

Zeitschrift:	Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber:	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band:	118 (2000)
Heft:	33/34
Artikel:	Eine künstliche Duftwolke: zur Arteplage von Yverdon-les-Bains der Expo.02
Autor:	Rochat, Henri
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-79957

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 14.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Henri Rochat, Neuenburg

Eine künstliche Dunstwolke

Zur Arteplage von Yverdon-les-Bains der Expo.02

Eine Nebel- oder Dunstwolke bauen, ein Widerspruch in sich? Bald aber Wirklichkeit! Das New Yorker Architekten- und Künstlerpaar Diller & Scofidio, kurz «Disco» genannt, arbeitet an der Umsetzung dieses von ihnen einfach «Blur» – synonym für unscharfe Vision – genannten Dunstfeldes.

Im Februar 1999 als Teil des Teams Extasia im Wettbewerb für die Arteplage von Yverdon-les-Bains aufgetreten, leben und arbeiten Diller & Scofidio seit über zwanzig Jahren zusammen. Sie zeichnen verantwortlich für zahlreiche «grenzgängerische» Installationen, ihr Schaffen reicht von Häusern über Bühnenbilder bis zu Kunst im öffentlichen Raum.

Die Arteplage von Yverdon-les-Bains versteht sich als rekonstruierte und verfremdend wirkende Landschaft, als ein Experimentierfeld menschlicher Wahrnehmung. Eine Komposition aus künstlichen Hügeln besetzt den Expopark; ein organisch verformtes Holzdach, das Forum, beherbergt die Ausstellungen. Die sich stets auflösende und gleichzeitig reproduzierende Dunstwolke schwebt über dem Neuenburgersee am Ende eines 100 m langen, dünnen Stegs und bildet den Horizont dieser topografischen Inszenierung.

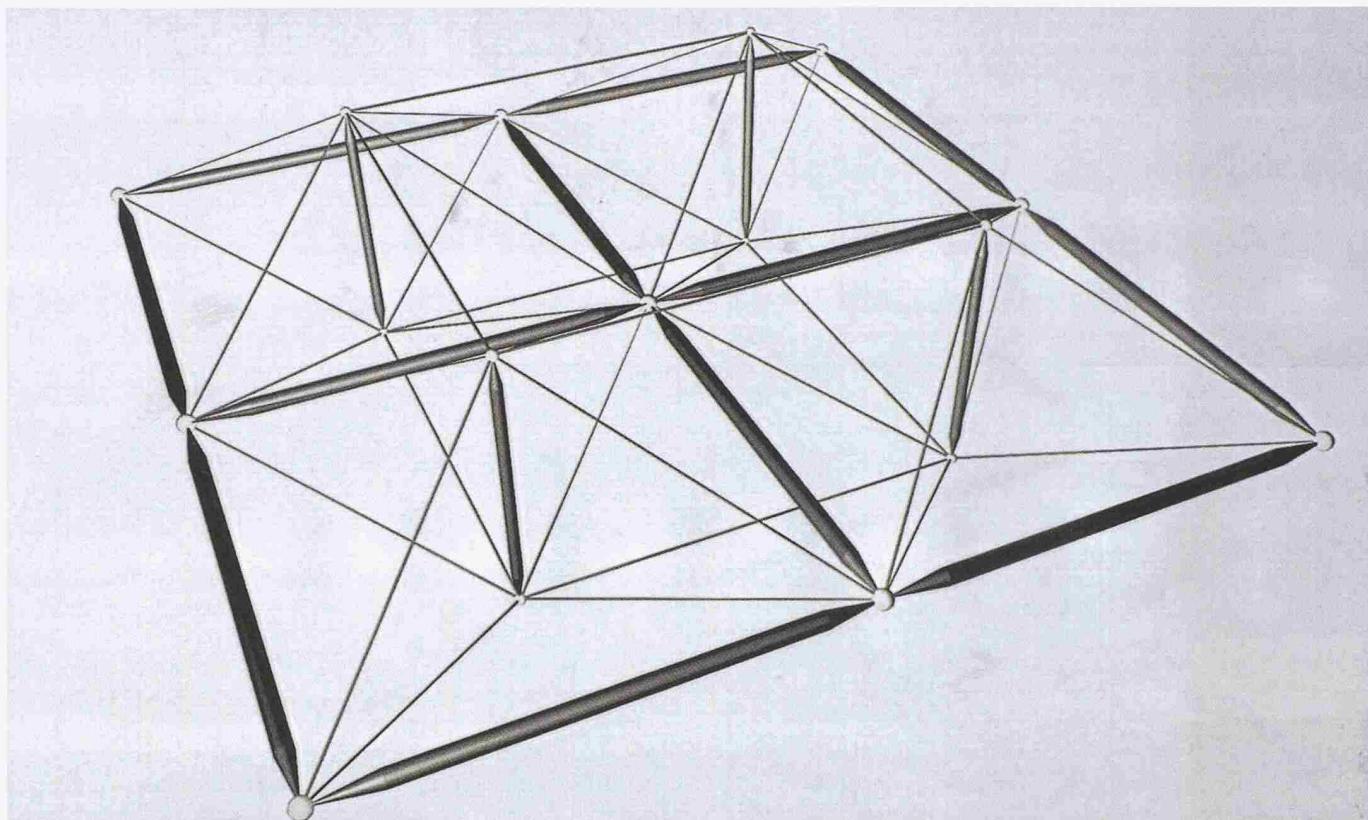
Eine Tensegrity-Struktur

Die Wolke ist eine dreidimensionale Ellipse, eingeschrieben in einem Rechteck von 100 auf 60 m. Die 11,5 m hohe Form liegt im Durchschnitt 9 m über dem Wasserspiegel. Sie besteht aus einer Metallstruktur, genannt Tensegrity. Diese gehört zur Gruppe der «Beam and String Structures» (BSS), deren Hauptmerkmal die Anwendung von Druckstäben und Zugstangen oder Kabeln ist, die durch Knoten miteinander zu einem dreidimensionalen Fachwerk verbunden werden, wobei der entscheidende Vorteil darin liegt, in sich stabil zu sein. Daher werden weder Gegen Gewichte noch Verankerungen gebraucht. Bei grossen Spannweiten von über 30 m ermöglichen Tensegrity-Strukturen, mit wenig Materie, d.h. wenig Gewicht, auszukommen. Außerdem handelt es sich um ein Modularsystem, das ähnlich wie ein Meccano-Spiel zusammengestellt wird: Es kann jede geometrische Form annehmen und später für andere Bauten wieder verwendet werden. In diesem Sinne entspricht Tensegrity einem der Grund

prinzipien der Expo, dem sogenannten Precycling. Obwohl die ursprüngliche Absicht lautete, Tensegrity bei den meisten Expo-Bauten einzusetzen, wird heute nur diese Wolke so gebaut.

Die Grundstruktur besteht aus einem «Bi-pyramidal Tensegrity System». Hierbei handelt es sich um ein Quadrat von HEB-Druckprofilen, von deren Ecken Zugstangen sowohl nach oben wie nach unten ausgehen, sich fächerförmig treffen und somit zwei entgegengesetzte Pyramiden bilden; ein Druckstab verbindet die Spitzen der Pyramiden. Mitten in der Wolke beträgt die quadratische Basis der Module je 10 m, an ihrem Rand je 5 m. Diese Differenzierung und die unterschiedlichen Längen der vertikalen Druckstäbe ermöglichen die Ausformung einer in Segmente aufgeteilten Ellipse. Alle Einzelmodule werden als selbstständige Einheit vorfabriziert und an Ort zusammengesetzt. Ein Netz von zusätzlichen Zugstangen, welche die Spitzen der Module miteinander verbinden, unterstreicht die elliptische Form und lässt die Struktur als statische Einheit wirken.





Tensegrity-Struktur (Bild: Passera & Pedretti)

Bei einem solchen System bekommen die Knoten eine entscheidende Rolle. Es gibt für die ganze Wolke zwei Knotentypen. Die HEB-Profile innerhalb der Struktur werden an quadratische Stahlprofile geschraubt. Diese sind an den Ecken durch Befestigungsteile der diagonalen Zugstangen zusätzlich verstärkt. An den Rändern, wo die vertikalen Druckstäbe und alle Zugstangen sich treffen, kommen zwei übereinander gestellte, am Stab fixierte Kreuze zum Einsatz. Die diagonalen Stangen werden mit Bolzen am unteren, die äusseren am oberen Kreuz befestigt. Diese einfach gehaltene Lösung der Knotenpunkte zeigt, dass Tensegrity keine kostspielige oder aufwendige High-Tech-Ästhetik voraussetzt. Im Gegenteil: es werden hauptsächlich Marktprodukte angewendet.

Die Wolke ruht auf vier Stahlstützen von 40 cm Durchmesser. Jede dieser Stützen wird in einer Betonsohle auf dem Seegrund verankert; die Wassertiefe beträgt hier nur 80 bis 100 cm. Je zwölf in konzentrischen Kreisen angeordnete Pfähle im Seeboden dienen als Fundamente der vier Betonsohlen. Auf diesem quadratischen Kern wird ein Kran aufgestellt für die Montage der vorgefertigten Tensegrity-Elemente. Innerhalb und zwischen dieser Grundstruktur werden dann alle Elemen-

te platziert, die den «Parcours architectural» der Besucher sowie den eigentlichen Inhalt der Wolke ausmachen. Da die Struktur hyperstatisch ist, können daran alle Installationen ohne besondere Verstärkung fixiert werden.

Der Besuch der Wolke ist als Einwegsystem konzipiert, um einen optimalen Besucherfluss zu erreichen: Treppen- sowie Liftanlage, eine grosse Aussichtsplattform - damit die Besucher sich im Nebel aufhalten können - und eine rechteckige vollverglaste Halle von 20 auf 30 m, die wie eine Schatzkammer mitten in die Wolke gestellt ist und die eigentliche Ausstellung enthält. Die Glasdecke sowie der Glasböden dieser Halle werden durch «Microtensegrity»-Strukturen in der bereits erwähnten Konfiguration am Hauptfachwerk von oben angehängt und von unten gehalten. Die sogenannte Angelbar schwebt ihrerseits auf 18,7 m Höhe über dem Wasser. Ihre Schale wird aus einem transluziden FVK-Material gebaut. Dieses erlaubt «morphing», eine Verformung: Der Boden wird an den Rändern zur seitlichen Schutzwand und zur Überdachung der Bar.

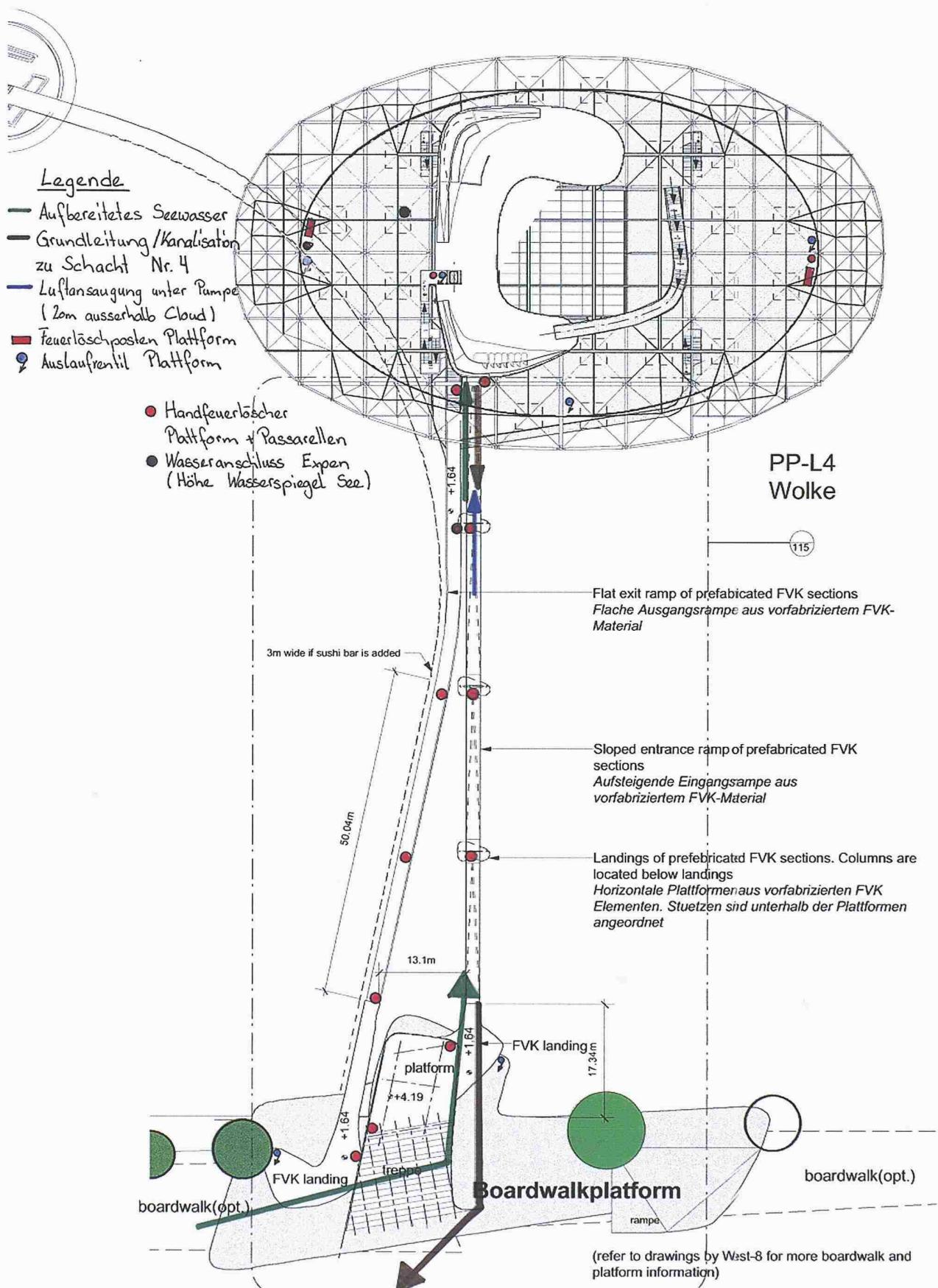
1780 Liter Wasser pro Minute

Die Tensegrity-Struktur bildet das Drahtgerüst der Wolke. Die filigrane Struktur, die aus dem Zusammenspiel der

Kräfte entsteht, mag schwerelos wirken. Die unmittelbare, physische Präsenz der Wolke wird aber vom Dunstwasser hergestellt. Wie wird ein Nebelmantel um eine Form von 60 auf 100 m geschaffen? Bei der Ausschreibung dieser ungewöhnlichen Aufgabe meldeten sich weltweit drei Unternehmen, Atomizing Systems, EEC Corporation und MEE-Industries. Alle drei stammen aus den USA, wobei EEC Corporation in Deutschland vertreten ist. Bei einer Probe der vorgeschlagenen Systeme vor Ort in Yverdon-les-Bains fiel die Wahl auf MEE-Industries aus Los Angeles, deren Methode am effizientesten war und tatsächlich erlaubte, eine Wolke entstehen zu lassen. Das Ingenieurbüro Riesen aus Bern arbeitet derzeit an der Übertragung dieses Systems auf das Projekt von Diller & Scofidio.

1780 Liter Wasser werden pro Minute benötigt. Angesichts dieser Menge wird das Wasser aus dem See gepumpt und kein Trinkwasser vom Netz verwendet. Zwei Unterwasserpumpen werden 200-300 m vom Seeufer entfernt in ausreichender Tiefe versenkt. Dann wird das Wasser mit einem Druck von etwa 10 bar zur Reinigung geleitet. Da dieses Wasser ursprünglich auch zum Begießen der Blumen dienen sollte, die auf den künstlichen Hügeln gepflanzt werden, war der Technikraum





zur Vorbehandlung des Wassers an Land geplant. Dieser Umweg wird wahrscheinlich aufgehoben und die Technik direkt in der Wolke installiert. An dieser Stelle findet eine Entkeimung durch UV-Bestrahlung statt, damit allfällige Krankheitserreger eliminiert werden.

Das physikalisch reine Wasser wird unter dem Zugangssteg bis zur Wolke geführt. Der Wasserdruk beträgt nur noch rund 5 bar. Die Leitung erreicht den Technikraum im unteren Teil der Wolke, wo vierzehn Hochdruckpumpen das Wasser auf einen statischen Druck von 85-125 bar erhöhen. Von dort erschliesst eine Primärstruktur aus Chromstahlröhren (Durchmesser 50 mm) die Wolke, die in sieben Zonen aufgeteilt ist, eine Umrandung und sechs Innenzonen. Diese primäre Einspeisung ist unter der Hauptplattform platziert und folgt der Tensegrity-Struktur. Ein sekundäres und tertiäres Rohrsystem, an denen alle 1,2 m Wasserdüsen montiert sind, bilden ein dreidimensionales Netz innerhalb der Wolke. Es ist noch zu prüfen, ob das Rohrsystem direkt in den vorfabricierten Tensegrity-Elementen integriert werden kann. Insgesamt werden 13 000 m Chromstahlleitungen versetzt, die mehr als 12 000 Düsen erschliessen, die einen Durchmesser von 0,01 mm haben. Das unter Hochdruck stehende Wasser erhält eine äusserst hohe Austrittsgeschwindigkeit und prallt - wörtlich - aus der Düse auf eine Metallspitze. So wird der Wasserfluss atomisiert und eine Dunstwasser-Wolke produziert.

Der Druckunterschied des Wassers zwischen 85 und 125 bar ermöglicht eine angemessene Steuerung des Wetterphänomens Wolke. Idealerweise sollte sie ihre Form, die der elliptischen Tensegrity-Struktur, unter allen Bedingungen behalten. Windstärke und -richtung, Druckunterschiede, Sonneneinstrahlung und der See selbst sind aber nur einige der Elemente, die einen entscheidenden Einfluss auf Dichte und Form der Wolke haben. Zu diesem Zweck sind eine Wetterstation, auf der Struktur, und eine Messsonde, unterhalb der Wolke, installiert. Ein Programm behandelt die Daten und reagiert dementsprechend auf die vierzehn Pumpen (zwei pro Zone der Wolke), die das Wasser unter Hochdruck setzen. So kann auf der Seite des Winds ein höherer und diagonal gegenüber ein tieferer Druck erzeugt werden. Dasselbe gilt, wenn die strahlende Sonne den Wasserdunst nach oben „zieht“, dann herrscht in den oberen Zonen der Wolke ein tieferer Druck als in den unteren.

Die volumetrische Korrektur hält sich natürlich in Grenzen. Deswegen wird die Wolke je nach Wetterlage unterschiedliche

Formen annehmen. Ihr Fahnenschweif könnte sich bei extremen Verhältnissen bis zum Ufer erstrecken und die Tensegrity-Struktur sichtbar werden, die normalerweise unter einer Nebelschicht von 2-5 m versteckt bleiben soll.

Multimedia

Die Besucher, die sich in der Wolke befinden, werden diese Unterschiede kaum merken. Es gibt nämlich außer der bereits erwähnten Glashalle keinen geschützten Innenraum. Regenmäntel werden beim Zugangssteg als Schutz gegen die in der Wolke allgegenwärtige Feuchtigkeit verteilt. Diese Mäntel sind mit einem Navigationssystem ausgerüstet. Bei der Entgegnahme eines Mantels wird der Name der Person oder ein Pseudonym eingeprägt. Ab dann kann auf Bildschirmen in und außerhalb der Wolke der Standort jedes Besuchers festgestellt werden. Der Klimakontrast mit der Glashalle wird spektakulär und unmittelbar. Dort herrscht Luftüberdruck, der - mit den Drehtüren als Barriere - gegen die feuchte Außenluft dient. Aus demselben Grund ist die Zuluft vorgetrocknet. Innerhalb dieser geschützten Insel sind Videoprojektionen und Rauminstallationen vorgesehen. Die Angelbar, oben auf der Struktur montiert, wird einerseits dank den seitlich überhöhten Acrylgeländen und einem vertieften zentralen Bereich vom Nebel umgeben, ohne aber völlig davon besetzt zu werden.

Die Reihe von „Mikroklimen“ weist auf viele Erlebnisse hin, die mit diesem künstlichen Wetterphänomen im Zusammenhang stehen. Eine akustische Installation soll die visuelle und spürbare Atmosphäre begleiten und mitprägen. Die Ausstellungsmacher tendieren dazu, keine zusätzliche, fremde Thematik einzuführen, welche die Wirkung der Dunstwolke an sich relativieren würde. Im Gegenteil wird durch Bild und Ton in der ganzen Struktur versucht werden, die Wirkung zu steigern, indem das einmalige Klima als Ausgangspunkt der Inszenierung genutzt wird. Die Wolke wird für fünf Monate gebaut und verschwindet dann wieder, vielleicht sogar ohne dass man dieses Wetterphänomen richtig in den Griff bekommen hat. Sie wird jeden Tag andere Dimensionen und Formen annehmen, was letztlich aber alles zu einer Wolke gehört!

Adresse des Verfassers:
Henri Rochat, Expo.02, Direction technique,
Place de la Gare 4, 2002 Neuenburg

Am Bau Beteilige

Extasia:
Vehovar & Jauslin Architektur, Zürich; Morphing Systems, Architektur & Ausstellungen GmbH, Zürich; West 8, landscape architects & urban planners, Rotterdam; Diller & Scofidio, Architecture and Media Art, New York

Ingenieure:
Gärtl Bauingenieure AG, Uetendorf; Emch & Berger AG, Bern; Passera & Pedretti Consulting Engineers Switzerland, Grancia; Sanitär-Ingenieurbüro A. Riesen, Bern

Spezialisten:
Rolf Derrer, Delux Theatre Lightning, Zürich; Techdata AG, Bern und Zürich