

# Die Indexberechnung von Bauobjekten am Beispiel des Stollenbaues

Autor(en): **Schwander, B.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **94 (1976)**

Heft 26

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-73122>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Die Indexberechnung von Bauobjekten am Beispiel des Stollenbaus

Von B. Schwander, dipl. Bauing. ETH, Chur

DK 624.134.1.003

### Einleitung

Eine geeignete Indizierung von Baukosten wird ein immer grösseres Bedürfnis der Praxis. Am Beispiel der Teuerungsentwicklung für Stollenbauten werden Möglichkeiten und Wege aufgezeigt, wie dieses Problem mit vernünftigem Aufwand angegangen werden kann.

Die nachfolgende Studie soll einige wichtige Ergebnisse, welche anlässlich der Indizierung von Kraftwerkanlagen gewonnen wurden, einem breiteren Interessentenkreis vermitteln. Für diese Arbeiten stellte die Vereinigung Schweiz. Tiefbauer sowie, nach deren Auflösung, der Schweiz. Baumeisterverband die Unterlagen für die Preisentwicklung der Kostenelemente zusammen. Ausserdem konnte durch die Vereinigung Schweiz. Tiefbauer unter der Leitung von Ing. W. Stampfli die Mitarbeit renommierter Stollenbauunternehmen gesichert werden, welche Vor- und Nachkalkulationen ausgeführter Bauwerke zur Verfügung stellten. Die nach Aufbau und Kalkulationsmethode oft unterschiedlichen Unterlagen mussten in einer Standardrechnung zusammengefasst werden, damit eine Auswertung mit EDV möglich war. Denn nur durch eine solche Rationalisierung des Problems war es möglich, mit zumutbarem Aufwand eine solche Aufgabe in nützlicher Frist zu lösen. Dabei durfte die Schematisierung der Berechnungen keine Verzerrungen bringen und die Ergebnisse mussten den Erfahrungen und Nachkalkulationen entsprechen. Es zeigte sich, dass bei der Wahl einer zweckmässigen Standardrechnung die Erfüllung dieser Bedingungen gut eingehalten werden kann.

Die Erhebungen werden alle 4 Jahre durchgeführt, so dass die Indices der Jahre 1973–1976 im Jahre 1977 vorliegen werden.

### 1. Generelle Überlegungen zu einer Indexberechnung und Begründung der Methode der Standardrechnungen

Bei jeder Indizierung von Bauten stellt sich die Frage, ob ein Markt- oder ein Kostenindex ermittelt werden soll.

Die Ermittlung eines Marktindex erfolgt üblicherweise durch statistische Erhebungen über ausgeführte Bauwerke. Dabei treten zwei Schwierigkeiten auf, die den Erfolg der statistischen Methode in Frage stellen. Für viele Bauwerk-kategorien fehlen über eine längere Untersuchungsperiode eine genügende Anzahl vergleichbarer Objekte. Die mangelnde Vergleichbarkeit verschiedener Stollenbauten bringt eine weitere fast unüberwindliche Schwierigkeit. Die Kostenunterschiede zwischen einzelnen Objekten (verschiedene geologische Verhältnisse sowie verschiedene Randbedingungen, wie Erschliessung der Baustelle [Seilbahn oder Strasse], Stollenbauten mit einem oder zwei Angriffen, Konstruktion der Stollenprofile usw.), wirken sich im Verhältnis zur Teuerung so stark aus, dass ein statistischer Vergleich verzerrte Ergebnisse liefert.

Eingehende Kostenuntersuchungen und Vergleiche von Kostenindizierungen mit Submissionsergebnissen in den 60er Jahren haben gezeigt, dass die Unzulänglichkeiten eines statistisch erhobenen Marktindex für eine Teuerungsanalyse problematischer sind als der Weg über die Kostenanalyse. Der Marktindex ist nicht beziehungslos zu der Kostenent-

wicklung, sondern wird von dieser in der Grundtendenz gesteuert. Wie noch gezeigt werden soll, können die Markteinflüsse dem Kostenindex überlagert werden und somit die Preisentwicklung anhand einer Kostenindizierung besser dargestellt werden als dies durch statistische Methoden möglich wäre, welche im Falle des Stollenbaues wegen den erwähnten Unzulänglichkeiten keine befriedigenden Ergebnisse brachten.

Diese Überlegungen führten zu Standardrechnungen. Diesen werden genau umschriebene Modell-Objekte zugrunde gelegt. Die Kosten werden entsprechend einer Technologie der Ausführung, welche für die Untersuchungsperiode repräsentativ ist, analysiert. Das Schema für die Standardrechnung bleibt an eine bestimmte Technologie gebunden und muss bei einer technologischen Weiterentwicklung neu formuliert und angepasst werden.

Die Kosten werden nach Kostenelementen (Löhne, Materialien, Transporte, Hilfs- und Verbrauchsstoffe usw.) aufgeschlüsselt. Bei Kenntnis der Teuerung für die Kostenelemente kann ein Kostenindex für die entsprechende Objektkategorie ermittelt werden.

Bei jeder Indexberechnung ist weniger Wert auf Genauigkeit der absoluten Beträge zu legen, als auf die der Relationen zu achten.

### 2. Methode der Standardrechnungen für die Kostenindizierung

#### Theoretische Analyse

Das Verfahren lässt sich in einigen einfachen Beziehungen zusammenfassen. Es bedeuten:

- $Y_t$  BauwerkindeX für das Jahr  $t$  auf Basisjahr  $t_0$  (z.B. Basisjahr 1946/49/63)
- $y_t^i$  Indices der Kostenelemente  $i = 1 - m$  auf Basisjahr  $t_0$  für das Jahr  $t$
- $K_t^i$  ( $i = 1 - m$ ) Prozentualer Anteil eines Kostenelementes (Löhne, Materialien usw.) an den Gesamtkosten im Jahre  $t$
- $K_{t_a}^i$  ( $i = 1 - m$ ) Prozentualer Anteil eines Kostenelementes an den Gesamtkosten im Jahre  $t_a$
- $t_a$  Jahr, für welches das Strukturschema und die Kostenaufschlüsselung ermittelt wird
- $y_{t_a}^i$  ( $i = 1 - m$ ) Indices der Kostenelemente auf Basisjahr  $t_0$  für das Jahr  $t_a$

Für den Objektindex im Jahre  $t$  ergeben sich folgende Beziehungen:

$$Y_t = \sum_{i=1}^m K_t^i y_t^i$$

wobei:

$$K_t^i = \frac{K_{t_a}^i \frac{y_t^i}{y_{t_a}^i}}{\sum_{i=1}^m K_{t_a}^i \frac{y_t^i}{y_{t_a}^i}}$$

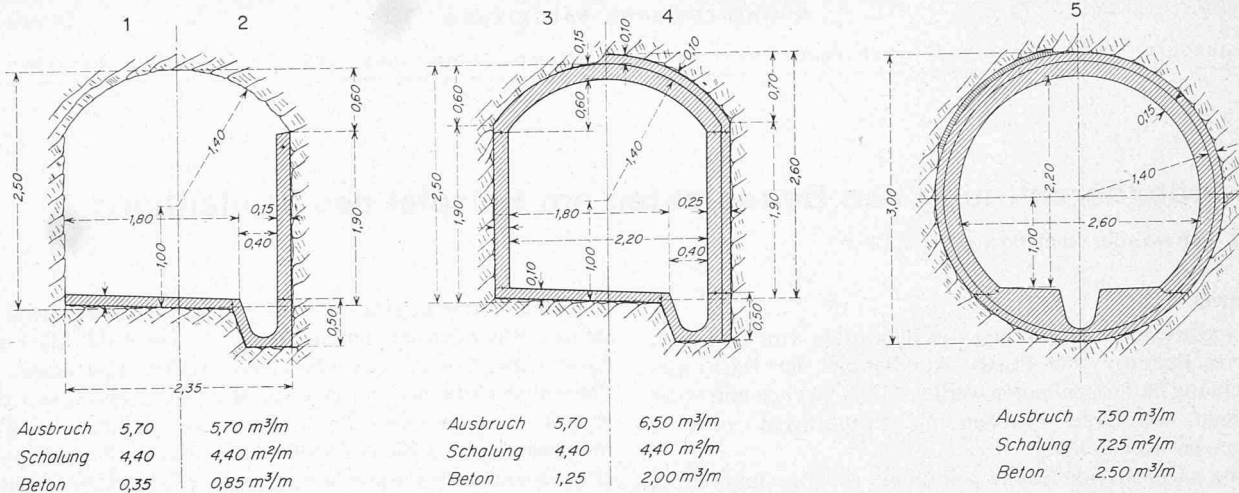


Bild 1. Freilaufstollen, Minimalprofil. Profiltypen 1 bis 5 (s. Tabelle 1)

Zu beachten: Trotz gleichbleibender Technologie ist die Kostenaufschlüsselung bei variablen Indices der Kostenelemente nicht konstant, sondern variabel.

$Y_t$  drückt den Baukostenindex im Jahre  $t$  auf Kostenbasis des Jahres  $t_0$  aus, entsprechend einer Technologie des Jahres  $t_0$ .

#### Differenzierung der Standardrechnung

Die Anzahl der Kostenelemente bestimmt die Differenzierung der Kostenaufschlüsselung. Für die vorstehende Untersuchung wurde mit einer sehr differenzierten Kostengliederung gearbeitet: 6 Positionen Lohnkosten; 14 Positionen Betriebsstoffe; 18 Positionen Baumaterialien; 10 Positionen Inventarkosten; 2 Positionen Allgemeinkosten.

Die Anzahl der analysierten Arbeitsvorgänge bestimmt den Differenzierungsgrad der Kostenstrukturanalyse. Für die vorstehende Untersuchung wurden die Installationsarbeiten, die Ausbrucharbeiten, die Stollenverkleidung, die Drainagearbeiten, die Arbeiten für Wasserhaltungen und Abdichtungen in mehr als 20 Positionen analysiert. Die Aussenarbeiten, Fensterstollen, Voreinschnitte und Erschliessungsarbeiten wurden etwas genereller behandelt. Abgesehen von einzelnen Vereinheitlichungen und Vereinfachungen, die auf das Endergebnis ohne Bedeutung sind, entspricht die verwendete Standardrechnung hinsichtlich Differenzierung oder detaillierter Kostenerfassung einem Unternehmerangebot.

#### Das mathematische Modell

Als geeignetes mathematisches Modell für die EDV-Anwendung erwies sich eine Matrix, in der die Kostenelemente der einzelnen Arbeitspositionen nach der Zeile und die Kostenanalysen der Arbeitspositionen nach der Kolonne entwickelt werden. Werden die Zeilen und Kolonnenglieder als Komponenten von Vektoren aufgefasst, ergibt sich bei Anwendung des skalaren Vektorproduktes die einfache Darstellung der Objektkosten in der Formel:

$$K = \sum_{i=1}^m \vec{g} b_i = \sum_{K=1}^n \sum_{i=1}^m g_K a_{Ki}$$

- $K$  Objektkosten
- $\vec{g}$  Grundpreise der Kostenelemente als Komponenten des Vektors  $g$  aufgefasst
- $\vec{b}_i$  Mengen der Kostenelemente einer Arbeitsposition als Komponenten des Vektors  $b$  aufgefasst
- $a_{Ki}$  Mengen der Kostenelemente nach Zeile und Kolonne bezeichnet

- $g_K$  Element des Vektors  $g$
- $1 - n$  allgemeines Glied  $i$
- $n$  Anzahl der Kostenelemente
- $1 - m$  allgemeines Glied  $i$
- $m$  Anzahl Arbeitspositionen

Die Entwicklung der Inventarkosten für Verzinsung, Amortisation und Revision erfolgte tabellarisch für alle Geräte und Einrichtungen. Der Geräteeinsatz wird durch die Ausführungstechnologie bestimmt. Die Einführung der Inventarkosten in die allgemeine Matrix bot einige formale Schwierigkeiten, die jedoch durch geeignete Zeilenfaktoren gelöst werden konnten. Als variable, teuerungsabhängige Kostenfaktoren wurden der Zinssatz und ein Index für den Neuwert des Inventars eingeführt.

Formal lassen sich die Beziehungen darstellen:

$$Q_i = NW_i t_i q_i \quad \Sigma Q_i = T_m q_m \sum_{i=1}^n NW_i \quad T_m = \frac{\sum_{i=1}^n NW_i \cdot t_i}{\sum_{i=1}^n NW_i}$$

$$P_i = NW_i t_i p \quad \Sigma P_i = T_m p \cdot \sum_{i=1}^n NW_i \quad q_m = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{T_m \cdot \sum_{i=1}^n NW_i}$$

$$R_i = NW_i t_i r_i \quad \Sigma R_i = T_m r_m \sum_{i=1}^n NW_i \quad r_m = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{T_m \cdot \sum_{i=1}^n NW_i}$$

- Es bedeuten:  $1 - n$  allgemeines Glied  $i$
- $n$  Anzahl der Geräte und Einrichtungen
- $NW$  Neuwert des Inventares
- $t$  Einsatzdauer in Monaten
- $p$  Zinssatz
- $q$  Annuität der Abschreibungen
- $r$  Ansatz für Revisionskosten in bezug auf Neuwert

$P, Q, R$  Kosten für Zinsen, Abschreibungen bzw. Revisionen  
Mit  $m$  werden die gewogenen Durchschnittswerte bezeichnet.

Durch die Gewichtung der Zeilen oder Kolonnen wird es möglich, verschiedene Projektvarianten zu vergleichen. Verschiedene Berechnungen zeigten, dass ein Vergleich unterschiedlicher Objektvarianten durch eine zweckmässige und zutreffende Variation der Standardrechnung bedeutend besser gelingt, als bei einem Vergleich verschiedener Objekte, da bei einem solchen Vorgehen die Vergleichsrechnungen auf die

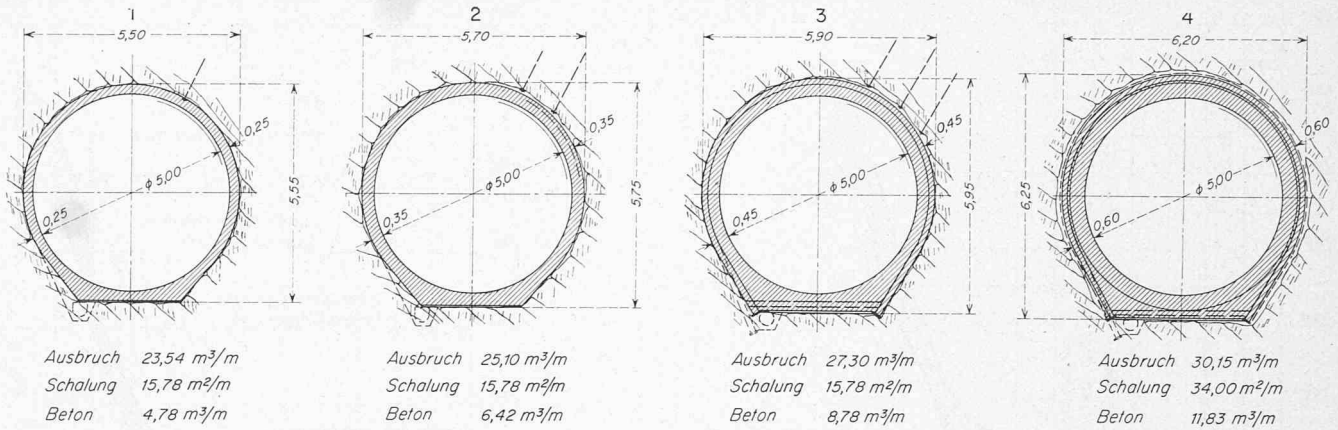


Bild 2. Druckstollen, grosses Profil. Profiltypen 1 bis 4 (s. Tabelle 1)

typischen Unterschiede abgestellt werden können und ungewollte, mehr zufällige Nebeneinflüsse und Randbedingungen nicht in Erscheinung treten. So konnte z.B. der Einfluss verschiedener geologischer Verhältnisse durch Gewichtung der prozentualen Anteile der verschiedenen Ausführungstypen sowie der Kosten für Wasserhaltung und Drainageleitung sehr gut am gleichen Rechnungsmodell verglichen werden, wobei der Einfluss der unterschiedlichen Bauzeiten auf die Inventarkosten durch Gewichtung der entsprechenden Zeilen auf einfache Art mitberücksichtigt werden konnte.

### 3. Objektmodelle und Objektindizes für Stollenbau

Von besonderem Interesse war bei der Wahl der Stollenmodelle die Frage nach der Bandbreite, innerhalb welcher sich ein Stollenbauindex bewegen kann. Es wurden daher zwei Objektmodelle ausgeführter Bauwerke ausgewählt.

- Ein Freilaufstollen mit Minimalprofil (Bild 1), Ausbruch 5,5 m³/m
- Ein Druckstollen mit grösserem Profil (Bild 2), Ausbruch 30,4 m³/m.

Tabelle 1. Objektmodelle

Freilaufstollen mit Minimalprofil ausbruch 5,5 m³/m

Profil	Vortrieb mit einem Angriff Fensterstollen 50 m Stollen mit natürlichem Abflussgefälle 3600 m				Vortrieb mit 2 Angriffen Fensterstollen 500 m Stollenast mit natürlichem Abflussgefälle 4000 m Stollenast im Gegengefälle 2000 m			
	Geologisch gute Verhältnisse		Geologisch schlechte Verhältnisse		Geologisch gute Verhältnisse		Geologisch schlechte Verhältnisse	
	%	m	%	m	%	m	%	m
1	39,8	1433	-	-	39,8	2388	-	-
2	45	1620	20	720	45	2700	20	1200
3	10	360	20	720	10	600	20	1200
4	5	180	40	1440	5	300	40	2400
5	0,2	7	20	700	0,2	12	20	1200
	100	3600	100	3600	100	6000	100	6000
1)	10	360	80	2880	10	600	80	4800
2)	60	2160	100	3600	60	3600	100	6000

1) Vortrieb mit Wasserandrang mehr als 5 l/s

2) Drainageleitung mit provisorischer Wasserüberleitung während des Baues

Druckstollen grosses Profil 30,4 m³/m

Profil	Vortrieb mit einem Angriff Fensterstollen 50 m Stollen mit natürlichem Abflussgefälle 3600 m				Vortrieb mit 2 Angriffen Fensterstollen 500 m Stollenast mit natürlichem Abflussgefälle 4000 m Stollenast im Gegengefälle 2000 m			
	Geologisch gute Verhältnisse		Geologisch schlechte Verhältnisse		Geologisch gute Verhältnisse		Geologisch schlechte Verhältnisse	
	%	m	%	m	%	m	%	m
1	78	2810	10	360	78	4680	10	600
2	16,8	603	20	720	16,8	1008	20	1200
3	5	180	45	1620	5	300	45	2700
4	0,2	7	25	900	0,2	12	25	1500
	100	3600	100	3600	100	6000	100	6000
	10	360	80	2880	10	600	80	4800
	60	2160	100	3600	60	3600	100	6000

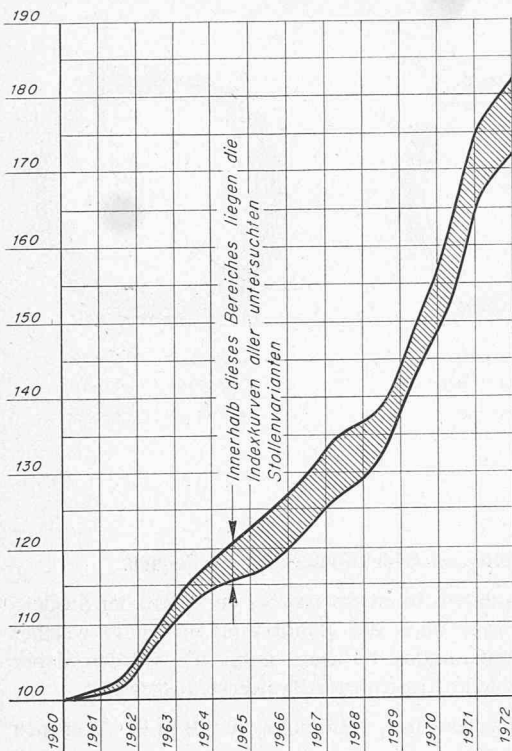


Bild 3. Bandbreite der Kostenindices für Stollenbauarbeiten

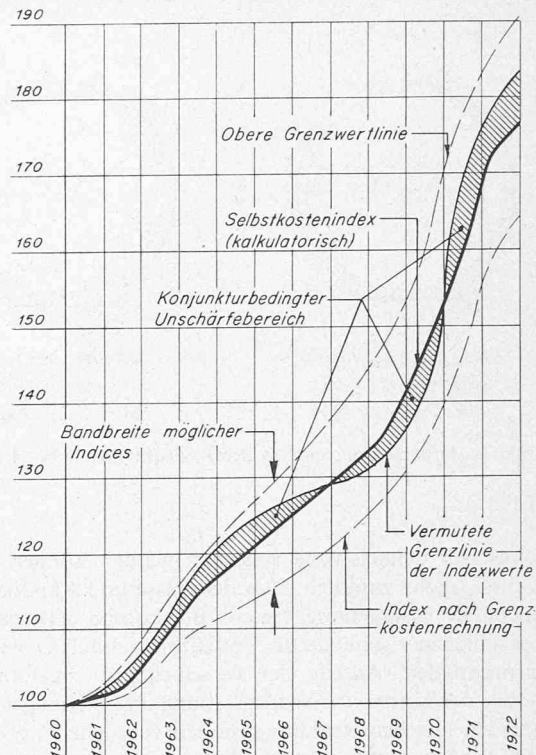


Bild 4. Diagramm zur Illustration der Relation zwischen Markt- und Kostenindex

Für beide Objekttypen erfolgte die Kostenaufschlüsselung durch eine im Detail ausgewiesene und anhand der Ausführung kontrollierte Kalkulation, wobei die Berechnungen gesondert für einen und zwei Angriffe durchgeführt wurden.

Die Variation dieser vier Grundtypen erfolgte an deren Berechnungsmodellen durch verschiedene Gewichtung der Stollentypen, entsprechender Variation der Inventarkosten in Abhängigkeit von den Bauzeiten und verschiedenen Annahmen für Wassererschwerisse und Ausführung von Drainageleitungen. Nachdem die Berechnungsmodelle entsprechend der

beschriebenen Matrix auf Magnetbänder gespeichert waren, war die Durchführung des Rechnungsprogrammes für die verschiedenen Objektvarianten durch Eingabe von Zeilen und Kolonnenfaktoren einfach und rasch möglich.

In Tabelle 1 sind die Objektmodelle umschrieben. Bild 3 zeigt die Bandbreite des Kostenindex; diese ist auffallend gering, obwohl die absoluten Kosten für die einzelnen Objekte stark voneinander abweichen. Dieses Ergebnis war überraschend und liess anfänglich Zweifel an der richtigen Programmierung aufkommen. Nähere Untersuchungen haben

Tabelle 2. Stollenbauindices

	1960	1962	1964	1966	1968	1970	1972
I. Freilaufstollen, Minimalprofil 5,5 m <sup>2</sup> , Vortrieb mit einem Angriff, gute geologische Verhältnisse.							
Lohnkosten mit Sozialleistungen und Zuschlag für Baubetriebskosten	100	110.26	133.66	150.49	168.31	195.03	234.36
Baubetriebsstoffe	100	99.64	101.41	103.86	103.08	112.40	127.02
Baumaterialien	100	100.77	107.31	108.94	116.88	130.86	150.91
Inventarkosten = Verzinsung, Amortisation, Revision und Transport	100	104.63	109.64	113.89	118.36	128.08	135.43
Allgemeine Unkosten	100	105.42	119.07	128.67	139.25	158.10	201.50
Gesamtindex	100	105.43	117.73	126.52	136.18	153.39	178.98
II. Freilaufstollen, Minimalprofil 5,5 m <sup>2</sup> , Vortrieb mit einem Angriff, schlechte geologische Verhältnisse.							
Gesamtindex	100	105.56	117.89	125.87	135.89	156.03	181.88
III. Freilaufstollen, Minimalprofil 5,5 m <sup>2</sup> , Vortrieb mit zwei Angriffen, gute geologische Verhältnisse.							
Gesamtindex	100	105.19	117.12	125.58	134.92	151.95	177.44
IV. Freilaufstollen, Minimalprofil 5,5 m <sup>2</sup> , Vortrieb mit zwei Angriffen, schlechte geologische Verhältnisse.							
Gesamtindex	100	105.25	116.91	124.31	133.86	153.85	179.17
V. Druckstollen 30,4 m <sup>2</sup> , Vortrieb mit einem Angriff, gute geologische Verhältnisse.							
Gesamtindex	100	104.73	116.47	124.10	133.63	149.60	174.53
VI. Druckstollen 30,4 m <sup>2</sup> , Vortrieb mit einem Angriff, schlechte geologische Verhältnisse.							
Gesamtindex	100	104.55	115.17	120.81	129.81	149.69	173.42
VII. Druckstollen 30,4 m <sup>2</sup> , Vortrieb mit zwei Angriffen, gute geologische Verhältnisse.							
Gesamtindex	100	104.58	116.27	123.78	133.27	149.25	174.23
VIII. Druckstollen 30,4 m <sup>2</sup> , Vortrieb mit zwei Angriffen, schlechte geologische Verhältnisse.							
Gesamtindex	100	104.32	114.59	119.81	128.48	148.52	171.92

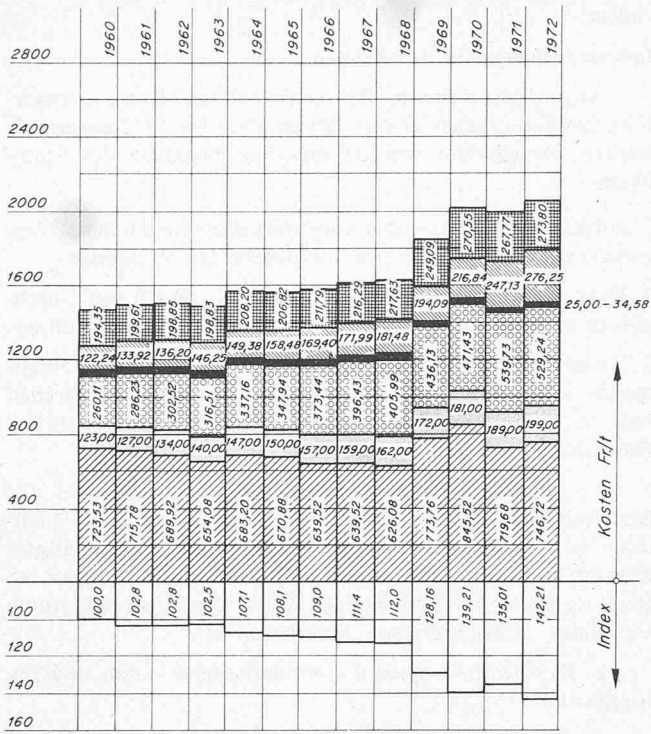


Bild 5. Stahlhochbauten. Kostenentwicklung zwischen 1960 und 1972

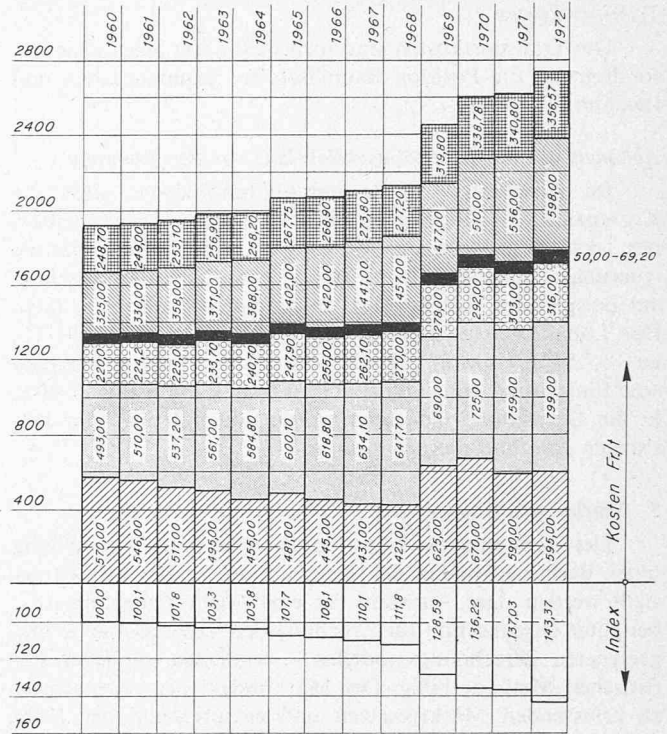


Bild 6. Druckleitung mit kleinem Durchmesser (bis 100 cm). Kostenentwicklung zwischen 1960 und 1972

jedoch gezeigt, dass trotz der vermehrten Lohnkosten bei geologisch schlechten Verhältnissen der Index nicht sehr stark abweicht, da bei den ebenfalls erhöhten Materialkosten – stärkere Verkleidungen, Stahleinbauten – der prozentuale Anteil der Kostenelemente nicht wesentlich ändert.

**4. Bemerkungen zu den Berechnungen**  
*Technologie der Ausführung*

Lässt man den Stollenausbruch mittels Tunnelfräsen ausser Betracht, so blieb die Ausführungstechnologie über die Untersuchungsperiode weitgehend konstant. Die eingetretenen Fortschritte in der Mechanisierung wurden bei den Berechnungen berücksichtigt, indem ein weniger mechanisierter Betrieb zu Beginn der 60er Jahre mit einer zufolge technischen Fortschrittes am Anfang der 70er Jahre möglichen Betriebsweise verglichen wurde. Der Vergleich erbrachte reale Einsparungen am Lohnstundenaufwand, dem andererseits aber Mehrkosten bei den Installationen und deren Betrieb gegenüberstanden.

Tabelle 3. Kostenaufschlüsselung unter Berücksichtigung der Teuerung für Druckstollen mit grossem Profil

	1960	1966	1972
Lohnkosten	29,47 %	34,61 %	37,58 %
Hilfsstoffe	14,89 %	13,09 %	11,62 %
Material	26,67 %	22,84 %	20,90 %
Inventar	17,32 %	17,68 %	17,06 %
Allgemeine Unkosten	11,65 %	11,78 %	12,84 %
	100 %	100 %	100 %

Die Berechnung erfolgte am Modell mit zwei Angriffen und folgenden geologischen Verhältnissen: Typ 1 58,2%; Typ 2 33,3%; Typ 3 8,3%; Typ 4 0,2%.

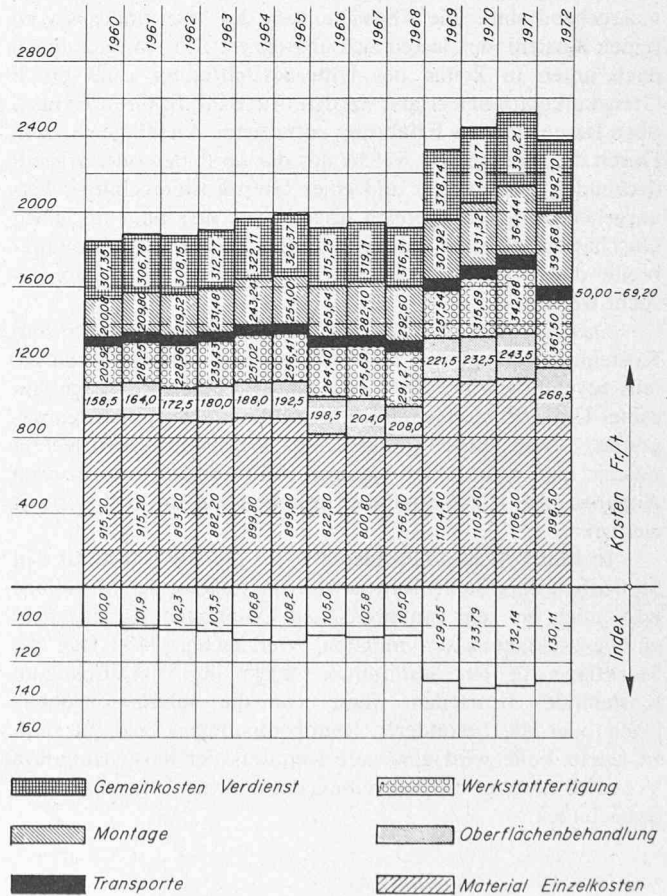


Bild 7. Druckleitung mit grossem Durchmesser (über 150 cm). Kostenentwicklung zwischen 1960 und 1972. Die Legende gilt für die Bilder 5, 6 und 7

## Transportkosten

Die Transportkosten sind nicht gesondert ausgeschieden, sondern auf die Position Bauhilfsstoffe, Baumaterialien und Inventar aufgeteilt.

## Abhängigkeit der Kostenaufschlüsselung von der Teuerung

Im Abschnitt 2 wurde darauf hingewiesen, dass die Kostenaufschlüsselung eines Objektes auch bei gleichbleibender Technologie teuerungsfähig ist. Aus Tabelle 3 ist die teuerungsfähige Entwicklung der Kostenaufschlüsselung am Beispiel des Druckstollens mit grossem Profil ersichtlich. Der Lohnkostenanteil stieg von 1960 bis 1972 von 29,47% auf 37,58%, obwohl durch Rationalisierungsmassnahmen eine Einsparung am Lohnstundenaufwand von mehr als 10% in die Berechnung eingesetzt wurde und mit erhöhten Leistungen gerechnet werden konnte.

## 5. Markt- und Kostenindex

Der Kostenindex kann durch eine Standardrechnung unter Berücksichtigung der Teuerung gut erfasst und dargestellt werden. Der Aufwand für eine solche Erhebung ist – bei guter Organisation für Erhebung der Kostenelemente und geeigneten Berechnungsmodellen – verglichen mit jeder statistischen Methode billig. Der Marktindex wird nach schwer zu erfassenden Marktgesetzen und entsprechend der Konjunkturlage um den Kostenindex pendeln. Dabei können die besonderen Verhältnisse einzelner Unternehmungen von entscheidendem Einfluss sein; z.B. eine Unternehmung wird mit einem in der Nähe gelegenen Objekt auf den Termin des Baubeginnes fertig, eine Unternehmung kann die Arbeiten organisatorisch mit anderen Aufträgen kombinieren usw.

Die Standardrechnung scheidet alle diese besonderen Randbedingungen aus, welche für die Indexberechnung nicht massgebend sind. Die Abweichungen des Marktindex vom reinen Kostenindex lassen sich abgrenzen. Die Abweichungen nach unten in Zeiten der Unterbeschäftigung kann durch Grenzkalkulationen erfasst werden. Auch für die Grenzen nach oben lassen sich aus Erfahrung zutreffende Annahmen setzen. Durch die Indexreihen, welche aus der normalen oder kostendeckenden Kalkulation und einer Grenzkostenrechnung hervorgehen, wird ein Bereich abgegrenzt, den man als einen Unschärfbereich des Indexes bezeichnen könnte. In der Bandbreite dieses Unschärfbereiches muss der Marktindex gesucht werden.

Das Ausmass der Abweichungen des Marktindex vom Kostenindex hängt von unterschiedlichen, schwer fassbaren, teils psychologischen Einflüssen ab. Die besondere Lage einzelner Unternehmungen, auch hinsichtlich des Beschäftigungsgrades, kann durch allgemeine Wachstumskoeffizienten, welche aus mehr oder weniger vollständigen statistischen Angaben über die Bautätigkeit erhoben werden, nicht erfasst werden.

In Bild 3 ist diese Problematik für die 60er Jahre für den Stollenbau dargestellt. Eine solche Darstellung der Marktlage wäre auch bei sehr umfangreichen Unterlagen als allgemein gültige Aussage kaum möglich. Viel leichter lässt sich die Marktlage für ein bestimmtes Objekt im Verhältnis zum Kostenindex beurteilen, wenn etwa die Submissionsunterlagen oder die besonderen Randbedingungen bekannt sind. In jedem Falle wird eine gute Kenntnis der Kostensituation Voraussetzung für die Beurteilung des mutmasslichen Marktindex bilden.

## Anhang

### Indexberechnung für Stahlbauten

An einigen weiteren Beispielen soll die Kostenentwicklung für Stahlbauten in den Jahren 1960 bis 1972 dargestellt werden. Ausgewählt wurden drei Spezialgebiete des Stahlbaues:

1. Allgemeine Stahlhochbaukonstruktionen für Hallen, Traggerüste usw. Konstruktionen vorwiegend mit Profileisen
  2. Druckrohrleitungen für Innendruck bis 50 atü mit Durchmesser bis 1 m. Verwendung von spiralgeschweissten Rohren
  3. Druckrohrleitungen für Innendruck bis 50 atü mit Durchmesser grösser als 1 m. Verwendung von gewalzten Blechen mit Längs- und Quernahtschweissungen.
- Die Kostengliederung erfolgte nach dem Schema:

1. *Materialeinzelkosten*, enthaltend den Aufwand für Materialeinstandskosten, bestehend aus Grundpreis, Qualitäts- und Formatzuschläge, Profilüberpreise, Überlängen, Formatzuschläge, Materialprüfung, Zoll und Transport ab Basel in das Werk. Zuschlag für Anteil Lagermaterial, Anteil Verschnitt, Hilfsmaterialien, Elektroden usw.

2. *Werkstatt-Fertigungskosten* enthaltend Lohn- und Betriebskosten.

3. *Oberflächenbehandlung* als Korrosionsschutz. Für Stahlhochbaukonstruktionen: Entfernen von Flugrost und Walzhaut, 3maliger Farbanstrich auf bituminöser Grundlage.

Für Druckrohrleitungen:

Innen: Sandstrahlen metallblank, 2 × Kalkzinkanstrich, 2 × Deckbitumen.

Aussen: Eine Aussenisolation kommt nur bei erdverlegten oder freien Rohrleitungen in Frage. Druckschächte und einbetonierte Rohrleitungen erhalten keine äussere Isolation. Für die Indexberechnung wurde die äussere Isolation mit 50% in Rechnung gesetzt.

4. *Transportkosten* mit Bahn und auf der Strasse bis an das Leitungstrasse ohne Spezialtransporte wie Seilbahnen usw.

5. *Montagekosten* und Transportkosten längs des Leitungstrassees.

6. *Gemeinkosten*, Verwaltung, technische Leitung, Wust usw.

In den Kostenberechnungen wurde der Fortschritt in der Technologie berücksichtigt, welcher sich in einer Verminderung der Lohnkosten zeigte. Demgegenüber stehen jedoch erhöhte Kosten für Werkstattbetrieb und Montageeinrichtungen.

In den Bildern 5 bis 7 ist die Kostenentwicklung in absoluten Beträgen sowie in Indexzahlen angegeben. Es handelt sich dabei um eine Kostenrechnung mit Durchschnittswerten, da die Kostenrelationen für die Indexermittlung wichtiger sind als die Beträge. Ein Vergleich der Berechnungen mit konkreten Objekten wird immer Streuungen ergeben, welche durch die Marktpreise und die verschiedenen Randbedingungen der zu vergleichenden Objekte bedingt sind.

Adresse des Verfassers: *Bruno Schwander*, dipl. Bauingenieur ETH, SIA, Ingenieurbüro, Tittwiesenstrasse 61, 7000 Chur.