



Um zu den Gewinnern am Markt zu gehören, braucht es einen permanenten und kontinuierlichen Verbesserungsprozess – dazu gehören auch neue Bauverfahren.

## Lean Construction (6)

# Auswahlmethodik für Bauverfahren

Die Entscheidung für das jeweilige Bauverfahren, Gerätekonzept oder Schalungssystem wird meist intuitiv gefällt. Will man jedoch wirtschaftliche Lösungen finden, gilt generell, Bauverfahren einer einfachen, jedoch systematischen Überprüfung zu unterziehen.

Von Gerhard Girmscheid

Die Entscheidung für das jeweilige Bauverfahren, Gerätekonzept oder Schalungssystem wird von einem Praktiker meist aufgrund seiner Erfahrungen intuitiv gefällt. Dies führt oft zu sehr guten Ergebnissen, da die Mannschaft und die Führung auf die Handhabung der Geräte, Bau- und Hilfsmaterialien und Abläufe eingespielt sind. Erfahrungen machen jedoch oft betriebsblind und generieren Abwehrhaltungen

gegenüber Neuem. Das heutige wirtschaftliche Umfeld in der Bauwirtschaft ist stark durch den Preiswettbewerb und das intendierte oder auch oft unbewusste Streben nach der Kostenführerschaft als «Überlebensstrategie» geprägt. Dieses Streben nach Kostenführerschaft erfordert aufgrund des «Erfinder-Nachahmer-Prinzips» einen permanenten und kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP), um zu den Gewinnern am

Markt zu gehören. Werden neue Verfahren eingesetzt, sollte eine systematische Analyse der eigenen Stärken und Schwächen und der Wettbewerber durchgeführt sowie das zukünftige Marktpotenzial beachtet werden. Stehen mehrere Bauverfahren zum Erreichen der Ergebnisziele zur Verfügung, sollte eine einfache, aber systematische Überprüfung stattfinden, um eine projektspezifische, wirtschaftliche Lösung im Rah-

men des ökonomischen Minimalprinzips zu erreichen.

## Zielsetzung Bauverfahrensvergleich

Der Bauverfahrensvergleich ist ein entscheidungstheoretischer Ansatz. Mit Hilfe des Bauverfahrensvergleiches soll mittels der Zielfunktion «minimale Produktionskosten» unter Beachtung der projekt- und umweltspezifischen Determinanten das technisch und wirtschaftlich effektivste Bauverfahren durch Integration der interaktiven Prozessabhängigkeiten ausgewählt werden.

Das methodische Vorgehen beim Bauverfahrensvergleich erfordert folgende kybernetische Überlegungen und Schritte (siehe Bild 1 rechts):

- ▶ Zielbestimmungsprozess
- ▶ Bauverfahrensvergleichsprozess

Dabei gibt es gemäss Bild 2 zwei Varianten. Der Unterschied besteht darin, dass in der einfachsten Variante (Einzelzielsystem) nur ein Ziel mit Auswahlkriterium im Vordergrund steht

## ARTIKELSERIE ZUM KONZEPT «LEAN CONSTRUCTION»

Bauunternehmen wollen ihre Projekte mit Gewinn abschliessen. Doch meistens ist das Gegenteil der Fall. Gerhard Girmscheid zeigt in einer fünfzehnteiligen Serie den strukturierten und effizienten Weg zum erfolgreichen Ziel auf und erklärt gleichzeitig die Prinzipien der Methode, der sogenannten «Lean Construction», die sich in der Branche bisher kaum durchgesetzt hat. Die Beiträge erscheinen jeweils monatlich. (cet)

(etwa Kosten). Im Multi-Zielsystem werden mehrere Zielkriterien herangezogen, gewichtet und bewertet. Bei beiden Varianten ist es eine Grundbedingung, dass nur Bauverfahren verglichen werden, die alle projektspezifischen, technischen und physikalischen Anforderungen erfüllen. Der Zielbestimmungsprozess legt (Bild 1 unten) ▶ das Hauptziel  
▶ die Einzelziele  
▶ die Rangfolge der Ziele  
▶ die Beurteilungskriterien  
▶ die Gewichtung der Kriterien

unter Beachtung der projekt- und umweltspezifischen Determinanten (Vertragsvorgaben, natürliche oder künstlichen Gegebenheiten) sowie der produktionsprozessbedingten Interaktionen fest. Ferner wird der Bewertungsmaßstab für die Ziele und Kriterien festgelegt (siehe Bild 1 unten).

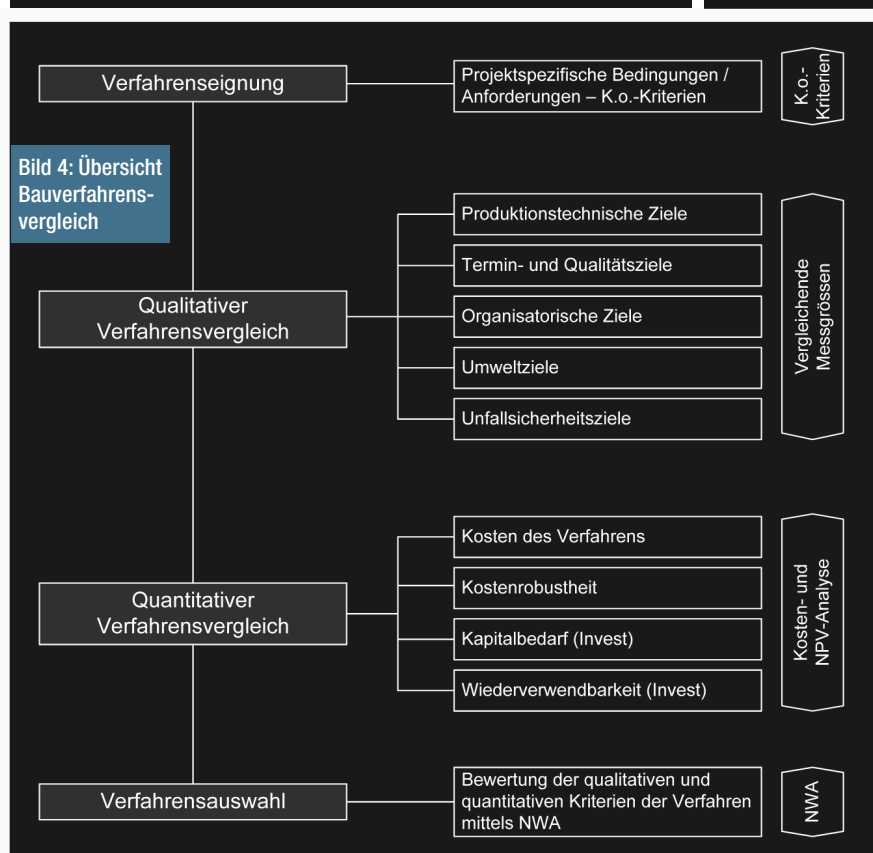
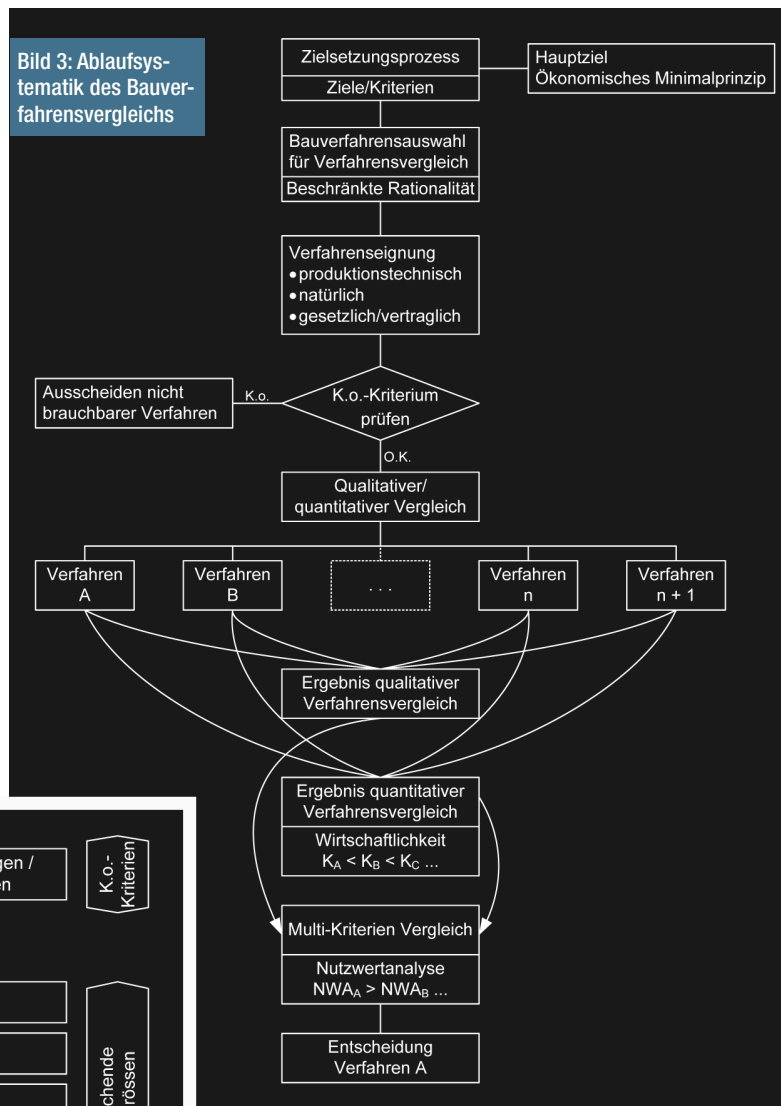
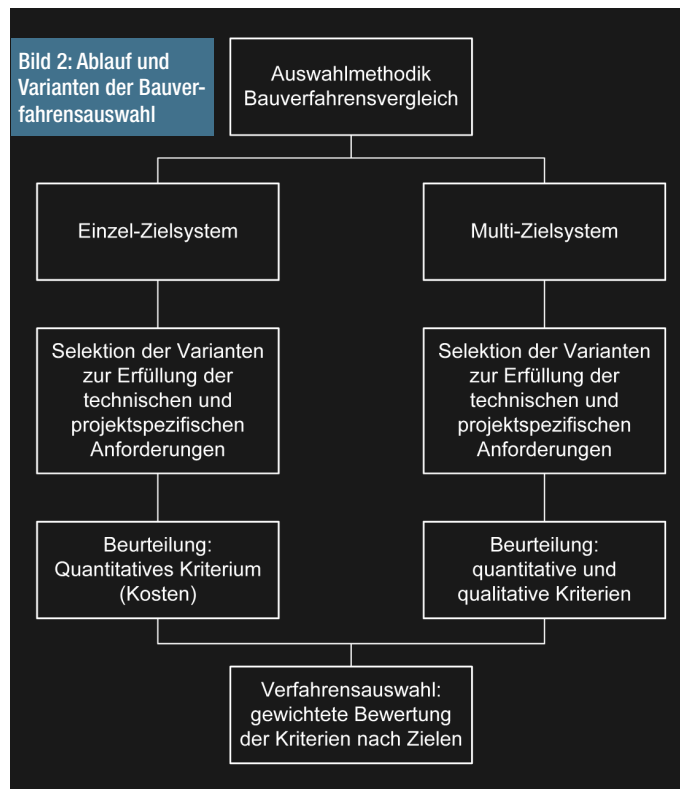
## Methodik Bauverfahrensvergleich

Die Ablaufsystematik eines Bauverfahrensvergleichs für eine Bauproduktion ist in Bild 3 dargestellt. Beim Bauverfahrensvergleich zur →



Bild 1: Methodisches Vorgehen beim Bauverfahrensvergleich





umfangreiche Bedingungen und Anforderungen bezüglich

- Bauaufgabe
- Gesetzen
- Vertrag
- Umwelt
- Unfallschutz
- Terminplanung
- Qualitätsanforderungen

bestehen, muss ein Bauverfahrensvergleich (siehe Bild 4 links) in die folgenden Schritte gegliedert werden:

- Verfahrenseignung
- Qualitativer Verfahrensvergleich
- Quantitativer Verfahrensvergleich
- Verfahrensauswahl.

### Verfahrenseignung

Dazu ist es erforderlich, zuerst die produktionstechnische Verfahrenseignung aufgrund projektspezifischer Bedingungen und Anforderungen hinsichtlich der folgenden K.O.-Kriterien zu prüfen (siehe Tabelle 2 Seite 7):

- **Technisch:** Lässt sich die Bauaufgabe mit dem Bauverfahren technisch lösen (richtiges Verfahren)?
- **Geometrisch:** Kann das Bauverfahren unter den gegebenen Baufeld- und räumlichen Platzverhältnissen angewendet werden und seine Leistungsfähigkeit entfalten?
- **Natürlich:** Ist das Bauverfahren geeignet für die hydrologischen, topographischen und meteorologischen Bedingungen?
- **Gesetzlich/vertraglich:** Erfüllt das Bauverfahren die Behördenauflagen, Bauherren-, Umwelt- und Unfallschutzanforderungen?

Zudem kann man festlegen, mit welchen Zusatzmassnahmen die Bedingungen erfüllt werden können. Diese Vorentscheidung soll die prinzipiellen Bauverfahren bestimmen, die von ihrer Spezifität oder Allround-Einsatzbarkeit ohne wesentliche Zusatzmassnahmen geeignet sind.

### Qualitativer Verfahrenvergleich

Die projektspezifisch extrahierten, möglichen Bauverfahren werden jetzt im Rahmen eines qualitativen und quantitativen Verfahrensvergleichs gegenübergestellt. Zuerst erfolgt eine qualitative Beurteilung (siehe Tabelle 3 Seite 8). Die qualita-

## LINKTIPP

Auf [baublatt.ch/leanconstruction](http://baublatt.ch/leanconstruction) finden Sie alle Artikel der Serie.



Tabelle 1: Bauverfahrenswahlmatrix zur Herstellung eines Rechtecksilos

Elementarprozesse	Möglichkeiten der Fertigung			
	1	2	3	4
Bewehren	örtlich bewehren	vorgefertigte Bewehrung einbauen	teils örtlich, teils vorgefertigt	_____
Schalen	Brett, Bohle, Kantholz (konventionell)	Grosstafelschalung auf Umhängearbeitsbühnen	Kletterschalung	Gleitschalung
Betonieren	mit Kübel	mit Betonpumpe	_____	_____
Transportlogistik	Turmdrehkran auf Gleis	Kletterkran am Siloschacht	Mobilkran	_____

Tabelle 2: Bauverfahrenseignung – K.O.-Selektionsprozess

Ziele	Kriterien	Art	K.-o.	ja	nein	Zusatzmassnahmen
Projektspezifische Anforderung	<b>Produktionstechnische Eignung für:</b>					
	• Bauaufgabe	technisch				
	• Bauwerksgeometrie / Bauwerksart					
	• Platzverhältnisse	natürlich				
	• Geologie / Hydrologie					
	• Topographie	gesetzlich / vertraglich				
	• Meteorologie					
	• Behördenauflagen					
	• Umweltanforderungen					
	→ gesetzliche Auflagen					
	- Gewässerverschmutzung					
	- Luftverschmutzung					
	- Lärmbelästigung					
	→ Beeinträchtigung der Anlieger					
	- Gefährdung der vorhandenen Bebauung					
	→ Gefährdung des Verkehrs					
	• Bauherrenanforderungen					
	• Unfallschutzanforderungen					
	→ Gefährdung der Arbeitskräfte					
	→ Gefährdung des Bauvorhabens					
	→ Gefährdung der Umwelt (Verkehr/Anlieger)					
	→ Umfang der Schutzmassnahmen					
<b>Gesamtbewertung</b>						

Erzielung des wirtschaftlichsten Bauproduktionsprozesses wird als Hauptziel das ökonomische Kostenminimalprinzip angewendet. Denn für ein bestimmtes definiertes Bauprojekt soll nun das wirtschaftlichste Bauproduktionsverfahren beziehungsweise der wirtschaftlichste Bauproduktionsprozess gefunden werden.

Mögliche Bauverfahren für die Bauaufgabe werden systematisch oder mittels Kreativverfahren wie Brainstorming zusammengestellt. Danach kann man die Bauprozesse in Teilprozesse untergliedern und in unterschiedliche produktionstechnische/verfahrenstechnische Varianten untergliedern (siehe Tabelle 1 Seite 7). Da aber um-



Tabelle 3: Ziel und Kriterienkatalog für einen qualitativen Verfahrenvergleich

Qualitativer Verfahrenvergleich					
Ziele	Kriterien	Ja	Nein	Bemerkungen	
Produktions-technische Anforderungen/ Ziele	<b>Bauprozess</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Leistungsfähigkeit des Verfahrens</li><li>Anforderungen an die Transportlogistik</li><li>Prozesskettenabstimmung/Leistungsabstimmung</li><li>Störungsrobustheit gegenüber internen/externen Einwirkungen</li></ul> <b>Raumbedarf</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Örtlich geometrische Bedingungen</li><li>Ist der Platz zur Vorbereitung vorhanden?</li><li>Ist Platz für Zwischenlagerung vorhanden?</li><li>Sind alle Hilfsbetriebe unterzubringen?</li><li>Zugänglichkeit der Baustelle</li></ul> <b>Verfahrensrobustheit/Prozessstabilität</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Anlaufschwierigkeiten bei Neueinführung</li><li>Betriebs-/Störungsrobustheit (Geräteausfall etc.)</li><li>Witterungsanfälligkeit (Kälte, Hitze, Regen etc.)</li><li>Wartungsaufwand</li></ul>				
Termin- und Qualitätsanforderungen/ Ziele	<b>Terminanforderungen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Können die gesetzlichen Termine eingehalten werden?</li><li>Kann man Terminvorteile erzielen (Prämien, Vermeidung der schlechten Jahreszeit)?</li></ul> <b>Qualitätsanforderungen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Bringt das Verfahren die geforderte Qualität (Oberflächen, Struktur, Masshaltigkeit etc.)?</li></ul>				
Organisatorische Anforderungen/ Ziele	<b>Personelle Anforderungen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Stehen die Arbeitskräfte im Betrieb zur Verfügung?</li><li>Sind qualifizierte Arbeitskräfte auf dem Arbeitsmarkt verfügbar?</li><li>Facharbeiter oder Hilfskräfte?</li></ul> <b>AVOR und Baustellenüberwachung</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Kann die AVOR das Verfahren vorbereiten oder planen?</li><li>Wie gross ist der Arbeitsanfall für die AVOR?</li></ul> <b>Störanfälligkeit bei zeitlicher Verzögerung</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Können die Arbeitskräfte auf einer anderen Baustelle eingesetzt werden?</li><li>Reichen die Servicegeräte (Kran, Mischanlage) für eine kontinuierliche Fertigung aus?</li><li>Wie gross ist die Abhängigkeit von der Infrastruktur (Verkehr, Wasser, Elektrizität, Entsorgung)?</li></ul>				
Umweltanforderungen/ Ziele	<b>Umfang der Umweltschutzmassnahmen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Gewässerschutz</li><li>Luftreinhaltung</li><li>Lärmschutzgrenzen</li><li>Beeinträchtigung der Anlieger</li><li>Gefährdung des Verkehrs</li></ul>				
Unfallschutzanforderungen/ Ziele	<b>Umfang der Unfallschutzmassnahmen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Gefährdung der Arbeitskräfte</li><li>Gefährdung des Umfelds / Dritter</li></ul>				
Sonstige Anforderungen/ Ziele	<b>Image</b> <b>Marktbeeinflussung</b>				

müssen beziehungsweise mit dem Bauverfahren erfüllt werden. Unter Beachtung der Termin- und Qualitätsanforderungen ergeben sich daraus die Anforderungen an die Organisation des Projekts in Bezug auf Quantität und Qualität des Personals. Ferner ergeben sich daraus auch die Ziele beziehungsweise der Zielerreichungsgrad, der mit dem jeweiligen Bauverfahren verbunden ist. Zu den qualitativen Beurteilungskriterien gehören des Weiteren auch Umwelt-, Unfallschutz- und sonstige Ziele.

Quantitativer Verfahrenvergleich – methodisches Vorgehen

Aufbauend auf den qualitativen Überlegungen lassen sich nun die Wirtschaftlichkeitsvergleiche (siehe Tabelle 4 unten) durchführen, die auf Basis von Kostenvergleichen erfolgen. Dabei wird auch die Kostenrobustheit bei Störungen beziehungsweise unter Einbezug von Risiken untersucht. Zur Untersuchung der Kosten der jeweiligen Baumethode oder auch des Schalungssystems muss der Herstellungsablauf geplant und der Taktprozess (etwa schalen, bewehren, betonieren, ausschalen) leistungsmässig analytisch untersucht werden. Dies erfolgt nach dem Leistungsermittlungshandbuch von Girmscheid für Baumaschinen und Bauprozesse. Zudem ermittelt man daraus die erforderlichen Ressourcen (Mannschaft/Geräte/Bauhilfsmittel) und die Vorgangs- beziehungsweise Prozesszeit.

Auf der Grundlage dieser baubetrieblichen Leistungs- und Ressourcenanalyse erfolgt die Arbeitskalkulation. Das Ergebnis muss mit den kalkulierten und zusammengestellten Soll-Kosten aus der Angebots- oder Auftragskalkulation verglichen werden. Nur jene Bauverfahren, die kostenmässig gleich oder günstiger sind als diejenigen in der Auftragskalkulation, werden weiter untersucht. Hier gilt das ökonomische Minimalprinzip: gleicher Nutzen für den Bauherrn, geringste Kosten für den Unternehmer.

Bei Investitionen in Bauproduktionsverfahren sind zudem Überlegungen notwendig bezüglich des Kapitalbedarfs sowie der zukünftigen Auslastung beziehungsweise inwieweit die Investition in das zukünftige Entwicklungskonzept des Unternehmens passt. ■

DER AUTOR

Gerhard Girmscheid ist Professor an der ETH, wo er das Institut für Bau- und Infrastrukturmanagement (IBI) leitet. Weiter ist er Geschäftsleiter der Beratungsfirma CTT Consulting GmbH in Lenzburg. Bei Fragen ist Gerhard Girmscheid per E-Mail (mail@cttconsulting.ch) oder via Homepage (www.cttconsulting.ch) erreichbar. (cet)



Tabelle 4: Quantitativer Verfahrenvergleich

Quantitativer Verfahrenvergleich						
Ziele	Kriterien	Betrag [€]	Ja	Nein	Bemerkungen	
Wirtschaftlichkeit	<b>Kosten des Verfahrens</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Lernkosten</li><li>Abschreibung und Verzinsung</li><li>Mietkosten</li><li>Lohnkosten</li></ul> <b>Kostenrobustheit</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Ist das Verfahren das kostengünstigste?</li><li>Ist das Verfahren kostenrobust bei (zeitlichen) Störungen?</li><li>Ist das Verfahren kostenrobust, z.B. bei geotechnischer Variabilität und, wenn ja, in welchen Grenzen?</li></ul> <b>Kapitalbedarf bei Investitionen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Ist Kapital für die Anschaffung der Geräte vorhanden?</li><li>Erhöhung des Umlaufkapitals</li></ul> <b>Wiederverwendbarkeit bei Investitionen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Passt die Investition in die strategische Ausrichtung?</li><li>Kann das Gerät später eingesetzt werden?</li><li>Ist der Auslastungsgrad in der Zukunft wahrscheinlich?</li><li>Ist die Abschreibung in den vorgeschriebenen Nutzungsjahren zu erbringen?</li></ul>					





Vorsprung verbindet

Fischer Rista AG –  
Ihr Partner für intelligente  
Bewehrungssysteme

Unser Bewehrungssortiment steht für höchste Qualität, Beständigkeit und massgenaue Ausführung. Ideale Lösungen für praktisch jedes Bauobjekt und die Betonvorfabrikation. Durch innovative Erfindungen ergänzen wir unsere Bewehrungsprodukte stetig und passen sie den steigenden Ansprüchen an. Unser erfahrenes Ingenieurteam steht Ihnen zur Verfügung und berät Sie gerne bei Ihren Projekten.

Unsere Produkte – FIRISTA® | FIDECA® | FIRIPA®  
Mit uns sicher in die Zukunft

Fischer Rista AG Hauptstrasse 90 | CH-5734 Reinach | www.fischer-rista.ch