

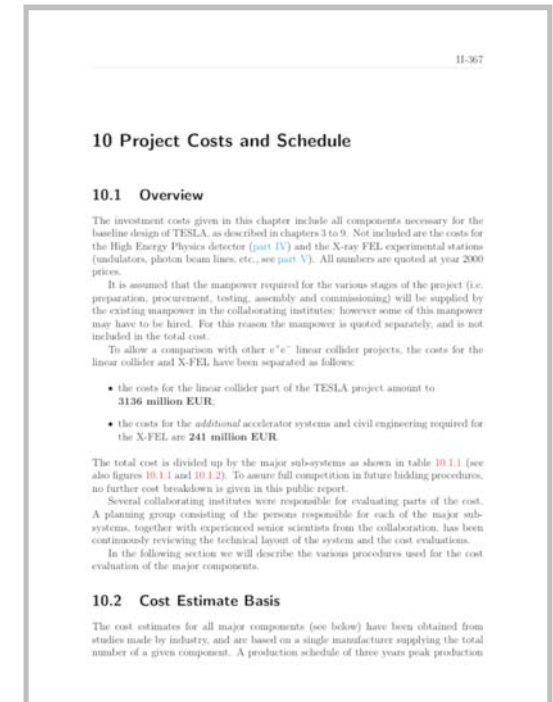
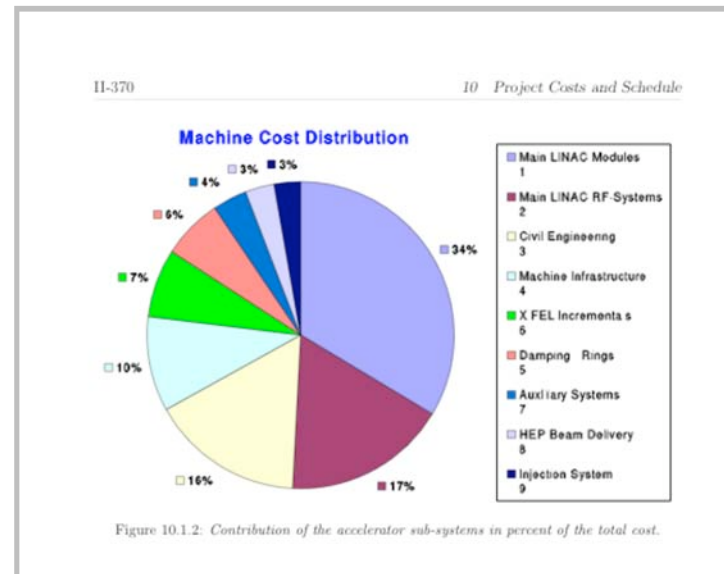
2nd ILC Accelerator Workshop

Global Group 5: Cost and Engineering

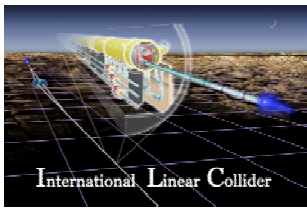
Methodology of TESLA Project Costs and Schedule and Possible Application to the International Linear Collider

Wilhelm Bialowons · Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY · Hamburg · Germany

August 17, 2005



TESLA Technical Design Report: Part II The Accelerator, Chapter 10 Project Costs and Schedule.



2nd ILC Accelerator Workshop

Global Group 5: Cost and Engineering

Prologue

“Mehr wäre weniger gewesen.”
Engineering and costing standards

Introduction

TESLA tripod:
• Legal basis of the TESLA project
• Baseline design of TESLA
• TESLA capital cost estimate basis

TESLA project costs

The Linear Collider
Manpower requirements,
Maintenance and
Operating cost

TESLA time schedule

Schedule for civil construction
Schedule for machine installation

Site specific costs

Civil engineering
Geological conditions
Infrastructure
Mains connection and cooling water

GG5-Session 2 Questionary

Summary



Overview: Methodology of TESLA Project Costs and Schedule
and Possible Application to the International Linear Collider.

7

Clearly a man with Gus Voss' achievements must have a basic philosophy.

The "Leitmotiv" or guiding principle in Gus Voss' work has been expressed most succinctly by Gotthold Ephraim Lessing

"Mehr wäre weniger gewesen."

or in a somewhat free translation

"More would be less."

This may sound rather blunt but if you apply it with a certain single mindedness it is a very powerful theory.

I'll give you only one example - but a rather typical one - a limited budget.

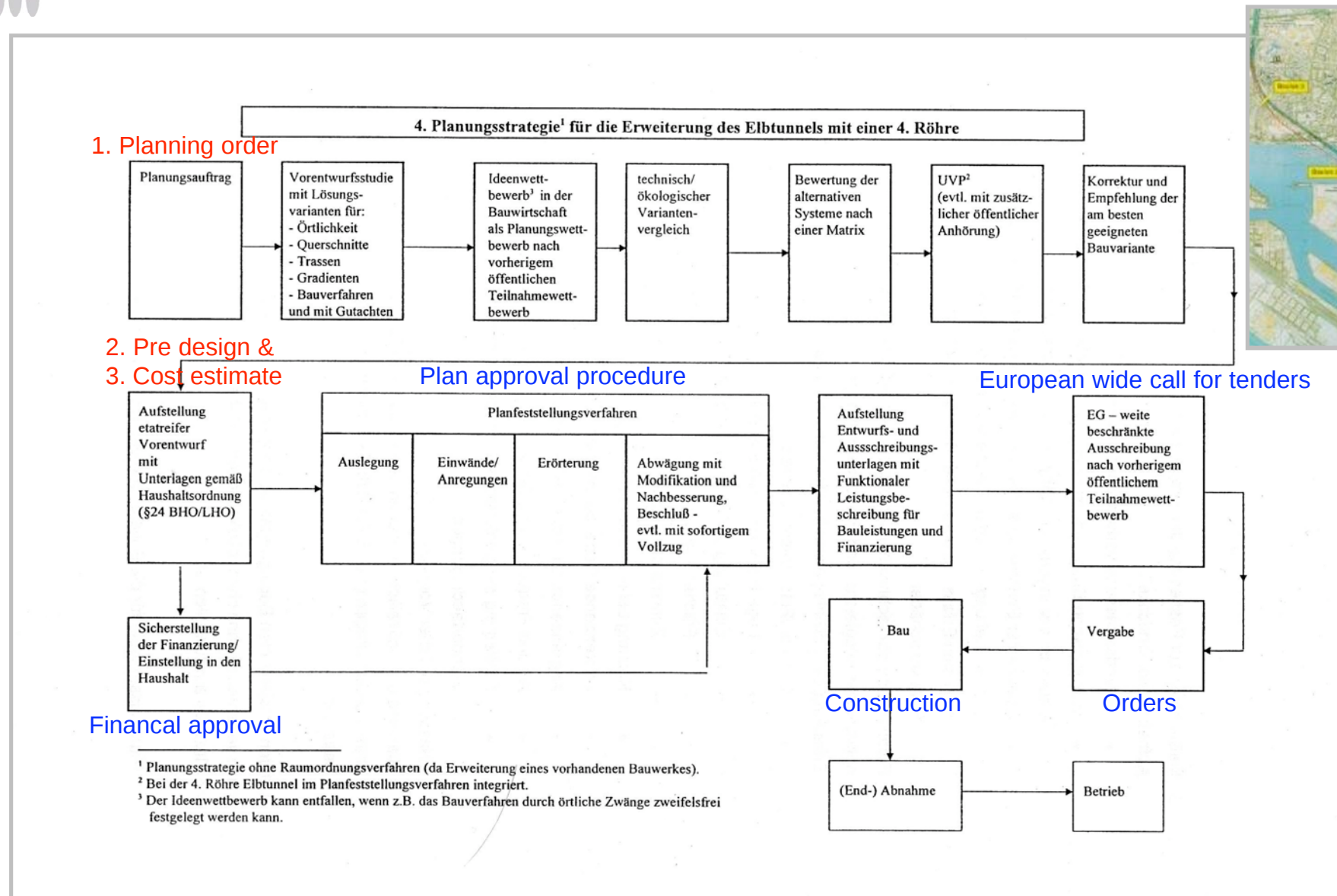
According to the alone theorem a limited budget is the best catalyst for creativity. If the project leader has too much money he is almost certain to miss the best and most cost effective solution, then it is human to make simple things more complex. Only severe external pressure - like a limited budget - to really analyse the problem in all its consequences and come up with a simple solution that will work.

However, I believe that Gus would agree that our funding agencies are carrying this a bit too far.

Extract from Bjørn H. Wiik's eulogy at the colloquium in honors of Gustav-Adolf Voss on May 26, 1995.

Prologue: "Mehr wäre weniger gewesen", Gotthold Ephraim Lessing or in a somewhat free translation: "More would be (have been) less".

- Cost issues are very delicate and very important for successful construction of ILC (Norihiro Ozaki, LC Forum).
- In my opinion, or better as I have learned from Bjørn H. Wiik and Gustav-Adolf Voss, it is very important, may be even most important, for the International Linear Collider project approval and success to limit the budget. That means more explicitly that we have to choose the minimal solution for the ILC at not the safest solution ("Money doesn't make the world go round").
 - Rule for the ILC project cost estimate: A cost control is as important as the cost estimate.
 - I.e. If we make sure as good as we can, that a single tunnel solution works, then we should choose this even if the supposed reliability is smaller. By this limitation we will find simple solutions that will work better.
- ... coupling a new large accelerator complex to an existing laboratory site is advantageous from the point of view of investment cost, construction time ... (TESLA CDR 3.10.1)



Introduction: Basis of the TESLA project.
 Planning strategy for the extension of the river Elbe tunnel with a fourth tube.

HAMBURGISCHES GESETZ- UND VERORDNUNGSBLATT

TEIL I

Nr. 22	MITTWOCH, DEN 15. JULI	1998
Tag	Inhalt	Seite
5.7.1998	Verordnung über Zulassungszahlen für die Hochschule für bildende Künste	103
6.7.1998	Verordnung über Zulassungszahlen für die Fachhochschule Hamburg	104
8.7.1998	Hamburgisches Ausführungsgesetz zur Insolvenzordnung (HmbAGInsO)	105
8.7.1998	Gesetz zum Staatsvertrag zwischen der Freien und Hansestadt Hamburg und dem Land Schleswig-Holstein über die Schaffung der planerischen Voraussetzungen für die Errichtung und den Betrieb eines Linearbeschleunigers	106
8.7.1998	Gesetz zur Änderung des Fraktionsgesetzes	110
8.7.1998	Viertes Gesetz zur Änderung des Senatsgesetzes	111

Verordnung über Zulassungszahlen für die Hochschule für bildende Künste Vom 5. Juli 1998

Auf Grund von Artikel 5 Absatz 2 Nummer 1 des Gesetzes zum Staatsvertrag über die Vergabe von Studienplätzen vom 2. Februar 1993 mit der Änderung vom 20. Januar 1998 (Hamburgisches Gesetz- und Verordnungsblatt 1993 Seite 24, 1998 Seite 19) und der Verordnung über die Weiterübertragung von Ermächtigungen zum Erlaß von Rechtsverordnungen über die Vergabe von Studienplätzen vom 6. Juli 1993 (Hamburgisches Gesetz- und Verordnungsblatt Seite 154) wird verordnet:

Einzigster Paragraph

(1) Für die Zulassung zum Studiengang Architektur nach der Vergabeverordnung vom 19. Januar 1998 (Hamburgisches Gesetz- und Verordnungsblatt Seite 7), und nach der Verordnung für die Zulassung zum Studium an der Hochschule für bildende Künste vom 18. Juli 1988 (Hamburgisches Gesetz- und Verordnungsblatt Seite 124) werden zum Wintersemester 1998/99 die folgenden Zulassungszahlen festgesetzt:

1. für Studienanfänger 63 Studienplätze

2. für höhere Semester 63 Studienplätze
abzüglich der Plätze für Studentinnen oder Studenten der Hochschule für bildende Künste, die ihr Studium im Studiengang Architektur fortsetzen.

Die Studienplätze nach Satz 1 Nummer 1 werden nach der Vergabeverordnung zentral vergeben.

(2) Von der Festsetzung von Zulassungszahlen für die Studiengänge Industrial Design und Visuelle Kommunikation wird abgesehen.

Hamburg, den 5. Juli 1998.

Die Behörde für Wissenschaft und Forschung

103

The legal basis of the TESLA project is the law to the state treaty about the formation of the planning basis for the construction and operation of a linear accelerator. In 1998 the two federal German states 'Freie und Hansestadt Hamburg' and 'Land Schleswig-Holstein', which could host the International Linear Collider, passed the law. The treaty defines e. g. the codes, standards, safety zones and preliminary investigations. In particular is defined that the linear accelerator may be only constructed and operated after the plan approval procedure has been finished.

Nr. 22

Hamburgisches Gesetz- und Verordnungsblatt 1998

107

Staatsvertrag über die Schaffung der planerischen Voraussetzungen für die Errichtung und den Betrieb eines Linearbeschleunigers

Die Freie und Hansestadt Hamburg und das Land Schleswig-Holstein beabsichtigen, die Stiftung Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY) mit Sitz in Hamburg-Bahrenfeld bei der Schaffung der planerischen Voraussetzungen für den mittelfristig vorgesehenen Bau einer neuen Beschleunigeranlage (Linearbeschleuniger) zu unterstützen. Mit diesem Staatsvertrag werden die Rechtsgrundlagen für das Zulassungsverfahren geschaffen.

Die als „Elektron-Positron-Linearcollider“ genannte Anlage ist forschungs- und technologisch sehr bedeutsam. Ihr Zweck ist die Verknüpfung der Elementarteilchenphysik mit anwendungsorientierter Grundlagenforschung und die Erschließung neuer Nutzenwendungen für die Synchrotronstrahlung. Die Anlage mit einem insgesamt ca. 35 km langen Tunnelbauwerk von 5 m Durchmesser soll im Bereich von DESY in Hamburg-Bahrenfeld beginnen und über Ellerhoop bis in die Gemeinde Westerhorn/Kreis Pinneberg führen.

Die vorbereitende Planung für den Linearbeschleuniger erfolgt durch DESY-Hamburg, an dessen Finanzierung die Freie und Hansestadt derzeit mit 10 Prozent beteiligt ist. Für die Errichtung, den Betrieb und die Finanzierung der Maschine soll ein internationales Konsortium gegründet werden. Eine Entscheidung über die Realisierung des Vorhabens wird zu gegebener Zeit auf der Grundlage der vollständigen Planungsunterlagen von den Beteiligten getroffen werden.

Freie und Hansestadt Hamburg,
vertreten durch den Senat
und das Land Schleswig-Holstein,
vertreten durch die Ministerpräsidentin
des Landes Schleswig-Holstein,
diese vertreten durch den Innenminister
des Landes Schleswig-Holstein

schließen vorbehaltlich der Zustimmung ihrer gesetzgebenden Körperschaften nachstehenden Staatsvertrag:

§ 1

Anwendungsbereich, anzuwendende Rechtsvorschriften,
Zuständigkeit

(1) Der Linearbeschleuniger einschließlich der für seinen Betrieb notwendigen Anlagen (Betriebsanlagen des Linearbeschleunigers) darf nur gebaut und betrieben werden, wenn der Plan zuvor festgestellt ist. Die Feststellung des Plans für die Errichtung und den Betrieb erfolgen in einem gemeinsamen Planfeststellungsverfahren für die auf dem Gebiet der Freien und Hansestadt Hamburg und dem Land Schleswig-Holstein gelegenen Anlagenteile.

(2) Für das Planfeststellungsverfahren gelten die Vorschriften des Verwaltungsverfahrensgesetzes (VwVfG) vom 25. Mai 1976 (Bundesgesetzblatt I Seite 1253), zuletzt geändert durch Gesetz vom 12. September 1996 (Bundesgesetzblatt I Seite 1354).

(3) Bei der Planfeststellung sind die von dem Vorhaben berührten öffentlichen und privaten Belange im Rahmen der Abwägung zu berücksichtigen; es ist eine integrierte Umweltverträglichkeitsprüfung entsprechend den Vorschriften des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) vom 12. Februar 1990 (Bundesgesetzblatt I Seite 205), zuletzt geändert am 18. August 1997 (Bundesgesetzblatt I Seite 2081, 2111), durchzuführen. Der Planfeststellungsbeschluss schließt

die nach der Strahlenschutzverordnung erforderliche Errichtungs- und Betriebsgenehmigung mit ein.

(4) An Stelle eines Planfeststellungsbeschlusses kann eine Plan genehmigung erteilt werden, wenn

1. Rechte anderer nicht oder nicht wesentlich beeinträchtigt werden oder die Betroffenen sich mit der Inanspruchnahme ihres Eigentums oder eines anderen Rechts schriftlich einverstanden erklärt haben und

2. mit den Trägern öffentlicher Belange, deren Aufgabenbereich berührt wird, das Bessermachen hergestellt worden ist.

Die Plan genehmigung hat die Rechtswirkung der Planfeststellung; auf ihre Erteilung finden die Vorschriften über das Planfeststellungsverfahren keine Anwendung. Vor Erhebung einer verwaltungsgerichtlichen Klage bedarf es keiner Nachprüfung in einem Vorverfahren. § 75 Absatz 4 des VwVfG gilt entsprechend.

(5) Planfeststellung und Plan genehmigung entfallen in Fällen von unwesentlicher Bedeutung. Fälle unwesentlicher Bedeutung liegen insbesondere vor, wenn

1. andere öffentliche Belange nicht berührt sind oder die erforderlichen behördlichen Entscheidungen vorliegen und sie dem Plan nicht entgegenstehen und

2. Rechte anderer nicht beeinträchtigt werden oder mit den vom Plan Betroffenen entsprechende Vereinbarungen getroffen werden.

(6) Planfeststellungsbehörde und Anhörungsbehörde ist das Oberbergamt in Clausthal-Zellerfeld. Bauaufsichtsbehörden sind für die unterirdischen Bauwerke des Linearbeschleunigers das Bergamt in Celle, für die oberirdischen Bauwerke das Landrat des Kreises Pinneberg für den Kreis Pinneberg und das Bezirksamt Altona für das hamburgische Gebiet. Die Zuständigkeitsanordnungen der beteiligten Länder sind entsprechend zu treffen.

§ 2

Schutzbereich

In einem Schutzbereich in einer beidseitig der Tunnelkante gemessenen Breite von bis zu 6 m und nach oben in einer von der Tunneloberkante gemessenen Höhe von bis zu 9 m dürfen über die vorhandene Bebauung hinaus keine Bauwerke errichtet werden. Die genauen Abmessungen des Schutzbereichs sind Gegenstand des Planfeststellungsverfahrens. Es sind alle Maßnahmen zu unterlassen, die den Bestand des Tunnels und den Betrieb beeinträchtigen oder gefährden könnten.

§ 3

Vorarbeiten

(1) Eigentümerinnen und Eigentümer sowie sonstige Nutzungsberechtigte haben zur Vorbereitung der Planung des Vorhabens auf ihren Grundstücken notwendige Vermessungen, Boden- und Grundwasseruntersuchungen einschließlich der vorübergehenden Anbringung von Markierungszeichen und sonstige Vorarbeiten durch den Träger des Vorhabens oder von ihm Beauftragte zu dulden. Arbeits-, Betriebs- oder Geschäftsräume dürfen zu diesem Zweck während der jeweiligen Arbeits-, Geschäfts- oder Aufenthaltszeiten nur in Anwesenheit der Nutzungsberechtigten nach Satz 1 oder einer oder eines Beauftragten, Wohnungen nur mit Zustimmung der Wohnungsinhaberinnen oder des Wohnungsinhabers betreten werden.

II-10

1 Overview

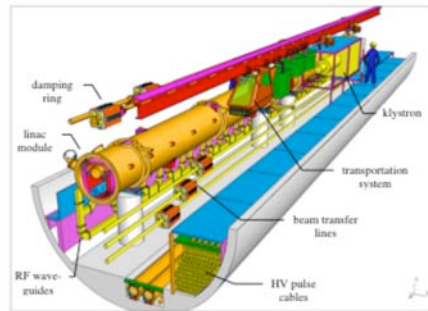


Figure 1.2.2: Sketch of the 5 m diameter TESLA linac tunnel.

1.2 General Layout

II-11



Figure 1.2.3: The TESLA site North-West of the DESY laboratory.

The capital cost include all components necessary for the **baseline design** of TESLA, as described in the Technical Design Report: Part II The Accelerator, Chapter 3 to 9. Not included are the costs for the High Energy Physics detector. Over a length of 30 km the civil engineering cost could differ significantly. For example the HERA hall South is completely above the water table and the hall North in a distance of 2 km is inside the ground water. The normalized construction cost of hall North was 40 % higher than those of hall South.

II-14

1 Overview

TESLA-500		
Accelerating gradient	E_{acc} [MV/m]	23.4
RF-frequency	f_{RF} [GHz]	1.3
Fill factor		0.747
Total site length	L_{tot} [km]	33
Active length	[km]	21.8
No. of accelerator structures		21024
No. of klystrons		584
Klystron peak power	[MW]	9.5
Repetition rate	f_{rep} [Hz]	5
Beam pulse length	T_p [μ s]	950
RF-pulse length	T_{RF} [μ s]	1370
No. of bunches per pulse	n_b	2820
Bunch spacing	Δt_b [ns]	337
Charge per bunch	N_e [10^{10}]	2
Emittance at IP	$\gamma \epsilon_{x,y}$ [10^{-6} m]	10, 0.03
Beta at IP	$\beta_{x,y}^*$ [mm]	15, 0.4
Beam size at IP	$\sigma_{x,y}^*$ [mm]	553, 5
Bunch length at IP	σ_z [mm]	0.3
Beamstrahlung	δ_E [%]	3.2
Luminosity	$L_{e^+e^-}$ [10^{34} cm $^{-2}$ s $^{-1}$]	3.4
Power per beam	$P_b/2$ [MW]	11.3
Two-linac primary electric power (main linac RF and cryogenic systems)	P_{AC} [MW]	97
e^+e^- collision mode:		
Beamstrahlung	δ_{E,e^+e^-} [%]	2.0
Luminosity	$L_{e^+e^-}$ [10^{34} cm $^{-2}$ s $^{-1}$]	0.47

Table 1.3.1: TESLA parameters for the $E_{cm} = 500$ GeV baseline design. The machine length includes a 2% overhead for energy management. The klystron power and primary electric power quoted include a 10% regulation reserve.

- Building the linac with superstructures (section 2.1) improves the fill factor — and hence the maximum energy for a fixed accelerating gradient and site length — by about 6%.
- The fundamental limit for the gradient in niobium structures at 2K is above 50 MV/m, and at TTF several 9-cell cavities have already reached gradients around 30 MV/m. Electropolishing followed by low-temperature bake-out has yielded systematically high performance single-cell cavities (section 2.1), with gradients up to 42 MV/m.
- The Lorentz force detuning (which increases as the square of the accelerating

Introduction: Baseline design of TESLA.

Bundeshaushaltsordnung

Datum: 19. August 1969

Fundstelle: BGBl I 1969, 1284

Textnachweis Geltung ab: 14. 7.1980
(+++ Stand: Änderung durch Art. 3 G v. 17. 6.1999 I 1334 +++)

(3) Ausgaben und Verpflichtungsermächtigungen, die ohne nähere Angabe des Verwendungszwecks veranschlagt sind, dürfen nicht für deckungsfähig erklärt werden.

BHO § 21 Wegfall- und Umwandlungsvermerke

(1) Ausgaben und Planstellen sind als künftig wegfallend zu bezeichnen, soweit sie in den folgenden Haushaltsjahren voraussichtlich nicht mehr benötigt werden.
(2) Planstellen sind als künftig umzuwandeln zu bezeichnen, soweit sie in den folgenden Haushaltsjahren voraussichtlich in Planstellen einer niedrigeren Besoldungsgruppe oder in Stellen für Angestellte oder Arbeiter umgewandelt werden können.

BHO § 22 Sperrvermerk

Ausgaben, die aus besonderen Gründen zunächst noch nicht geleistet oder zu deren Lasten noch keine Verpflichtungen eingegangen werden sollen, sind im Haushaltsplan als gesperrt zu bezeichnen. Entsprechendes gilt für Verpflichtungsermächtigungen. In Ausnahmefällen kann durch Sperrvermerk bestimmt werden, daß die Leistung von Ausgaben oder die Inanspruchnahme von Verpflichtungsermächtigungen der Einwilligung des Bundestages bedarf.

BHO § 23 Zuwendungen

Ausgaben und Verpflichtungsermächtigungen für Leistungen an Stellen außerhalb der Bundesverwaltung zur Erfüllung bestimmter Zwecke (Zuwendungen) dürfen nur veranschlagt werden, wenn der Bund an der Erfüllung durch solche Stellen ein erhebliches Interesse hat, das ohne die Zuwendungen nicht oder nicht im notwendigen Umfang befriedigt werden kann.

BHO § 24 Baumaßnahmen, größere Beschaffungen, größere Entwicklungsvorhaben

(1) Ausgaben und Verpflichtungsermächtigungen für Baumaßnahmen dürfen erst veranschlagt werden, wenn Pläne, Kostenermittlungen und Erläuterungen vorliegen, aus denen die Art der Ausführung, die Kosten der Baumaßnahme, des Grunderwerbs und der Einrichtungen sowie die vorgesehene Finanzierung und ein Zeitplan ersichtlich sind. Den Unterlagen ist eine Schätzung der nach Fertigstellung der Maßnahme entstehenden jährlichen Haushaltsbelastungen beizufügen.
(2) Ausgaben und Verpflichtungsermächtigungen für größere Beschaffungen und größere Entwicklungsvorhaben dürfen erst veranschlagt werden, wenn Planungen und Schätzungen der Kosten und Kostenbeteiligungen vorliegen. Absatz 1 Satz 2 gilt entsprechend.
(3) Ausnahmen von den Absätzen 1 und 2 sind nur zulässig, wenn es im Einzelfall nicht möglich ist, die Unterlagen rechtzeitig fertigzustellen, und aus einer späteren Veranschlagung dem Bund ein Nachteil erwachsen würde. Die Notwendigkeit einer Ausnahme ist in den Erläuterungen zu begründen. Die Ausgaben und Verpflichtungsermächtigungen für Maßnahmen, für welche die Unterlagen noch nicht vorliegen, sind gesperrt.
(4) Auf einzeln veranschlagte Ausgaben und Verpflichtungsermächtigungen für Zuwendungen sind die Absätze 1 bis 3 entsprechend anzuwenden, wenn insgesamt mehr als 50 vom Hundert der Kosten durch Zuwendungen von Bund, Ländern und Gemeinden gedeckt werden. Das Bundesministerium der Finanzen kann Ausnahmen zulassen.

Budgetary Regulations of Germany

BHO § 24 Construction projects, larger procurements, larger development projects

Expenses and commitment authorisation for construction projects may be estimated only if plans, cost calculations and explanations are presented from which the type of executions the cost of the construction project the purchase of land ... and the schedule are apparent.

The cost of capital equipment is estimated with the purchasing power of January 2000. No additional contingency has been added. The VAT is not included in the estimation. It is assumed that the manpower required for the various stages of the project will be supplied by the existing manpower in the collaborating institutes. The manpower is quoted separately, and is not included in the total cost. A planning group has been continuously reviewing the technical layout of the system and the cost evaluations. The cost estimates for all major components have been obtained from studies made by industry, and are based on a single manufacturer supplying the total number of a given component.

Introduction: TESLA capital cost estimate basis.

II-368 10 Project Costs and Schedule

Sub-system	cost [M-EUR]	components included
Main linac modules	1131	cavity string, cryostats, input couplers, HOM couplers, tuning systems, quadrupoles and steering magnets, instrumentation
Main linac RF system	587	RF power supplies, modulators, HV pulse cables, transformers, klystrons, waveguide system, low level RF controls, interlocks, cables
Injection systems	97	RF gun system, accelerator modules and RF system for 5 GeV linac for electrons and positrons, positron source, conventional preaccelerator, beam transfer lines, bunch compressors, diagnostics
Damping rings	215	magnets, permanent magnet wigglers, vacuum systems, RF systems, power supplies, beam instrumentation, injection and ejection systems
Collider beam delivery systems	101	beam transport lines, magnets, s.c. final doublet, beam collimation, beam extraction and dump systems, vacuum systems, power supplies, feedback systems, diagnostics
Civil engineering	546	33 km tunnel, surface buildings, connecting shafts, hall for experimental detector, damping ring tunnels, beam dump halls, civil construction for injectors
Infrastructure	336	tunnel infrastructure, cable trays, power distribution, main power connection, cryoplants and cryogenic distribution system, cooling and ventilation systems, safety systems, module and RF test facility
Auxiliary systems	124	control systems, vacuum pump stations, cabling, interlocks, magnet supplies, miscellaneous
Incremental cost for X-FEL	241	RF photoinjector and 500 MeV linac, upgrade of 50 GeV linac to 10 Hz rep. rate (RF system and cryoplants), bunch compressors, FEL and LC beams merging and separation, beam transport and delivery, civil construction for beam lines and experimental hall

Table 10.1.1: Cost overview for the major sub-systems of the project. All numbers are given in million Euro at year 2000 prices.

II-370 10 Project Costs and Schedule

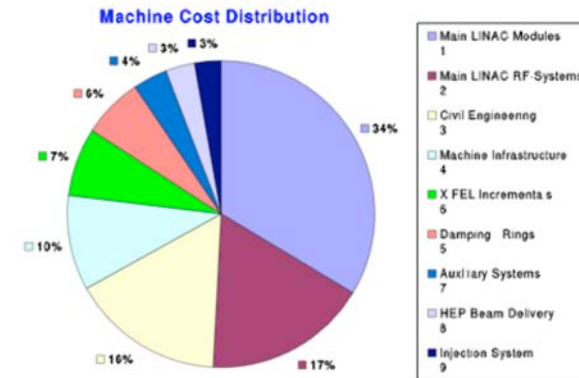


Figure 10.1.2: Contribution of the accelerator sub-systems in percent of the total cost.

The cost for the 500 GeV linear collider baseline design with one interaction region is

• **3136 Million Euro.**

The machine cost distribution is shown in the figure. The cost estimates for all major components have been obtained from studies made by industry.

Superconducting cavities

Niobium: Quotes from Wah Chang and Cabot Corp.

Cavity fabrication: Study from Babcock Noell

Cryomodules

Vacuum vessel: Study from E. Zanon SpA

Cavity preparation: Babcock Noell

Main linac RF system

Klystron: Mass production study from Thomson

etc.

TESLA project costs: The Linear Collider.

and beam delivery systems for the collider. The undulator and photon beam line costs are given in part V.

10.3 Manpower Requirements

The manpower required for the different stages of the project (design, procurement, fabrication and assembly, testing, installation and commissioning) has been estimated mainly on the basis of the experiences gained at TTF and in large projects like HERA. It is assumed that this manpower will be supplied by the collaborating institutes.

A total of 6 933 man years will be required. Figure 10.3.1 shows the time profile of the total (collaboration) manpower needed until the completion of the installation, divided up by the major sub-systems.

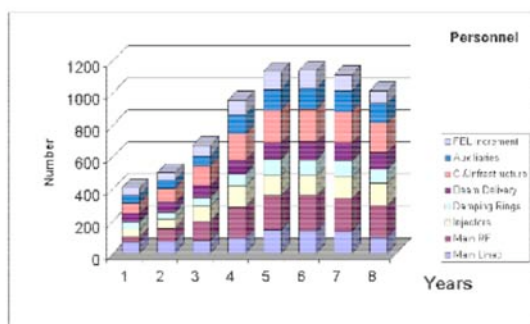


Figure 10.3.1: Laboratory manpower requirement for TESLA during the 8 years of construction.

10.5 Operating Costs

The total cost for operation has been estimated at 120 Million Euro per year. This includes the electrical power consumption, the regular replacement or refurbishing of klystrons, and the helium losses. The numbers are determined assuming current prices and an annual operation time of 5,000 h. Costs for general maintenance and repair have been estimated assuming 2 % per year of the original total investment costs corresponding to the DESY experience.

For critical components (such as accelerator modules) a number of spares will be produced; these costs are included in the investment costs.

10.3 Manpower Requirements

The manpower required for the different stages of the project (design, procurement, fabrication and assembly, testing, installation and commissioning) has been estimated mainly on the experiences gained at TTF and large projects like HERA. It is assumed that this manpower will be supplied by the collaborating institutes.

A total of 6 933 man years will be required.

10.5 Operating Costs

The total cost for the operation has been estimated at 120 Million Euro per year. This includes the electrical power consumption, the regular replacement or refurbishing of klystrons, and helium losses. The numbers are determined assuming current prices and an annual operation time of 5 000 h. Costs for general maintenance and repair have been estimated assuming 2 % per year of the original total investment costs corresponding to the DESY experience.

TESLA project costs: Manpower requirements, maintenance and operating cost.



Figure 4.1.3: Time schedule of work for civil construction (bottom) and for the installation work (top). Tunneling starts from four points along the tunnel in parallel and proceeds towards the interaction region. Civil construction, infrastructure work, and accelerator installation happen concurrently at different regions in the tunnel.

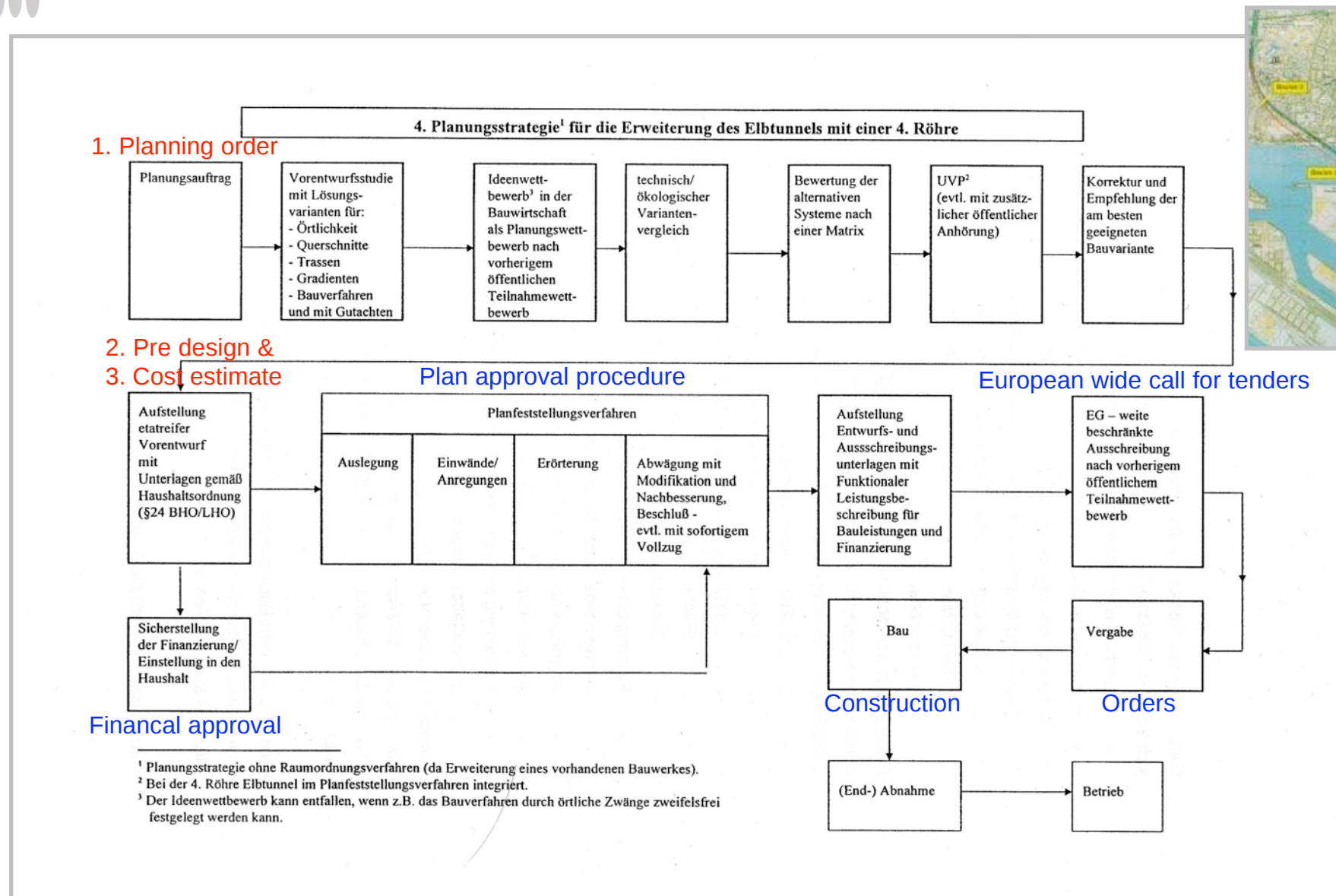
10.4 Time Schedule

The construction time of TESLA is 8 years. The evaluation is based on ...

- Based on HERA experience an average tunneling speed of 10 m per day ... will be completed after 3.5 years using 4 tunneling machines.
- Two years after the start of the civil construction on the DESY site, the tunneling machine will have reached the shaft for the next service hall 5 km away. ... and installation can begin in the first tunnel section.
- Installation of the first cryo plant, water cooling systems and other infrastructure into the service hall on the DESY site will start after 2.5 years.
- Orders for major components will be placed at the same time as the civil construction starts. ... between 2 and 3.5 years will be needed to set up the production facilities. Full production rate will be reached after one additional year. The first cryomodules will be assembled and ready for tunnel installation 4 years after the start of the civil construction.
- After 5 years the production and installation of all components proceeds at full design rate. The first 16.5 km tunnel section of the linear collider will be completed after 6.5 years. The positron site of the collider will be completed after 8 years.

We expect that no more than one year will be required (between financial approval and the beginning of construction) **for the public planning approval procedure** and the bidding and awarding of contracts.

TESLA time schedule for civil construction and for machine installation.



TESLA time schedule for civil construction and for machine installation.
 Planning strategy for the extension of the river Elbe tunnel with a fourth tube.

Barry Barish: "Define an ILC Baseline Configuration Document, to be completed by the end of 2005, ... consistent with making decisions that will allow us to create a robust baseline design next year that we will be able to reliably cost."

Assuming an identical baseline configuration (or design) (i.e. site at an existing lab, comparable tunnel depth, etc.) at the different Linear Collider sites the capital costs should be the same in a first order approximation. The costs should be estimated without VAT (Value Added Tax), escalation and contingency for a fixed date (e.g. December 31, 2005). Unlikely differences can come from different geology, codes, laws and availability of electrical power and cooling water.

Civil Engineering

The civil engineering cost driver are the tunnel construction costs. Machines nearly fully automatically will do tunnel construction in glacial deposits as well as in hard rock. The costs depend mainly on the tunnel diameter and not on the geology if the speed of the machines is approximately the same. Some of the differences will be compensated (e.g. a tunnel in sand below the water table probably need no additional air conditioning and tunnels and halls in hard rock are likely stable without reinforced concrete).

Infrastructure

Availability of electrical power, the distance to the next mains overhead line and the availability of cooling water have an influence on the costs. This is not the case if the site is connected to an existing HEP laboratory.

Site specific costs: Civil engineering, geological conditions, infrastructure, mains connection and cooling water.

1. Current practice and methodology for project cost and schedule estimates.
Hopefully, this is now a little bit clearer for the TESLA project.
2. Process for establishing a set of “rules” for ILC cost and schedule estimates.
First we need the “tripod” for the cost estimate of the ILC: legal basis, baseline concept or design and the capital cost estimate basis. The sites in the three regions must be comparable (i.e. coupling to a lab, deep or shallow tunnel, etc.).
3. How to handle contingency, overheads, “in kind” contributions, lab or university contributions.
My suggestion is to separate the capital cost, the additional manpower, the overheads, the contingency and the escalation (for the last three if really necessary).
4. Include actual estimates for industrial work in a public cost estimate?
In a confidential way.
5. Profit: What is the correct methodology to include profit in estimates for industrial work?
Cost for industrial work must be estimated by industrial studies. The profit must be included in the industrial studies and should not be separated.
6. Should ILC commission industrial cost studies of ILC in all 3 regions?
No, the call for tender will be worldwide.
7. How do we develop a cost model for ILC?
With the help of industry and international organisations like [ITA International Tunneling Association](#). (I.e. ITA investigated world wide the “[Legal and Administrative Issues in Underground Space Use](#)”. Make use of a “Construction Set”.
- (8.) Do we need a risk analysis?

Global Group 5: Cost and Engineering · Session 2: Questionary.

Summary

The TESLA TDR costs are a good basis for an International Linear Collider site specific cost study especially for the superconducting accelerator and the rf system. For a further costs estimate a new baseline design is necessary. Cost drivers like a twin tunnel, a deep tunnel and spare length should be avoided. The capital costs should be estimated. This costs should be optimized and not the costs over the lifetime of the machine. Contingency and escalation can be estimated after the site decision on demand of the funding agency.

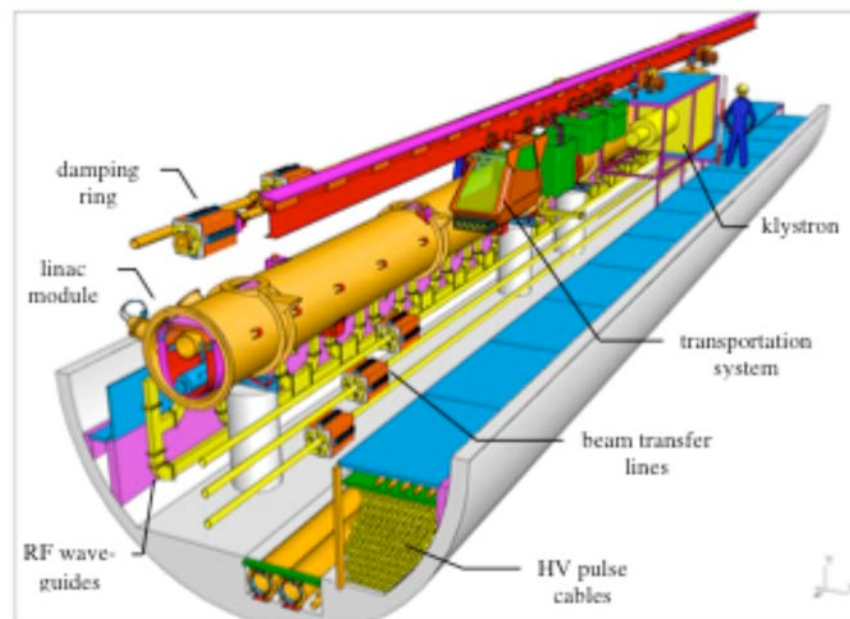


Figure 1.2.2: Sketch of the 5 m diameter TESLA linac tunnel.

Summary: Methodology of TESLA Project Costs and Schedule
and Possible Application to the International Linear Collider.