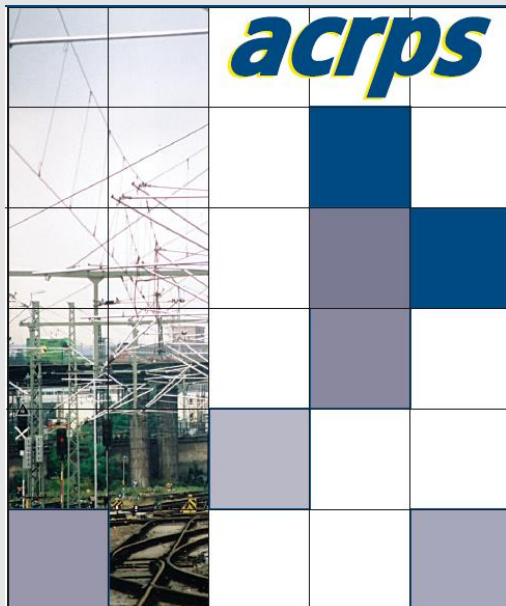


Reduktion der Bauteilevielfalt in Oberleitungsanlagen



Reduktion der Bauteilevielfalt in Oberleitungsanlagen



Rico Furrer

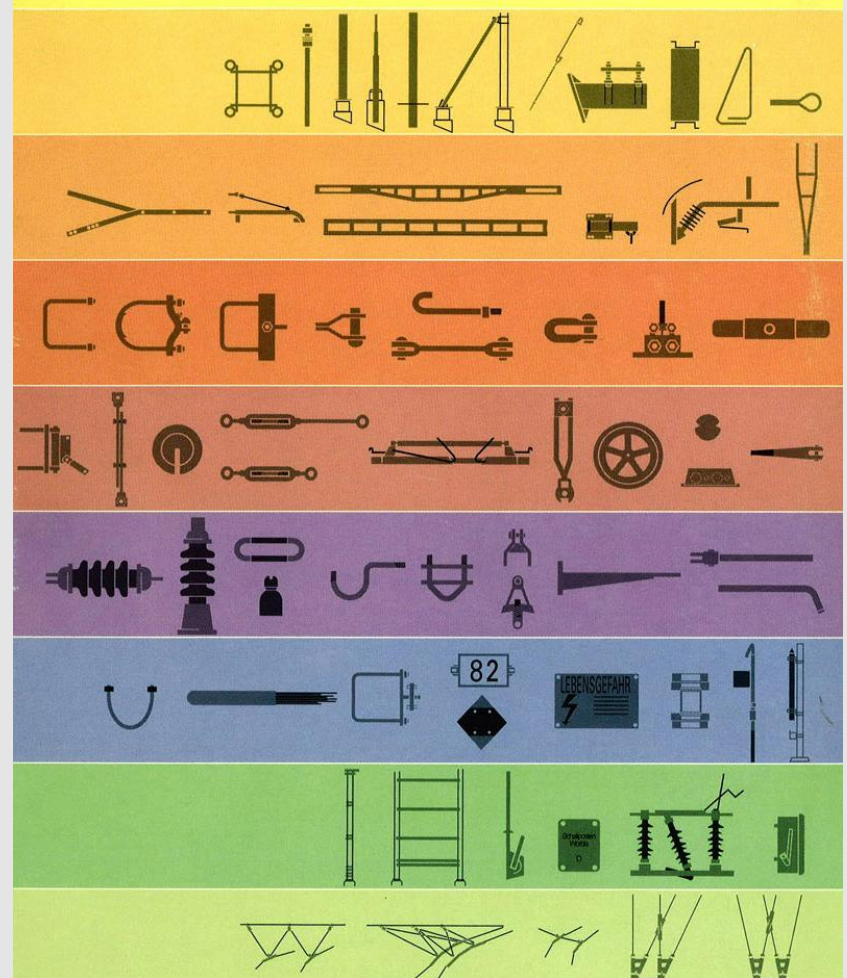


Urs Wili

Reduktion der Bauteilevielfalt

Übersicht

- **Worum geht es?**
- **Was bringt es?**
- **Ist es auch bei Fahrleitungen nützlich?**
 - Wohin kämen wir ohne Bestrebungen zur Reduktion der Vielfalt?
 - Dient es allen (Erstellern, Betreibern, Lieferanten)
- **Wie können wir es umsetzen?**
 - Treiber der Bauteilevielfalt
 - Veränderungspotenzial
- **Bisherige Anstrengungen, Beispiele**
- **Schlussfolgerungen**



Was ist Bauteilevielfalt?

Bauteile

- Anforderungen an mechanische, thermische, elektrische Eigenschaften
- Marktanforderungen nach Lebensdauer, Sicherheit, Zuverlässigkeit, Ästhetik, Kosten
- Funktionsanforderungen
Modularität, Grösse, Stückzahl
- Qualität, Servicefreundlichkeit, Recycling

Werkstoffe

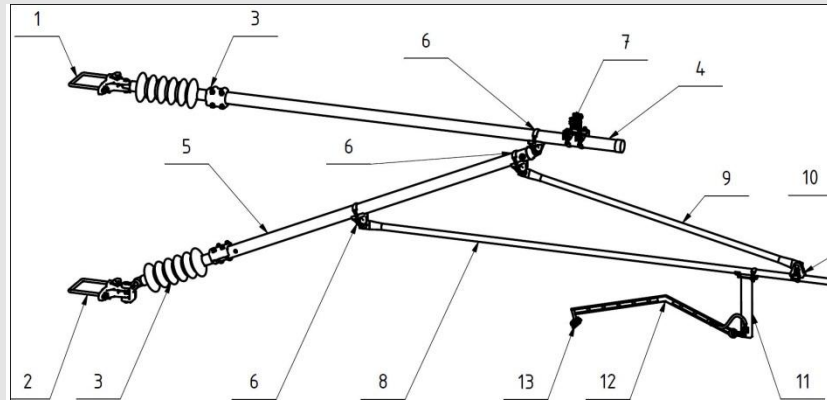
Beton, Stahl, Aluminium, Kupfer,
Bronze
Holz
Korrosionsschutzsysteme
Porzellan, Glas,
Verbundwerkstoffe

Verbindungen

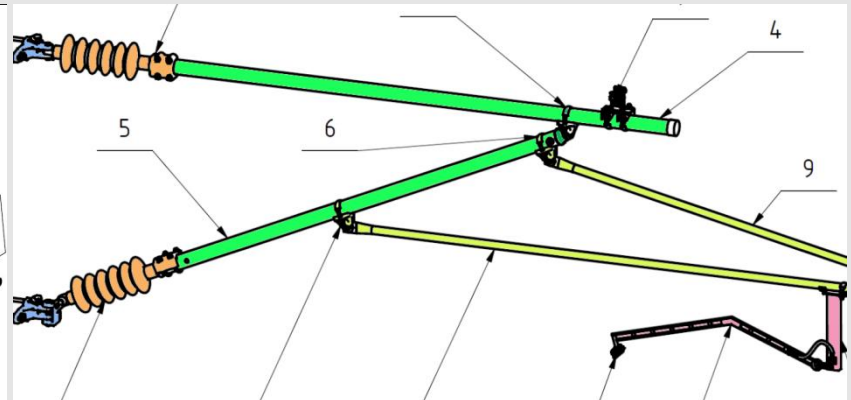
Schweissen
Schrauben
Klemmen
Kleben
Nieten

Was ist Bauteilevielfalt?

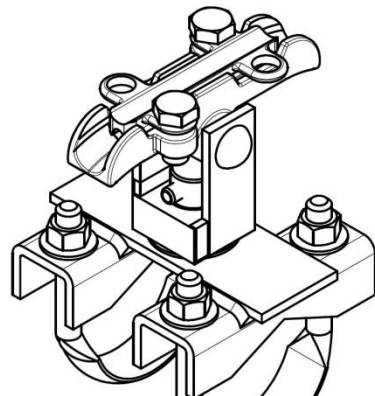
Bauteile, Bauteiltypen, Einzelteile



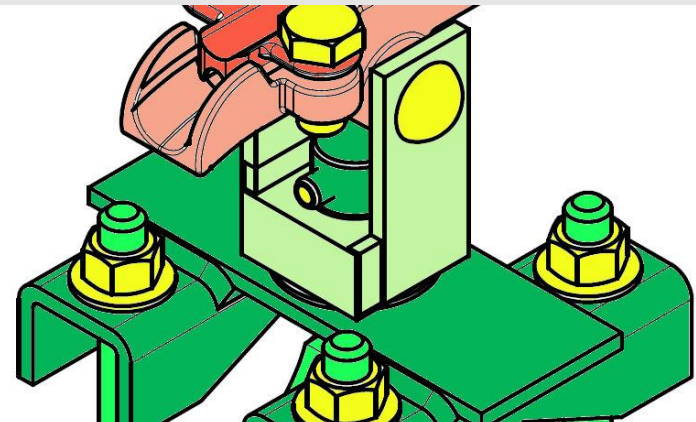
Objekt Ausleger



Bauteile



Bauteil Tragseilklemme



Einzelteile, zB Muttern

Reduktion der Vielfalt – wozu?

Mit wenigen Bauteilen viele Fälle lösen

- **Abweichende Ziele für**

- Ersteller einer Anlage
- Betreiber der Anlage
- Hersteller/Lieferant verschiedener Systeme

- **Nutzen einer Reduktion der Bauteile:**

- Weniger Nachweise
- Geringere Modellkosten
- Einfachere Lagerhaltung
- Geringerer Instruktionsaufwand für Montage, Instandhaltung, Wartung
- Einfachere Störungsbehebung

Reduktion der Vielfalt – wozu?

Trend

Laut der Komplexitätsmanagement-Firma Schuh & Co kennt BMW derzeit 1,3 Millionen verschiedener Varianten von Schraubverbindungen.

Ein Vollzeitingenieur bemüht sich um eine Reduktion auf 2'500...



Reduktion der Vielfalt – wozu?

Trend

Laut der Komplexitätsmanagement-Firma Schuh & Co kennt BMW derzeit 1,3 Millionen verschiedener Varianten von Schraubverbindungen.

Ein Vollzeitingenieur bemüht sich um eine Reduktion auf 2'500...

Mit zunehmender Auswahlmöglichkeit wächst auch der Aufwand zum Treffen einer guten Entscheidung.

→So kann Auswahl vom Segen zum Fluch werden!

Barry Schwarz in seinem Buch
«The Paradox of Choice»



Reduktion der Vielfalt – wozu?

Nutzen einer Reduktion



Bossard Schraubenrechner

Bossard Engineering Tools - Cost savings - Windows Internet Explorer

http://www.bossard.com/tools/cost_savings/index

Norton - Karten & Logins

Favoriten Web Slice-Katalog Vorgeschlagene Sites

Bossard Engineering Tools - Cost savings

Seite Sicherheit Extras

BOSSARD Corporate Web Applications

Initial Data

Present number of fasteners: 100

Rate of stock turns for fasteners: 2

Currency: CHF

Expected reduction of parts in %: 5

Activity cost

		Yearly cost before reduction	Yearly cost after reduction
Purchasing	50 CHF	10,000 CHF	9,500 CHF
Receiving	16 CHF	3,200 CHF	3,040 CHF
Quality control	10 CHF	2,000 CHF	1,900 CHF
Put on stock	16 CHF	3,200 CHF	3,040 CHF
Picking and preparation	20 CHF	4,000 CHF	3,800 CHF
Checking invoices/payments	30 CHF	6,000 CHF	5,700 CHF
Yearly stocktaking	45 CHF	4,500 CHF	4,275 CHF
		Total cost before reduction	Yearly cost after reduction
		32,900 CHF	31,255 CHF

Reset

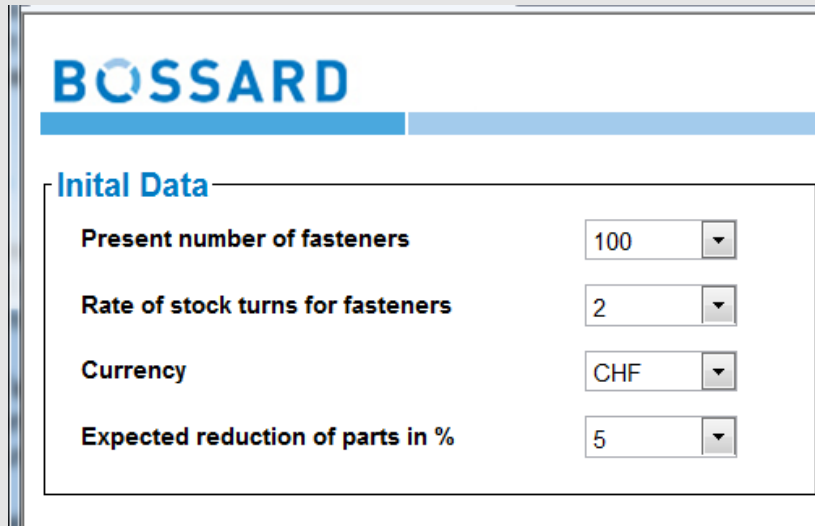
Result

Yearly cost saving 1,645 CHF

Fertig Internet | Geschützter Modus: Aktiv 125%

Stand, Trend

Eingabe



BOSSARD

Initial Data

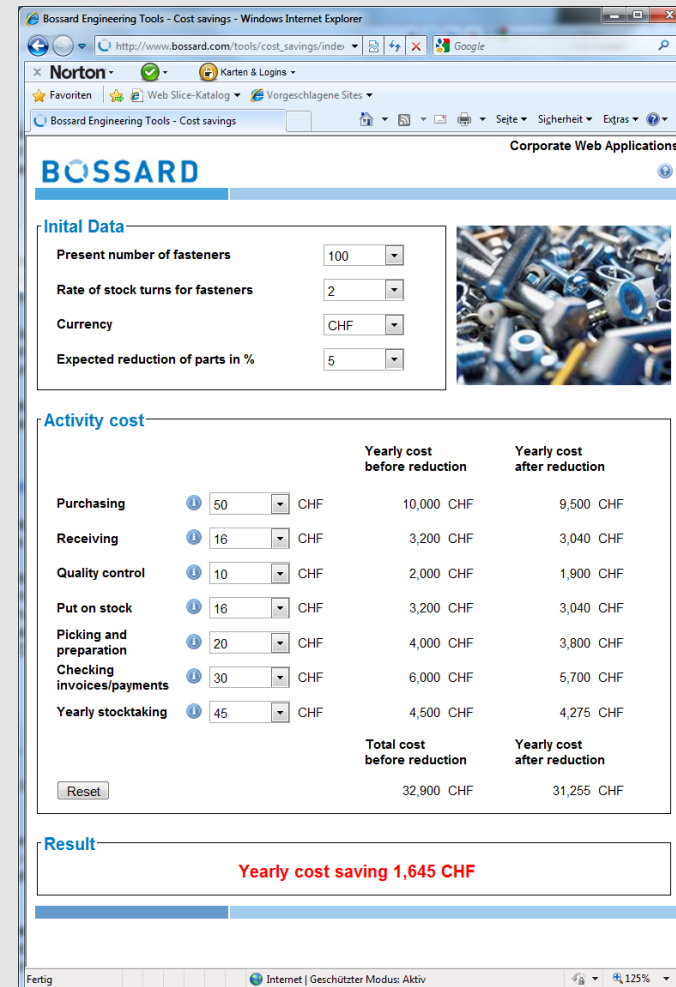
Present number of fasteners: 100

Rate of stock turns for fasteners: 2

Currency: CHF

Expected reduction of parts in %: 5

Bossard Schraubenrechner



BOSSARD Corporate Web Applications

Initial Data

Present number of fasteners: 100

Rate of stock turns for fasteners: 2

Currency: CHF

Expected reduction of parts in %: 5

Activity cost

		Yearly cost before reduction	Yearly cost after reduction
Purchasing	50 CHF	10,000 CHF	9,500 CHF
Receiving	16 CHF	3,200 CHF	3,040 CHF
Quality control	10 CHF	2,000 CHF	1,900 CHF
Put on stock	16 CHF	3,200 CHF	3,040 CHF
Picking and preparation	20 CHF	4,000 CHF	3,800 CHF
Checking invoices/payments	30 CHF	6,000 CHF	5,700 CHF
Yearly stocktaking	45 CHF	4,500 CHF	4,275 CHF
Total cost before reduction		32,900 CHF	31,255 CHF

Result

Yearly cost saving 1,645 CHF

Stand, Trend

Jahreskosten vor Reduktion

Activity cost

			Yearly cost before reduction
Purchasing	<input type="text" value="50"/>	CHF	10,000 CHF
Receiving	<input type="text" value="16"/>	CHF	3,200 CHF
Quality control	<input type="text" value="10"/>	CHF	2,000 CHF
Put on stock	<input type="text" value="16"/>	CHF	3,200 CHF
Picking and preparation	<input type="text" value="20"/>	CHF	4,000 CHF
Checking invoices/payments	<input type="text" value="30"/>	CHF	6,000 CHF
Yearly stocktaking	<input type="text" value="45"/>	CHF	4,500 CHF
Total cost before reduction			32,900 CHF

Bossard Schraubenrechner

Bossard Engineering Tools - Cost savings - Windows Internet Explorer

http://www.bossard.com/tools/cost_savings/index

Norton

Favoriten Web Slice-Katalog Vorgeschlagene Sites

Bossard Engineering Tools - Cost savings

Seite Sicherheit Extras

BOSSARD

Corporate Web Applications


Initial Data

Present number of fasteners

Rate of stock turns for fasteners

Currency

Expected reduction of parts in %



Activity cost

			Yearly cost before reduction	Yearly cost after reduction
Purchasing	<input type="text" value="50"/>	CHF	10,000 CHF	9,500 CHF
Receiving	<input type="text" value="16"/>	CHF	3,200 CHF	3,040 CHF
Quality control	<input type="text" value="10"/>	CHF	2,000 CHF	1,900 CHF
Put on stock	<input type="text" value="16"/>	CHF	3,200 CHF	3,040 CHF
Picking and preparation	<input type="text" value="20"/>	CHF	4,000 CHF	3,800 CHF
Checking invoices/payments	<input type="text" value="30"/>	CHF	6,000 CHF	5,700 CHF
Yearly stocktaking	<input type="text" value="45"/>	CHF	4,500 CHF	4,275 CHF
Total cost before reduction			32,900 CHF	Yearly cost after reduction
				31,255 CHF

Result

Yearly cost saving 1,645 CHF

Fertig Internet | Geschützter Modus: Aktiv 125%

Stand, Trend

Einsparung

Yearly cost before reduction	Yearly cost after reduction
10,000 CHF	9,500 CHF
3,200 CHF	3,040 CHF
2,000 CHF	1,900 CHF
3,200 CHF	3,040 CHF
4,000 CHF	3,800 CHF
6,000 CHF	5,700 CHF
4,500 CHF	4,275 CHF
Total cost before reduction	Yearly cost after reduction
32,900 CHF	31,255 CHF

saving 1,645 CHF

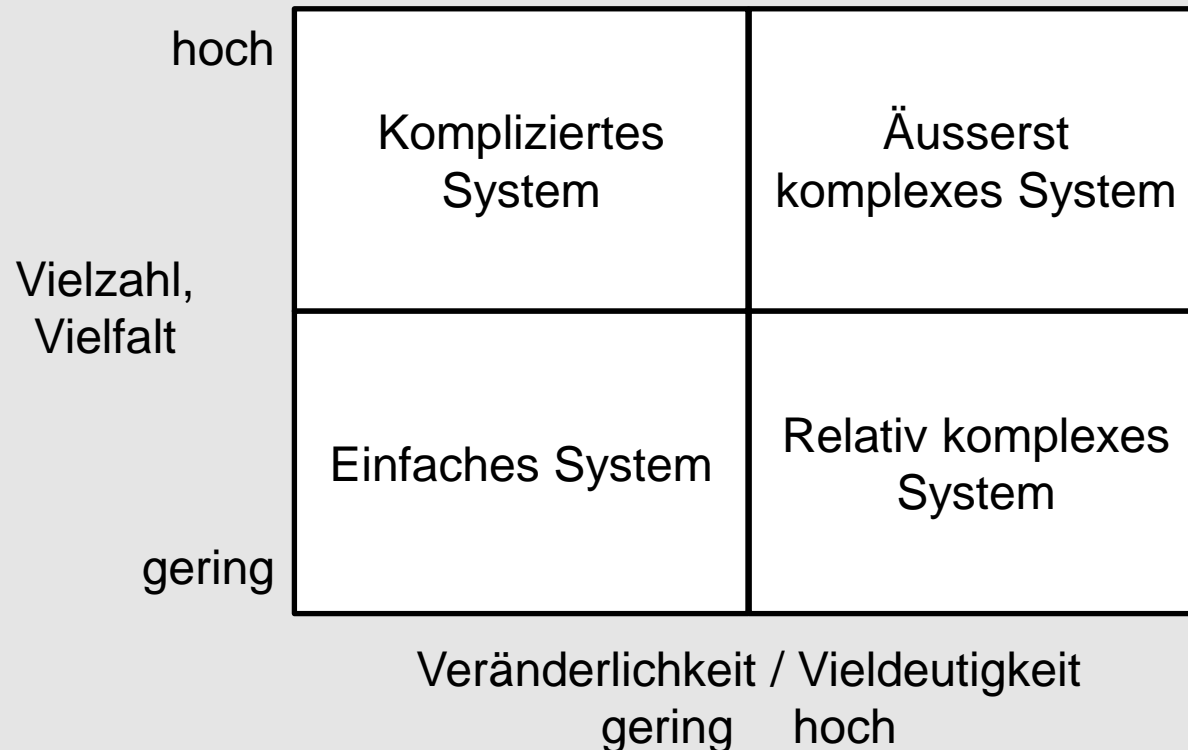
Bossard Schraubenrechner

The screenshot shows the Bossard Engineering Tools - Cost savings calculator. The interface includes a header with the Bossard logo and navigation options. The main content area is divided into sections: 'Initial Data' and 'Activity cost'. The 'Initial Data' section contains dropdown menus for 'Present number of fasteners' (100), 'Rate of stock turns for fasteners' (2), 'Currency' (CHF), and 'Expected reduction of parts in %' (5). The 'Activity cost' section is a table with columns for activity, unit cost, 'Yearly cost before reduction', and 'Yearly cost after reduction'. The table lists activities like Purchasing, Receiving, Quality control, Put on stock, Picking and preparation, Checking invoices/payments, and Yearly stocktaking. A 'Reset' button is located below the table. The 'Result' section at the bottom displays 'Yearly cost saving 1,645 CHF' in red text. The browser window title is 'Bossard Engineering Tools - Cost savings - Windows Internet Explorer' and the address bar shows 'http://www.bossard.com/tools/cost_savings/index...'. The status bar at the bottom indicates 'Internet | Geschützter Modus: Aktiv' and a zoom level of 125%.

		Yearly cost before reduction	Yearly cost after reduction
Purchasing	50 CHF	10,000 CHF	9,500 CHF
Receiving	16 CHF	3,200 CHF	3,040 CHF
Quality control	10 CHF	2,000 CHF	1,900 CHF
Put on stock	16 CHF	3,200 CHF	3,040 CHF
Picking and preparation	20 CHF	4,000 CHF	3,800 CHF
Checking invoices/payments	30 CHF	6,000 CHF	5,700 CHF
Yearly stocktaking	45 CHF	4,500 CHF	4,275 CHF
		Total cost before reduction	Yearly cost after reduction
		32,900 CHF	31,255 CHF

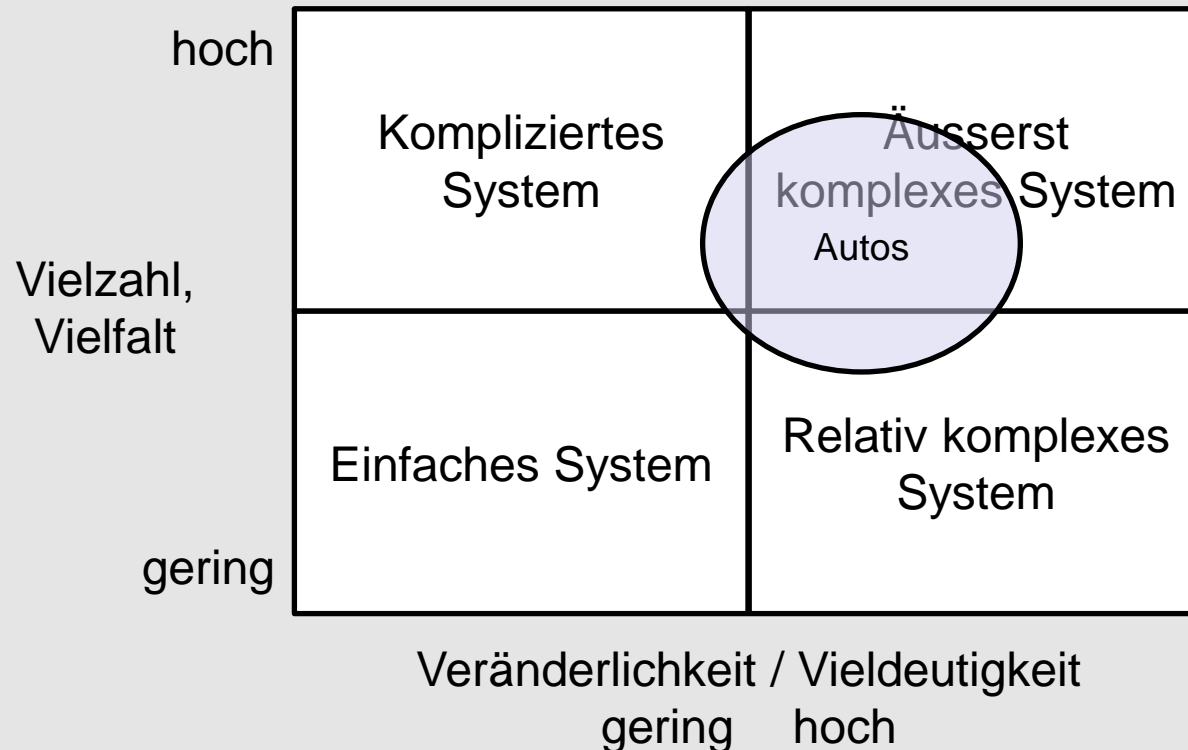
Und bei der Fahrleitung?

Komplexitätsgrad von Systemen



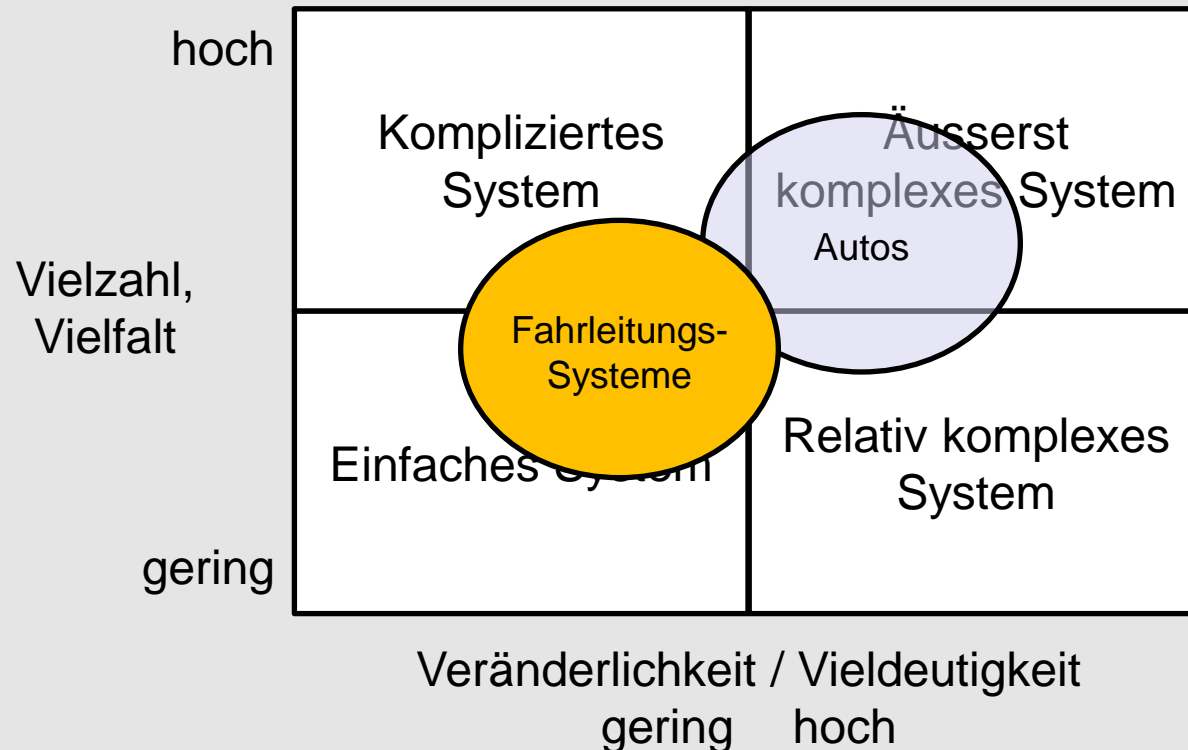
Und bei der Fahrleitung?

Komplexitätsgrad von Systemen



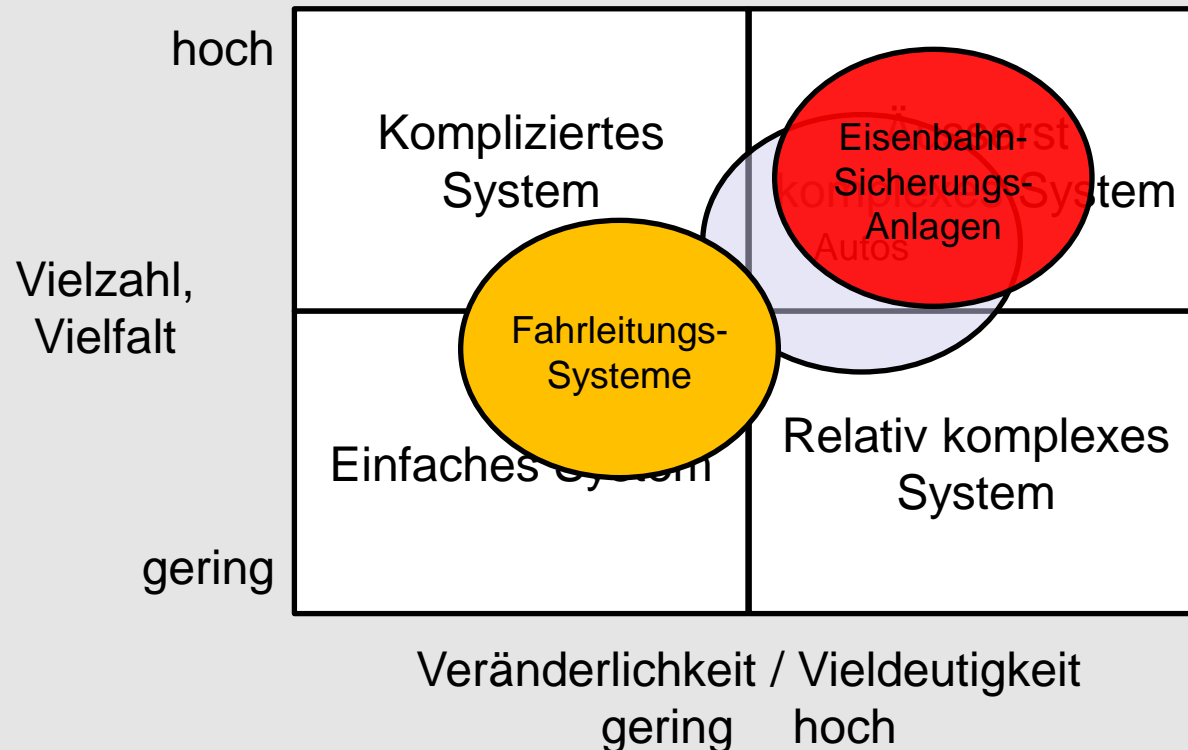
Und bei der Fahrleitung?

Komplexitätsgrad von Systemen



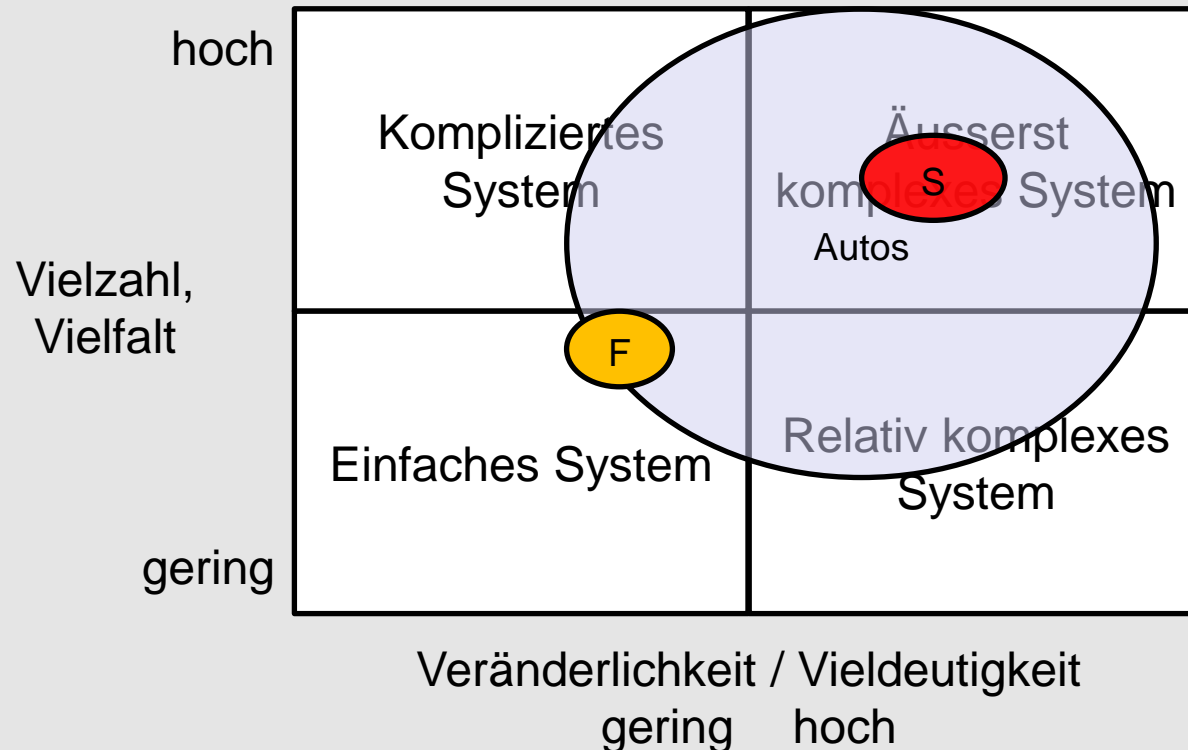
Und bei der Fahrleitung?

Komplexitätsgrad von Systemen



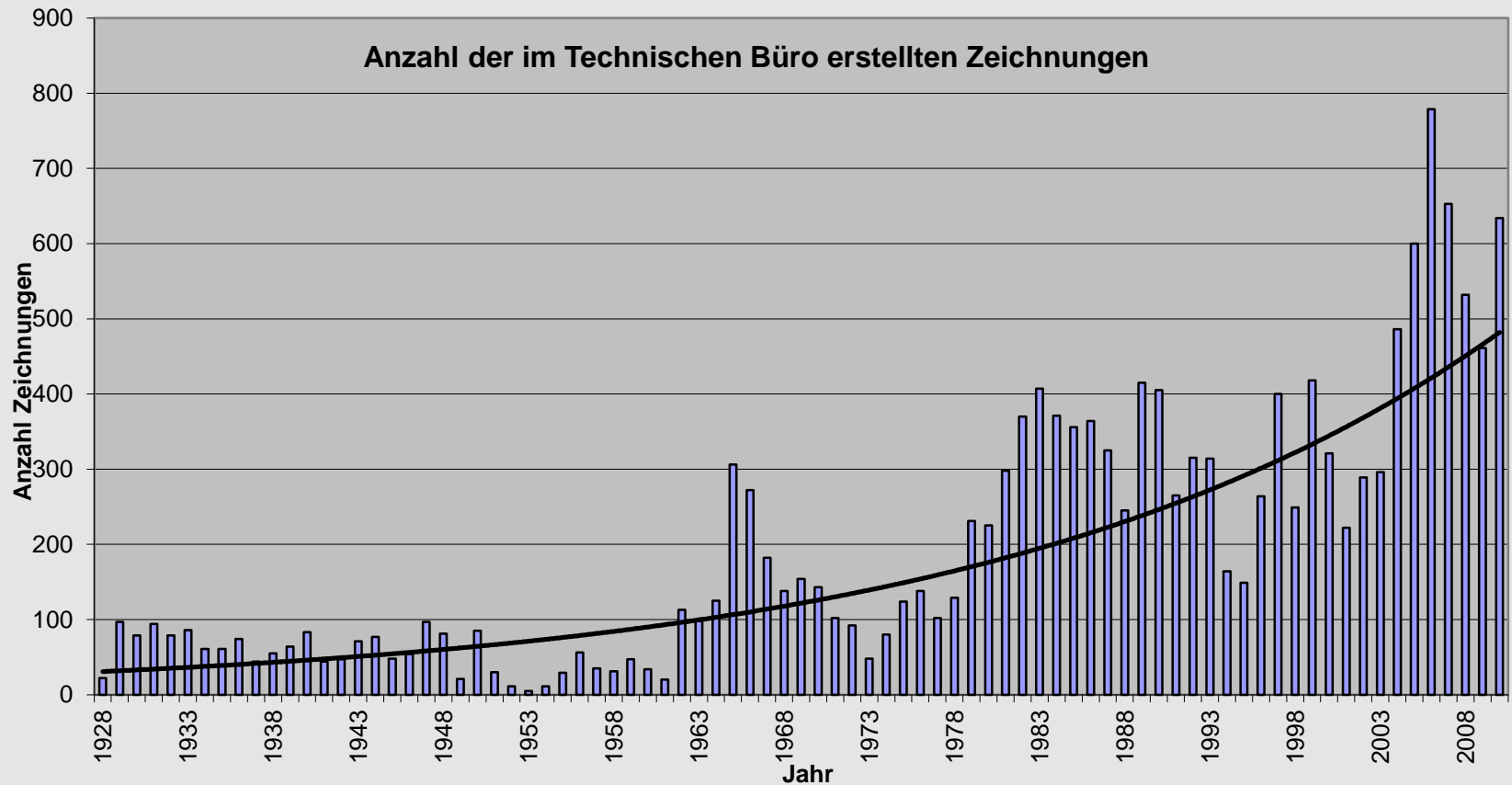
Und bei der Fahrleitung?

Volkswirtschaftliche Bedeutung



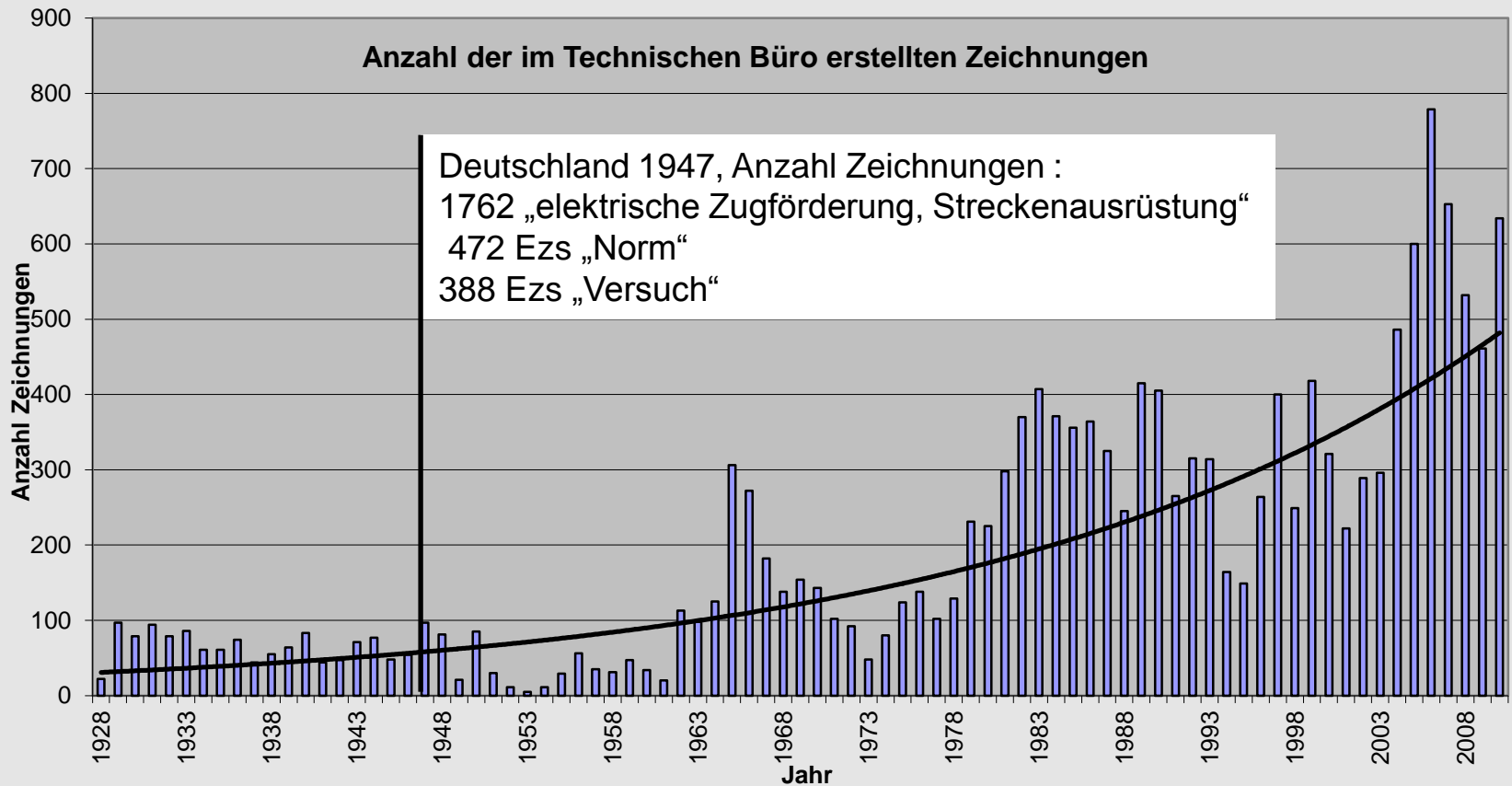
Trend?

Entwicklung bei F+F



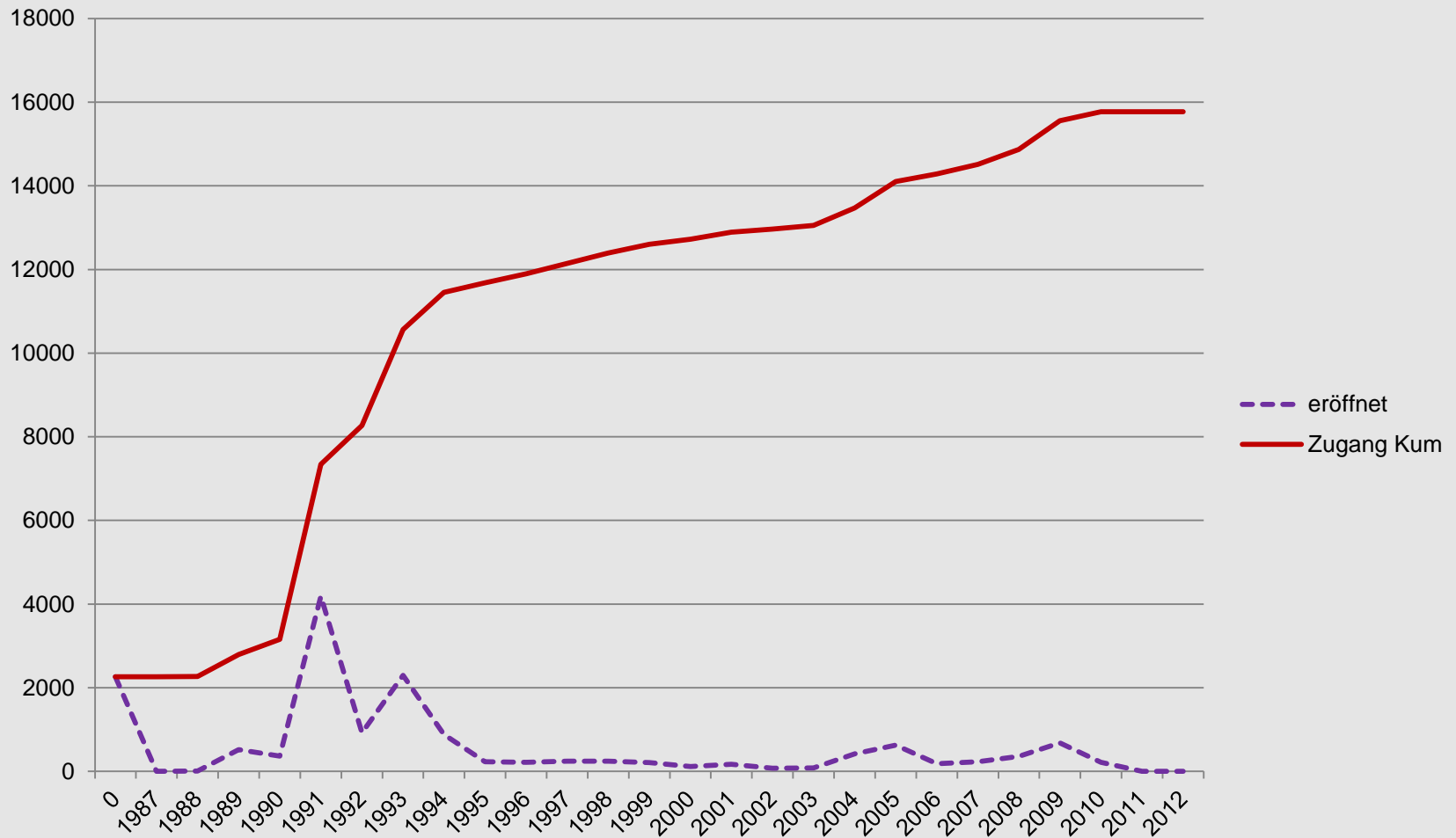
Trend?

Entwicklung bei F+F



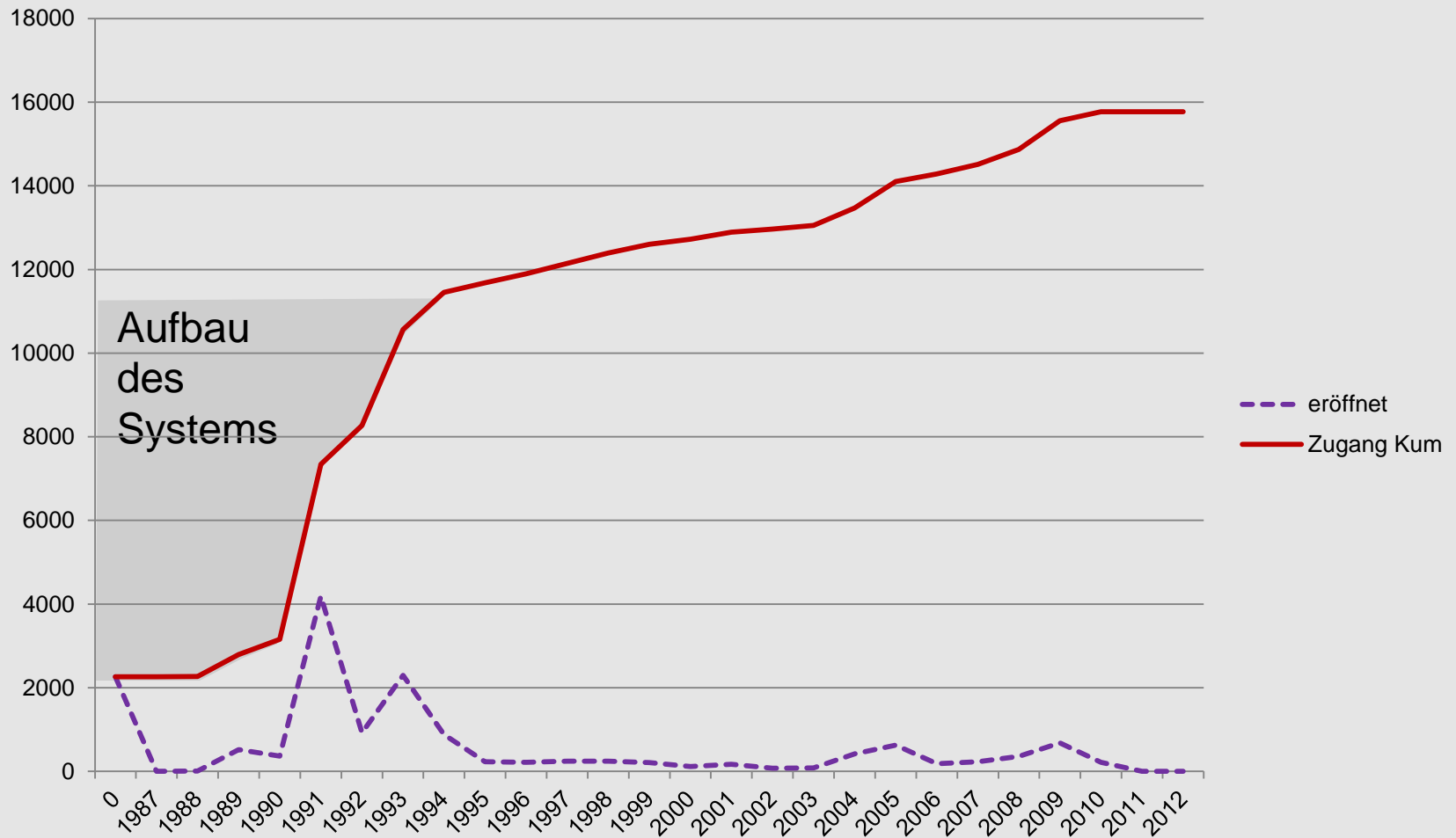
Stand, Trend

Entwicklung bei F+F – Lagerartikel



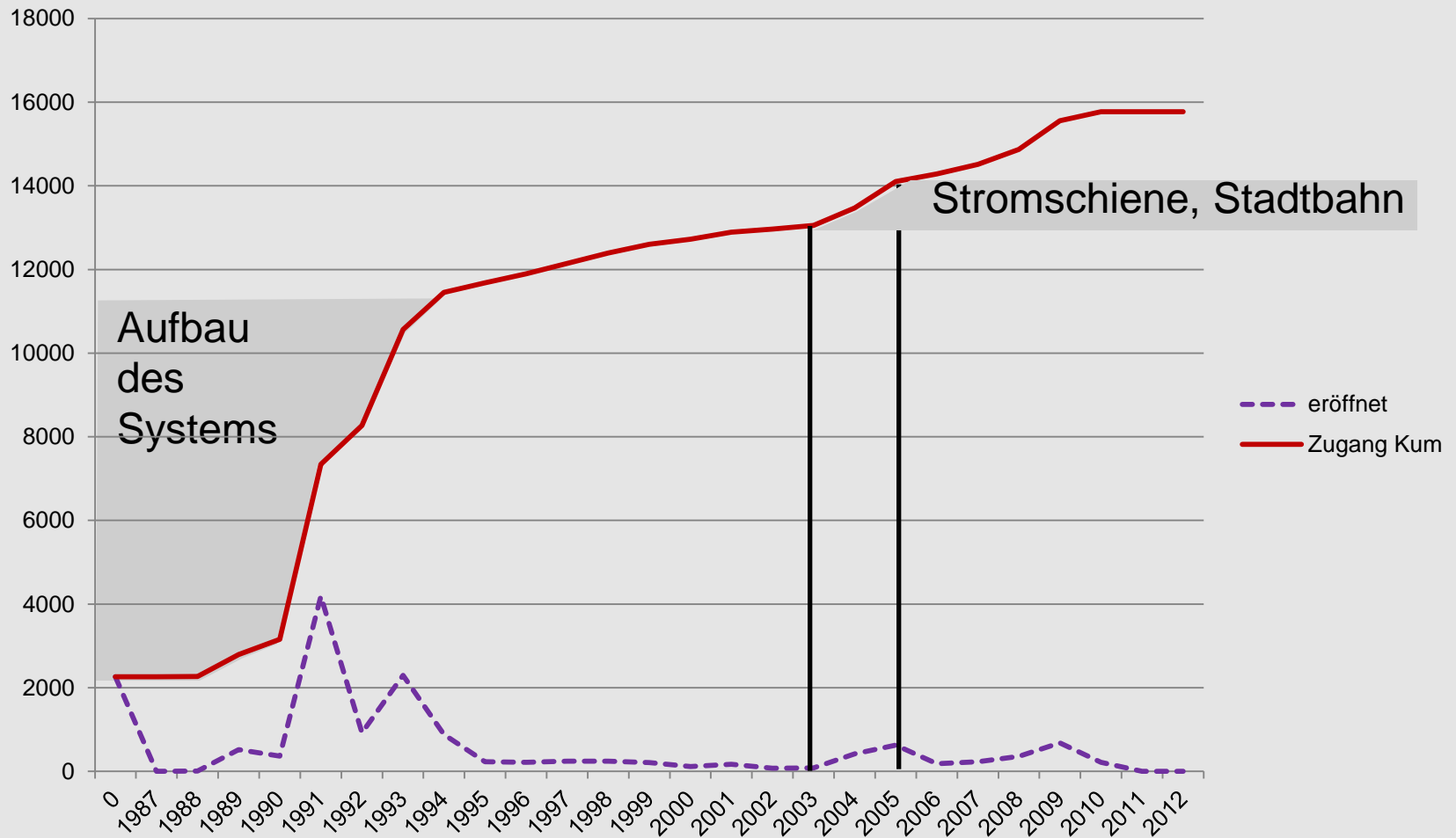
Stand, Trend

Entwicklung bei F+F – Lagerartikel



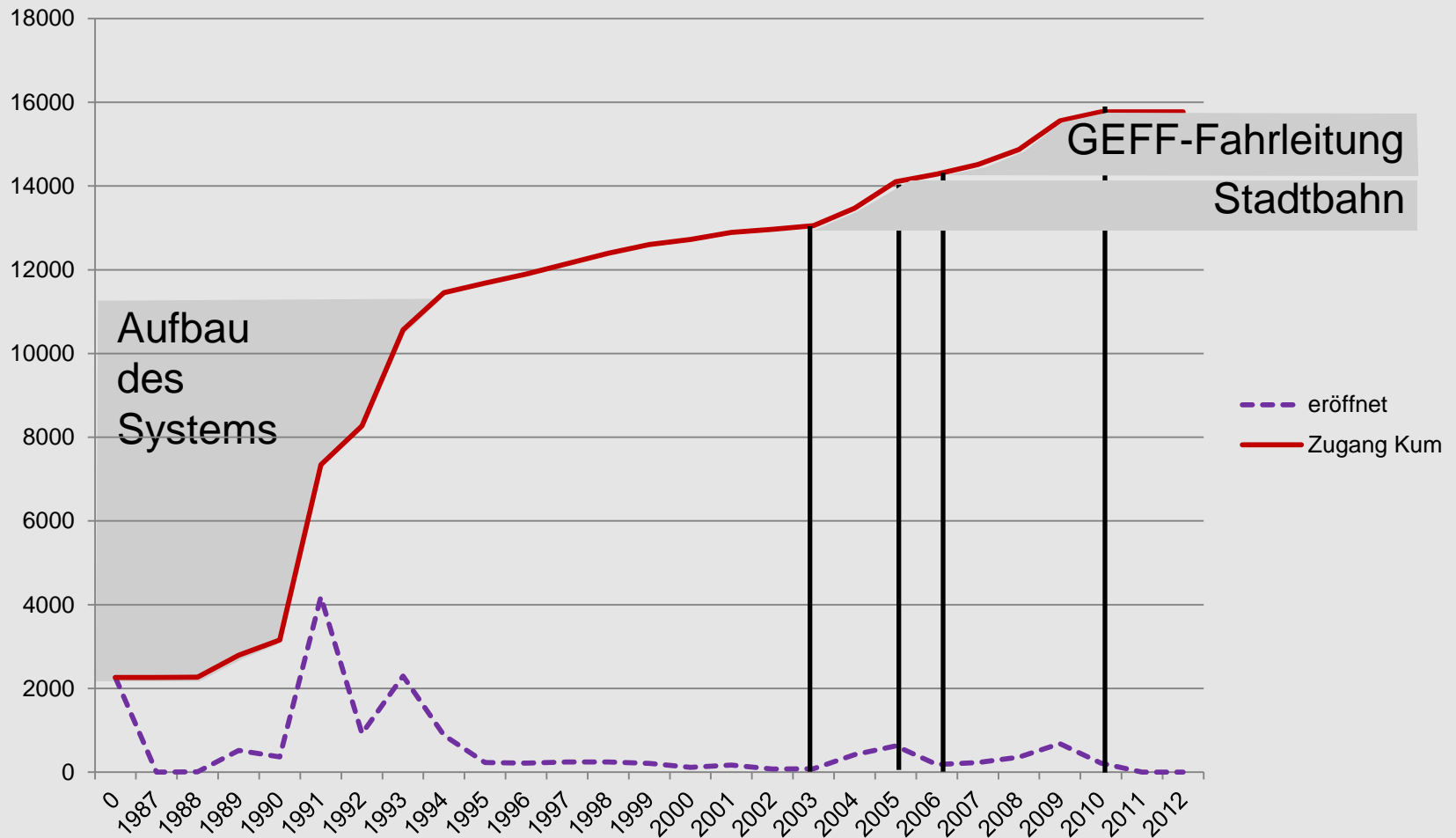
Stand, Trend

Entwicklung bei F+F – Lagerartikel



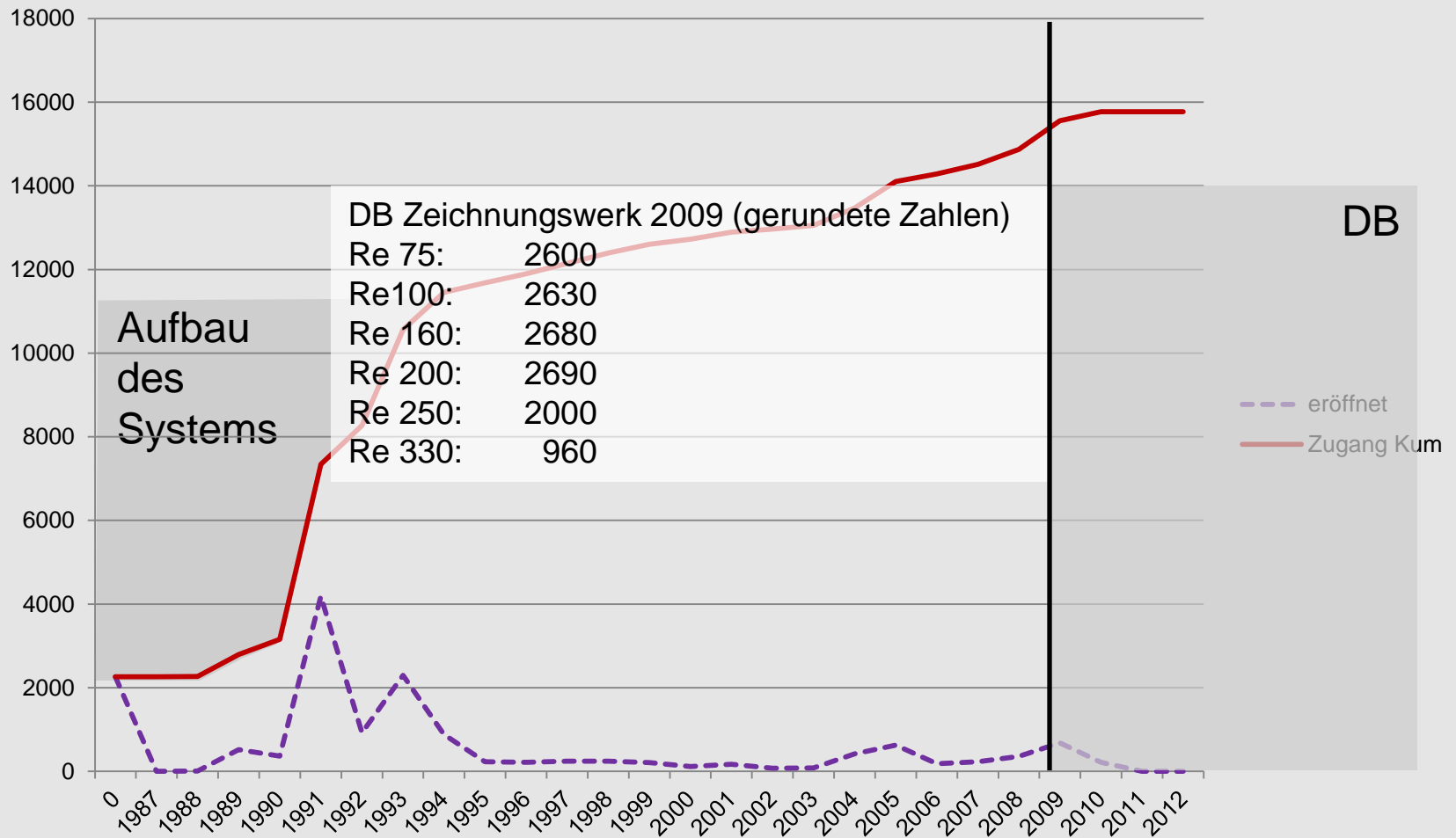
Stand, Trend

Entwicklung bei F+F – Lagerartikel



Stand, Trend

Zum Vergleich: DB, 2009



Treiber der Vielfalt

„echte“

Anforderungen, Funktion

- Stromsystem (AC / DC)
- Wippenbreite
- Fahrgeschwindigkeit
- Anzahl Stromabnehmer
- etc

Technischer Fortschritt

- Neue Werkstoffe
- Neue Bearbeitungsmethoden
- etc

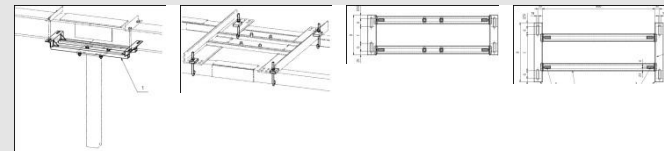
„selbstgemachte“

Verschiedene Werkstoffe

- Cu / Al → Verdoppelung der Klemmensortimente!
- Stahl / Beton / Holz → Vervielfachung der Befestigungselemente

Unterschiedliche Bauformen für gleichartige Bauteile

- Je Rohrdurchmesser andere Klemmen
- Jede Jochbauart erfordert andere Befestigungsteile



Senkung der Vielfalt – wie?

Wege (nach Claus W. Geberich, neue Herausforderungen an Management und Controlling)

- Modularisierung der Produkte
- der Aufbau eines Baukastensystems
- die Erhöhung des Anteils der Gleichteile und Mehrfachverwendungsteile
- die Verschiebung des Freeze Points an das Ende der Wertschöpfungskette
- die Entwicklung von Plattformstrategien

Senkung der Vielfalt – wie?

Wege (nach Claus W. Geberich, neue Herausforderungen an Management und Controlling)

- Modularisierung der Produkte
- der Aufbau eines Baukastensystems
- die Erhöhung des Anteils der Gleichteile und Mehrfachverwendungsteile
- die Verschiebung des Freeze Points an das Ende der Wertschöpfungskette
- die Entwicklung von Plattformstrategien

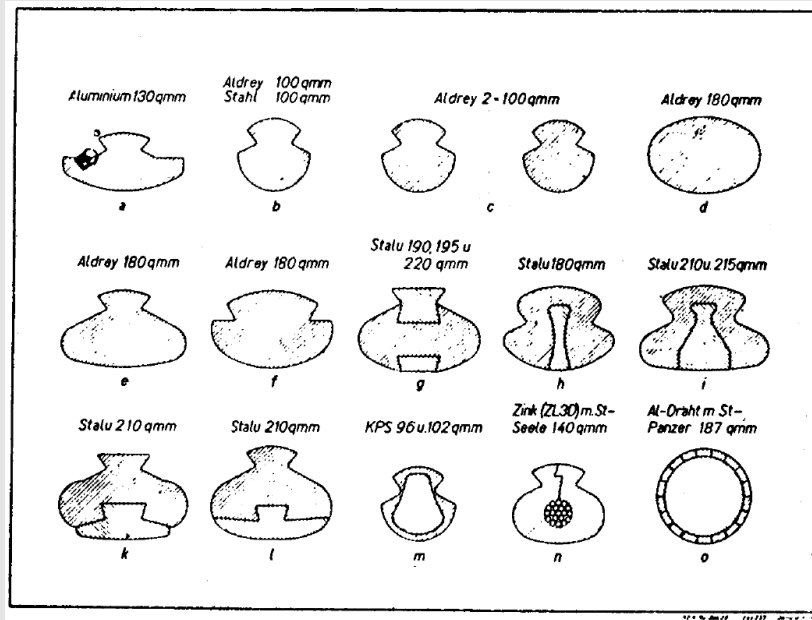
Umsetzung bei Fahrleitungen

- Tragen, halten, isolieren, spannen, leiten
- Sortimente von Fundamenten, Masten, Querträgern etc
- Einheitliche Schraubengrößen, im Übrigen noch Optimierungspotenzial
- FL-Systeme leben Jahrzehnte
- wird „Freeze Point“ je erreicht?
- Nach Stromsystem → AC - DC
- Nach Fahrgeschwindigkeit
-

Entwicklungen, Beispiel Fahrdrabt

1939, Heimstoffe im FL-Bau














2009, EN 50149



mm ²	A Rund	B Rund	B Flach
80			
100			
107			
120			
150			














Entwicklungen, Beispiel Fahrrad

2012?

mm ²	A Rund	B Rund	B Flach
80			
100			
107			
120			
150			


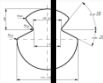



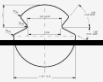
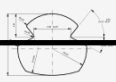
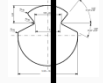

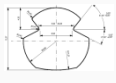



Entwicklungen, Beispiel Fahrdrabt

2014?

mm ²	A Rund	B Rund	B Flach
80			
100			
107			
120			
150			


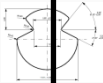

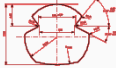


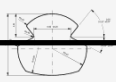
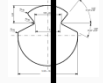

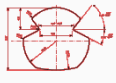


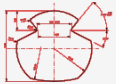
Entwicklungen, Beispiel Fahrdrabt

2016??

mm ²	A Rund	B Rund	B Flach
80			
100			
107			
120			
150			

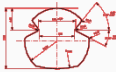
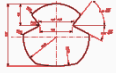

Entwicklungen, Beispiel Fahrdrabt

2020??

mm ²	A Rund	B Rund	B Flach
80			
100			
107			
120			
150			

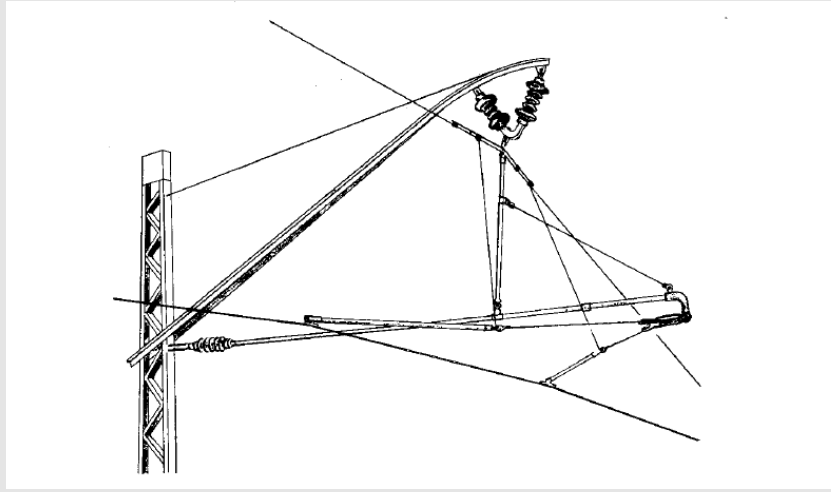
Entwicklungen, Beispiel Fahrrad

Und dann?

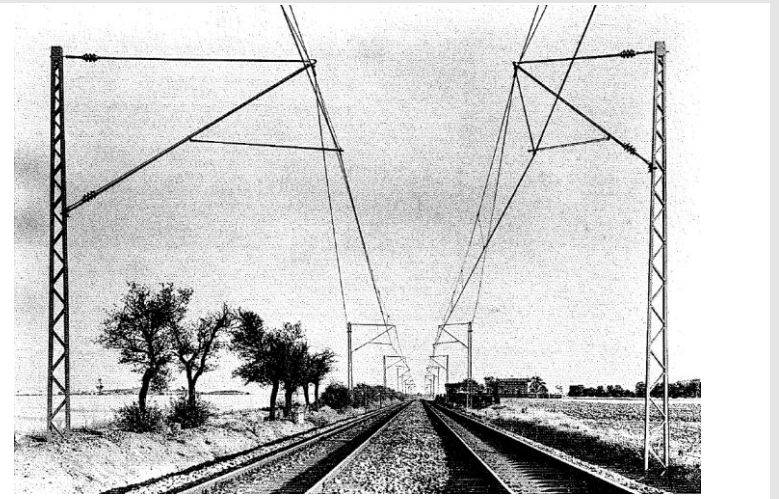
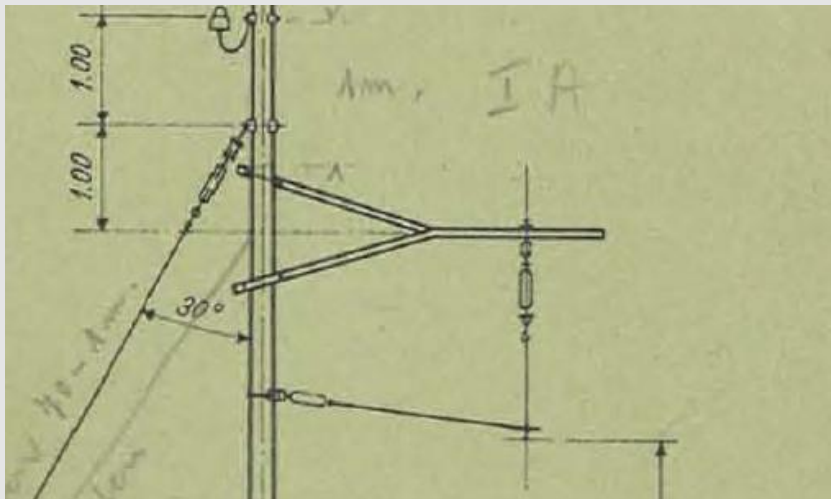
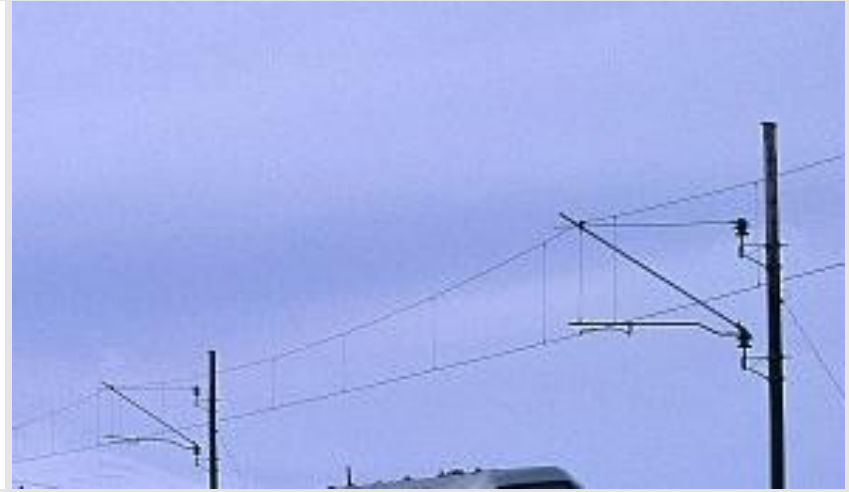
mm ²	C ??	D ??	B Flach
80			
100			
107			
120			
150			
??			

Entwicklungen, Beispiel Ausleger

Erste Elektrifizierungen

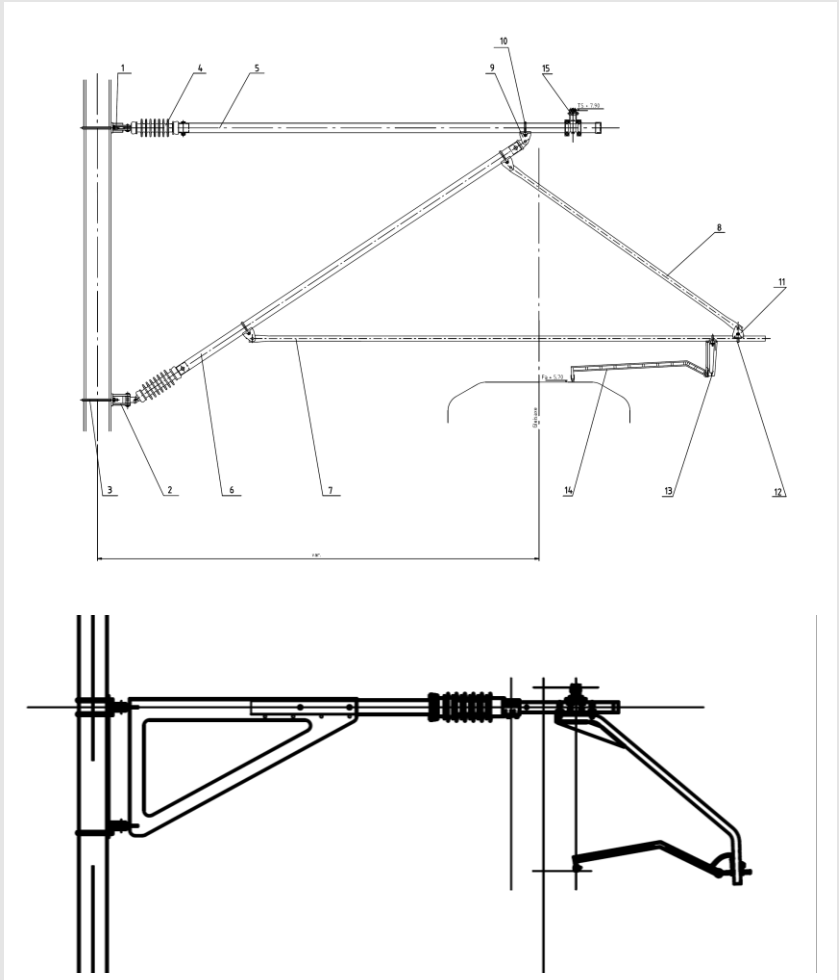
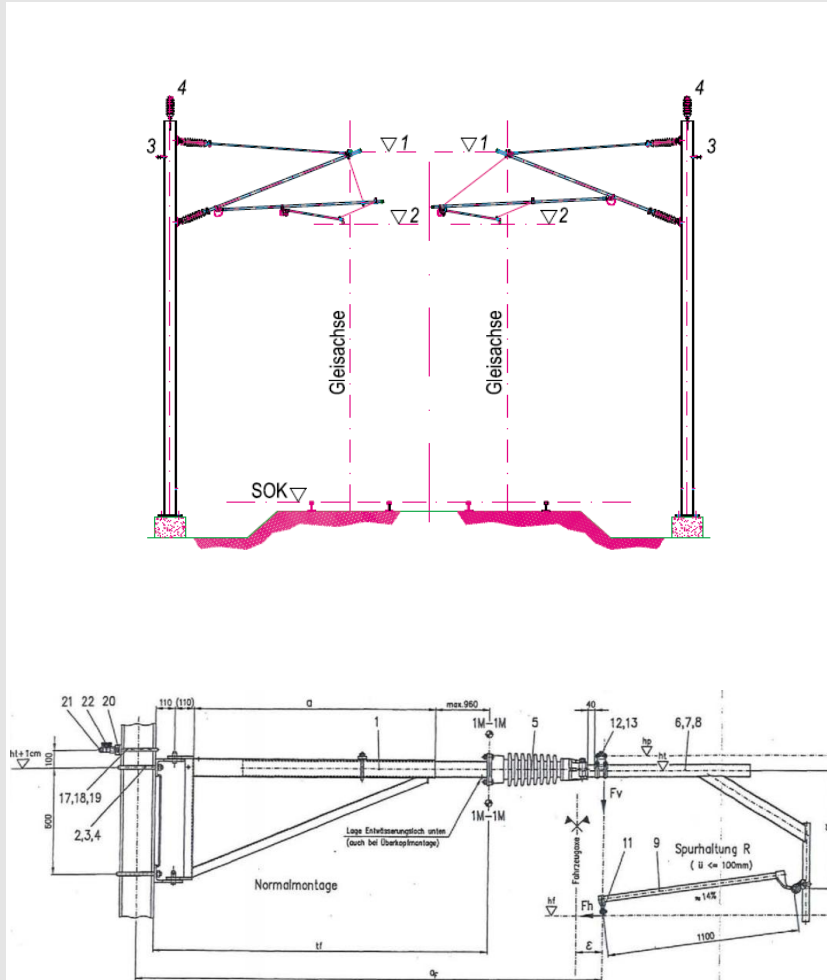


Erste Schwenkausleger



Entwicklungen, Beispiel Ausleger

Moderne Schwenkausleger



Bauteilevielfalt am Beispiel Ausleger

Ausleger F+F „Typ1“ Rückgriff Bauteile 11, Bauteiltypen 10



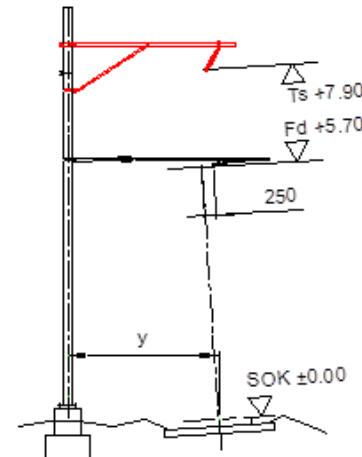
Bauteilevielfalt am Beispiel Ausleger

Ausleger 61 Rückgriff

Bauteile 13, Bauteiltypen 12

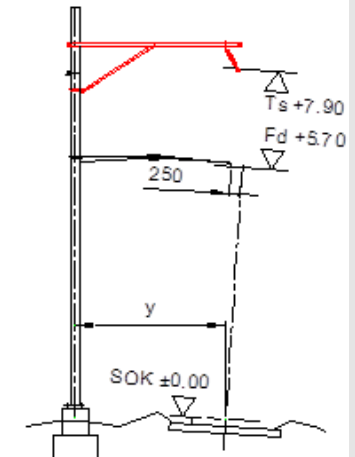


in der Kurveninnenseite



u	y Ausleger ohne Verlängerung	y Ausleger mit Verlängerung 0.8 m
50	3.10 - 3.50	3.90 - 4.30
100	3.10 - 3.60	3.90 - 4.40
150	3.10 - 3.70	3.90 - 4.50

in der Kurvenaußenseite



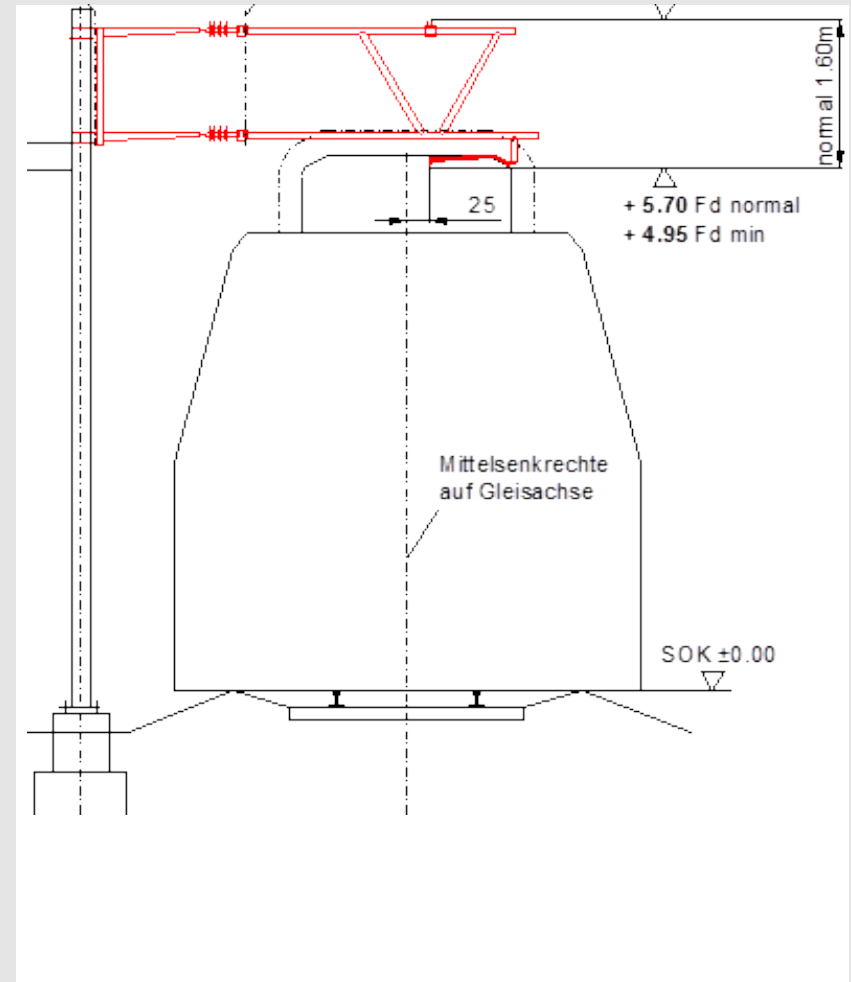
	Ausleger ohne Verlängerung	Ausleger mit Verlängerung 0.8 m
y	2.60 - 3.40	3.40 - 4.20

Bauteilevielfalt am Beispiel Ausleger

Ausleger 78 Rückgriff



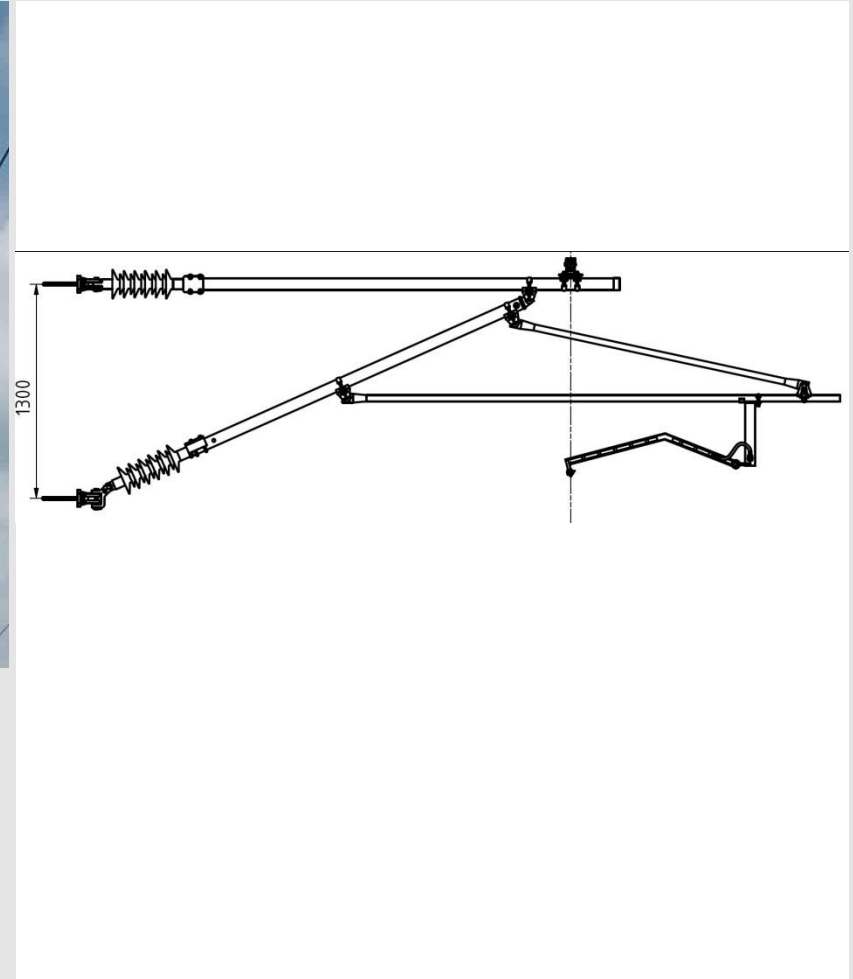
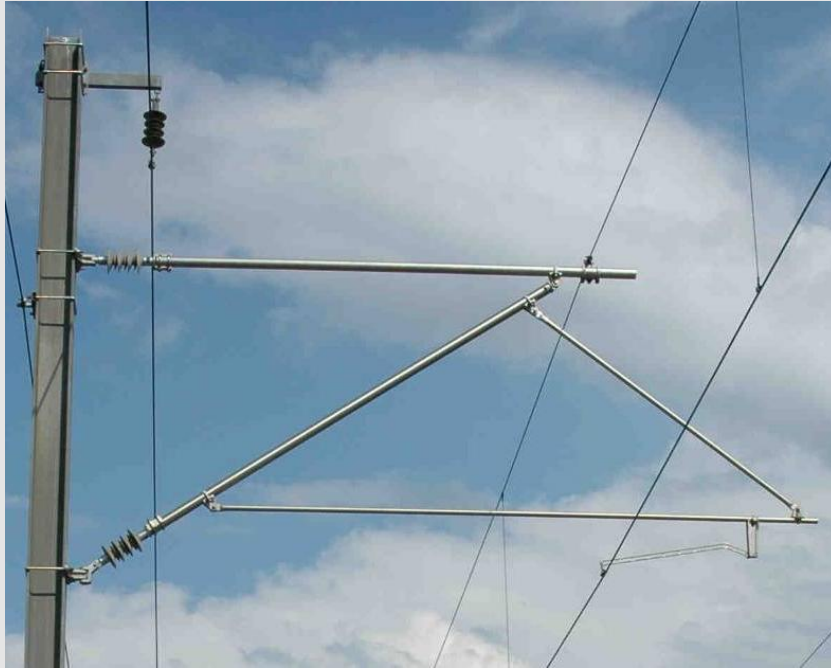
Bauteile 10, Bauteiltypen 7



Bauteilevielfalt am Beispiel Ausleger

Ausleger 01 Rückgriff

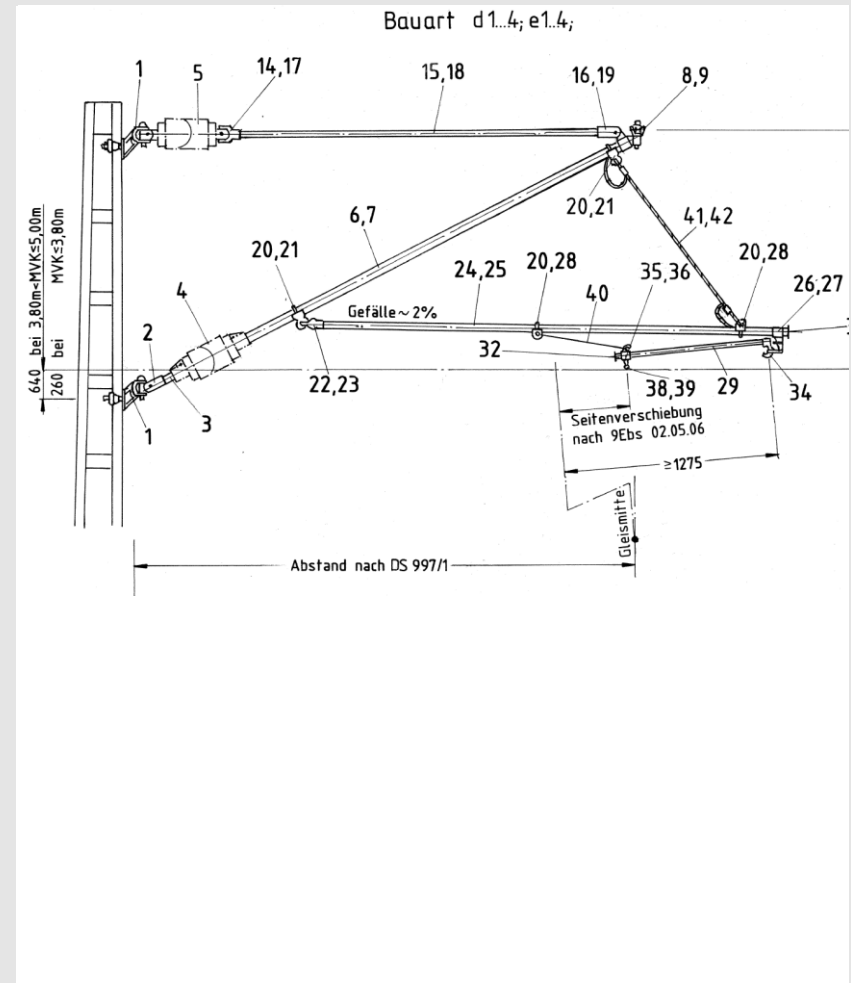
Bauteile 15, Bauteiltypen 10



Bauteilevielfalt am Beispiel Ausleger

Ausleger Re100

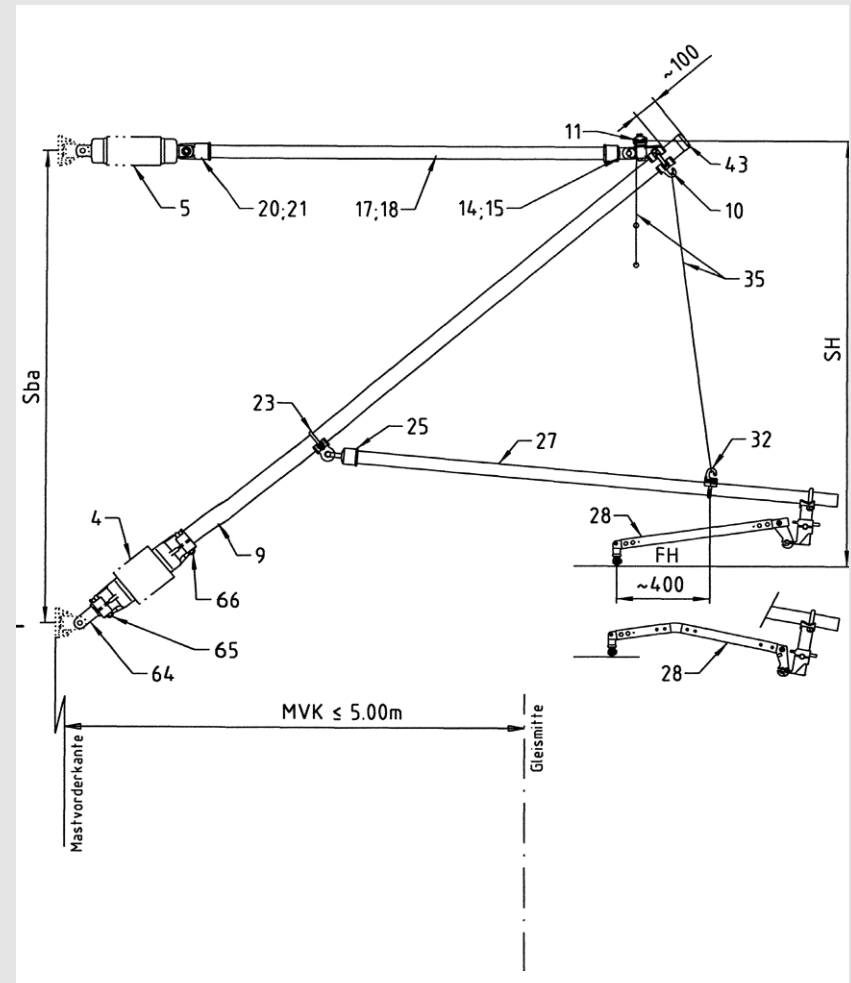
Bauteile 13, Bauteiltypen 12



Bauteilevielfalt am Beispiel Ausleger

Ausleger Re200

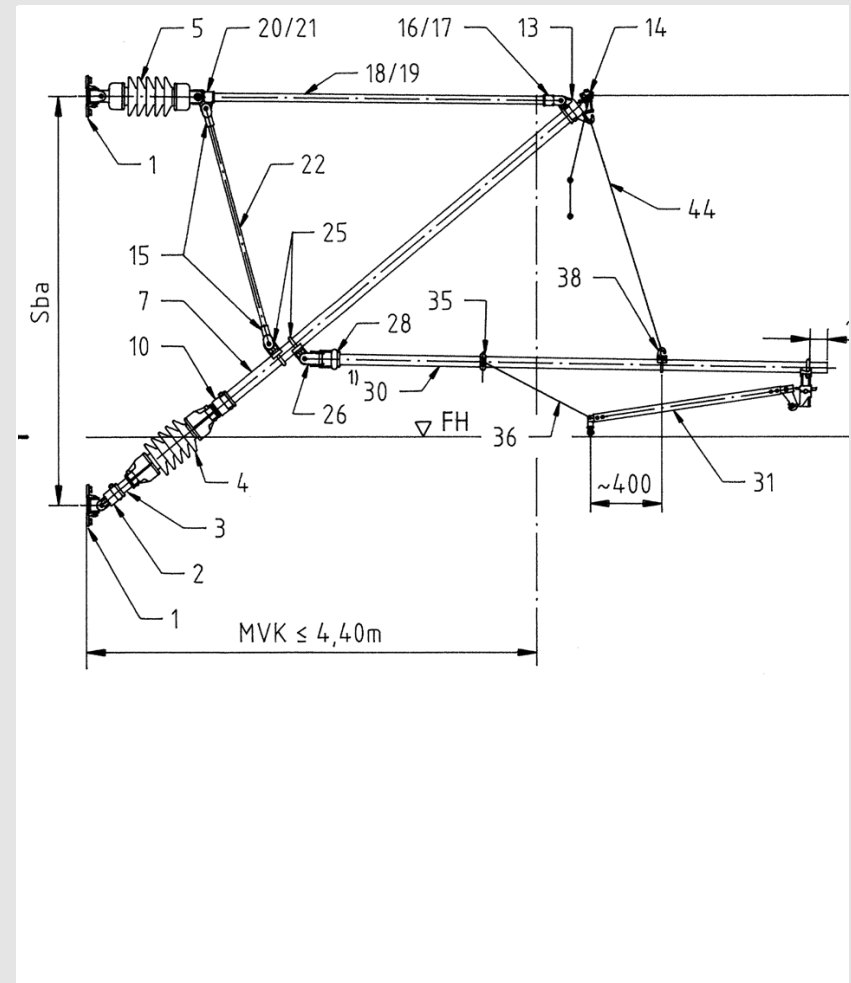
Bauteile 12, Bauteiltypen 10



Bauteilevielfalt am Beispiel Ausleger

Ausleger Re330

Bauteile 14, Bauteiltypen 12



Neue Ansätze

Ausleger SBB 250

Bauteile 8, Bauteiltypen 7



Neue Ansätze

Ausleger SBB NT



Bauteile 7, Bauteiltypen 7

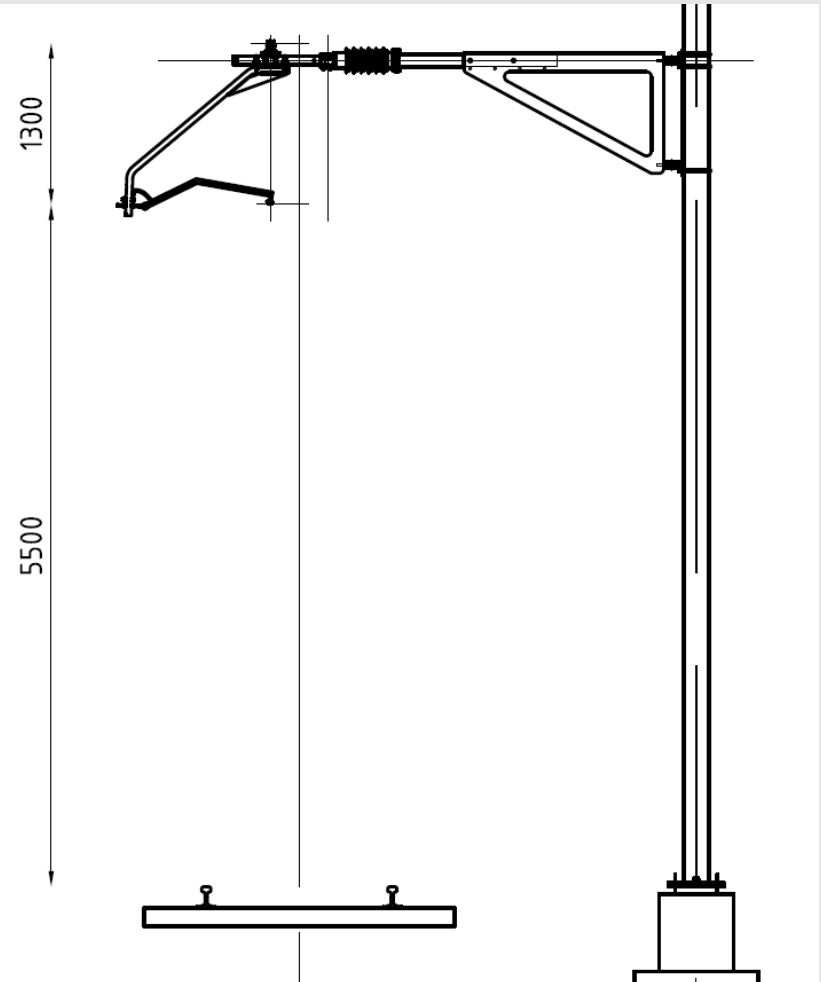


Neue Ansätze

Ausleger SIC

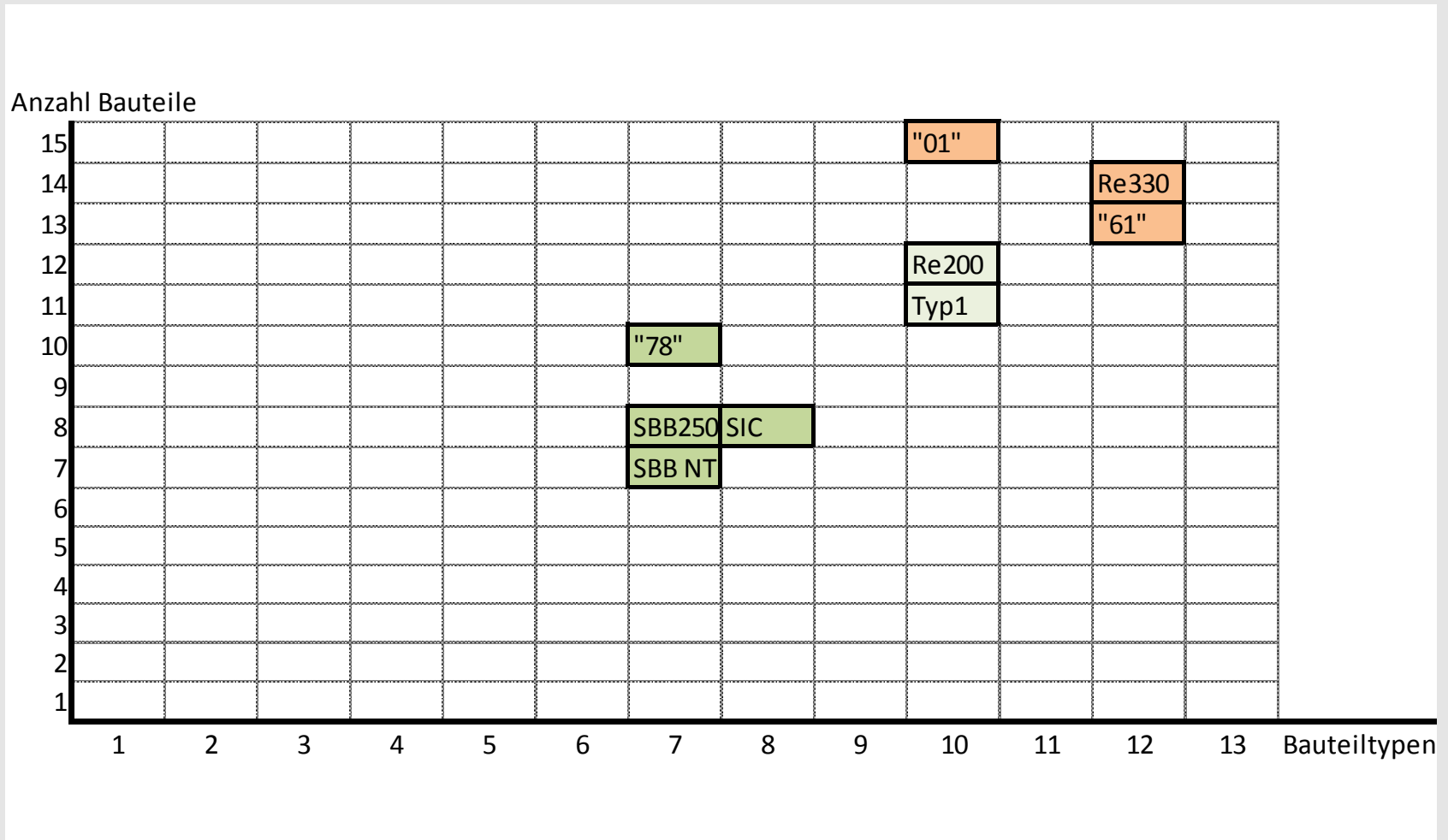


Bauteile 8, Bauteiltypen 8



Zusammenfassung

Komplexität der verschiedenen Auslegertypen



Reduktion der Bauteilevielfalt

Schlussfolgerungen

- **Was bringt es?**
 - **Kostensenkung, Vereinfachungen**
- **Ist es auch bei Fahrleitungen nützlich?**
 - **Ja, auch bei Fahrleitungen nützlich, sowohl für Ersteller wie Betreiber und Nutzer**
- **Wie können wir es umsetzen?**
 - **Bewusst umsetzen;**
 - Schnittstellen reduzieren und vereinheitlichen
 - Spannungssysteme und Wippenbreiten harmonisieren
 - Normen straffen

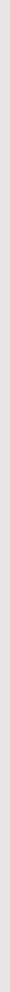
Ausblick

Reduce to the max

Ausblick

Reduce to the max

Tragen



Ausblick

Reduce to the max

Tragen

Halten



Ausblick

Reduce to the max

Tragen
Halten
Isolieren



Ausblick

Reduce to the max

Tragen
Halten
Isolieren
Leiten



Ausblick

Reduce to the max

Tragen
Halten
Isolieren
Leiten
Spannen

