisst es *„Darüber hinaus ermöglicht die entsprechende Software [SYNOPTRA] die realistische Visualisierung und Animation der Szene mittels computergenerierter Bilder, wobei der Betrachter frei im Gelände positioniert und bewegt werden kann. ... Damit entspricht das Verfahren einem modernen, demokratischen Planungsverständnis.“*

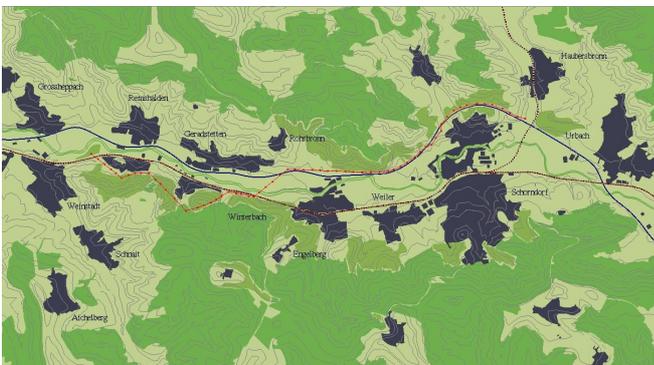
**Praxisbeispiel**

Abbildung 5: Positionierung innerhalb der Karte

<http://www.synoptra.de>

Sie navigieren innerhalb der Karte (siehe Abbildung 5) und positionieren Beobachterstandpunkt und Blickrichtung. Zusätzlich können Sie Parameter definieren wie Blickwinkel, Sichtweite (Nebel), Lichtverhältnisse etc. Daraufhin berechnet SYNOPTRA in Sekundenbruchteilen das sich ergebende Bild – wie z.B. Abbildung 6.



Abbildung 6: Blick auf geplante Freileitung

Darüberhinaus können Trajektorien für Beobachterstandort und Blickrichtungen eingegeben werden, die automatisch zu Animationen (Filmsequenzen) weiterverarbeitet werden.

**Vorteile auf einen Blick**

- Darstellung fotorealistischer Bilder geplanter Freileitungen in der Landschaft
- Erstellung von Animationen
- Freie Wahl von Beobachterstandort und Blickrichtung und somit völlige Flexibilität
- Einfache interaktive Beobachter-Eingabe
- Online-Vorführungen
- Empfohlen von BUND (Details unter <http://www.-synoptra.de/bund.html>)