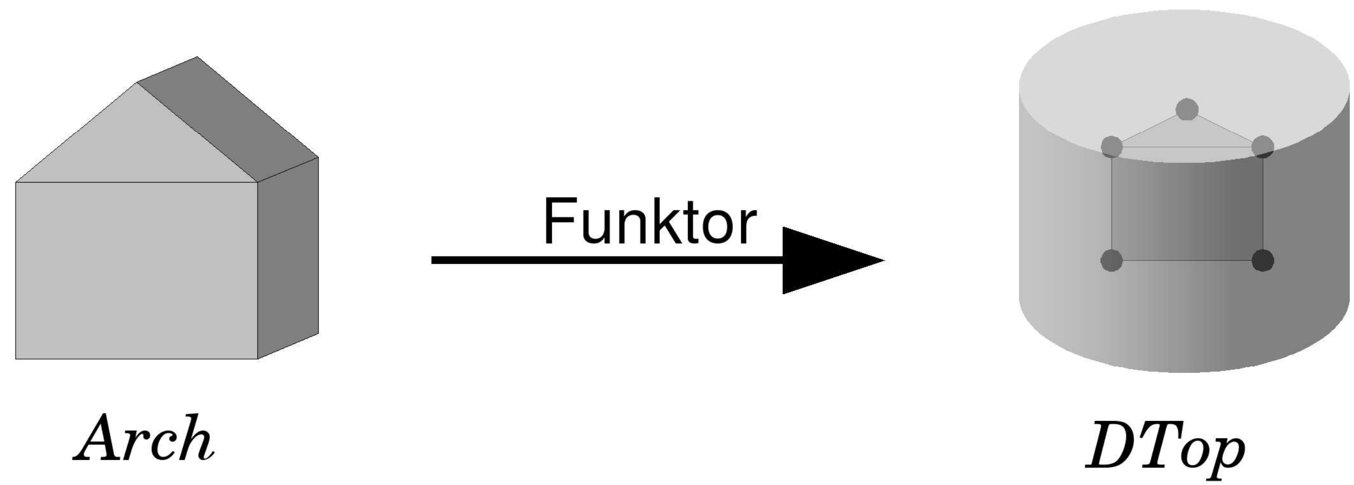
Forum Bauinformatik 2005

Relationale Datenbanken für die Topologie architektonischer Räume



Norbert Paul + Patrick Erik Bradley

debian POWERED

gefördert durch
Deutsche Forschungsgemeinschaft

ifib
Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)

Zielsetzung: Grundlagen topologischer Datenhaltung

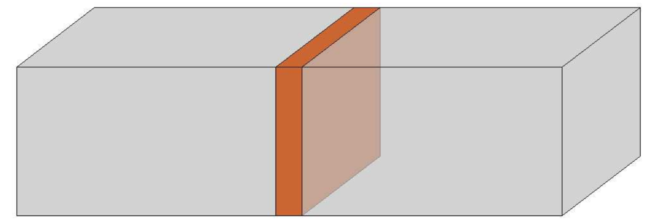
- topologische Eigenschaften der Architektur für die Datenhaltung und Datenmodellierung ausnützen.

- Allgemeines Bezugsmodell für topologische Informationen bereitstellen.

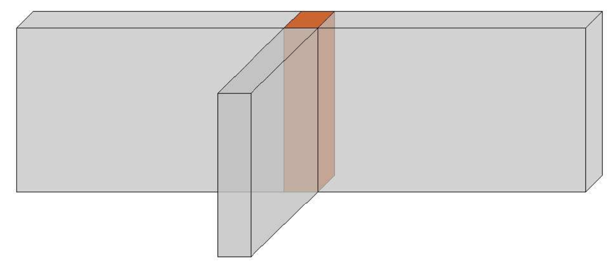
- Nutzen:
  - Versionkontrolle bei kooperativer räumlicher Planung
  - Verbindung von räumlichen Modellen und Raum-Zeit-Modellen
  - Integration verschiedener Detaillierungsstufen wie etwa Skizze-Werkplan
  - Analyse topologischer Eigenschaften wie etwa Wegebeziehungen
  - Bauteildatenbanken

Beispiele topologischer Eigenschaften

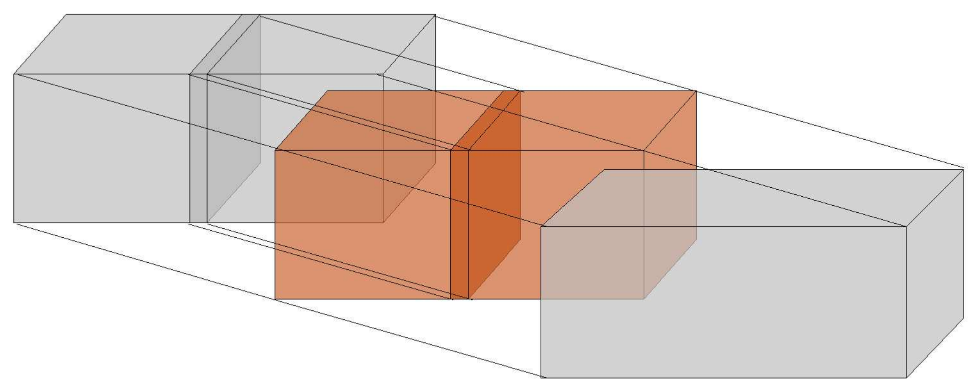
- Wand berührt „Räume“



- Kante berührt Wände



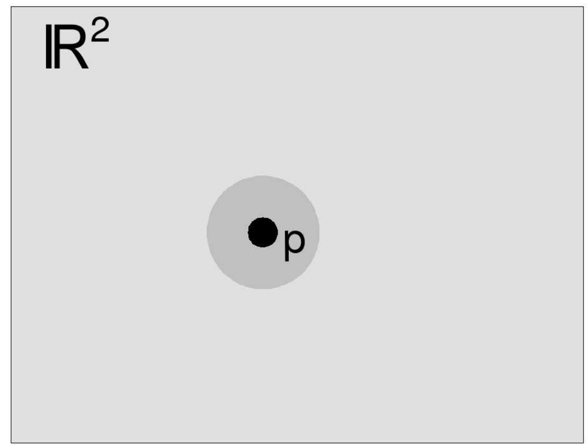
- Änderung berührt Alt - Neu



ifib
Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)

Der Topologie - Begriff

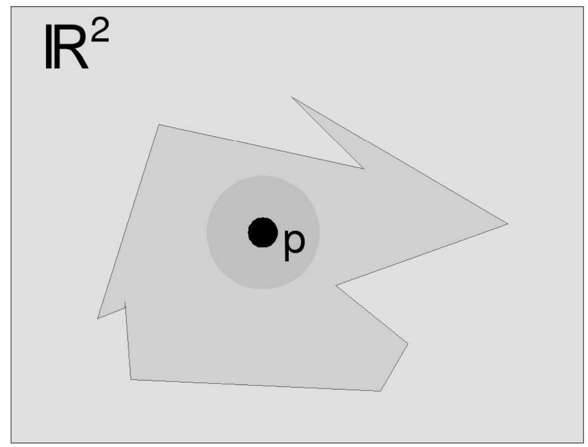
- Strukturierung einer Menge X durch Definition von Umgebungen für ihre Punkte
- Beispiel: zweidimensionaler reeller Vektorraum $X := \mathbb{R}^2$:
  - Umgebung eines Punktes p ist:
    - Jede Scheibe um p mit Radius $r > 0$



ifib
Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)

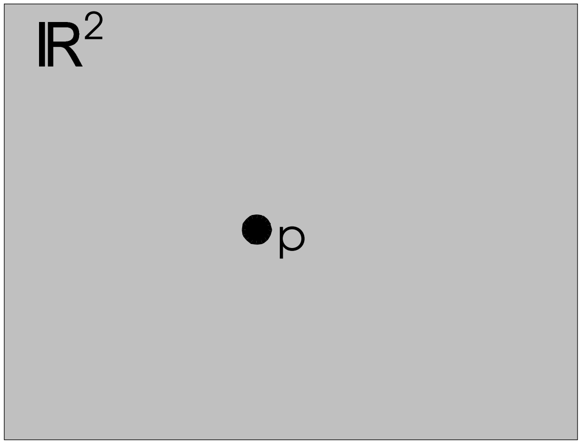
Der Topologie - Begriff

- Strukturierung einer Menge X durch Definition von Umgebungen für ihre Punkte
- Beispiel: zweidimensionaler reeller Vektorraum $X := \mathbb{R}^2$:
  - Umgebung eines Punktes p ist:
    - Jede Scheibe um p mit Radius $r > 0$
    - Jede Obermenge einer Umgebung von p



Der Topologie - Begriff

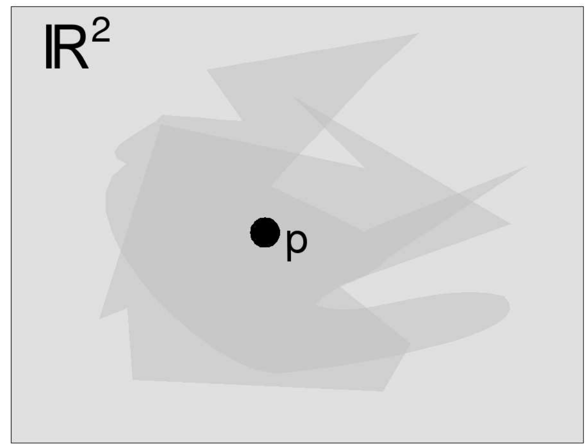
- Strukturierung einer Menge X durch Definition von Umgebungen für ihre Punkte
- Beispiel: zweidimensionaler reeller Vektorraum $X := \mathbb{R}^2$:
  - Umgebung eines Punktes p ist:
    - Jede Scheibe um p mit Radius $r > 0$
    - Jede Obermenge einer Umgebung von p
    - X selbst



ifib
Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)

Der Topologie - Begriff

- Strukturierung einer Menge X durch Definition von Umgebungen für ihre Punkte
- Beispiel: zweidimensionaler reeller Vektorraum $\mathbb{R}^2$:
  - Umgebung eines Punktes p sei:
    - Jede Scheibe um p mit Radius r > 0
    - Jede Obermenge einer solchen Scheibe
    - X selbst
  - offene Menge:
    - Teilmenge von X, die Umgebung aller ihrer Punkte ist.
    - insbesondere Ø und X.



Topologie:

- Menge von offenen Teilmengen von X
- Obiges Beispiel ergibt die „natürliche Topologie des $\mathbb{R}^2$“

ifib Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)

Topologiebegriff

- Definition von Topologie
  - Für eine Menge X – die Punktmenge – Festlegung eines Mengensystems T_X von Teilmengen von X mit folgenden Eigenschaften:

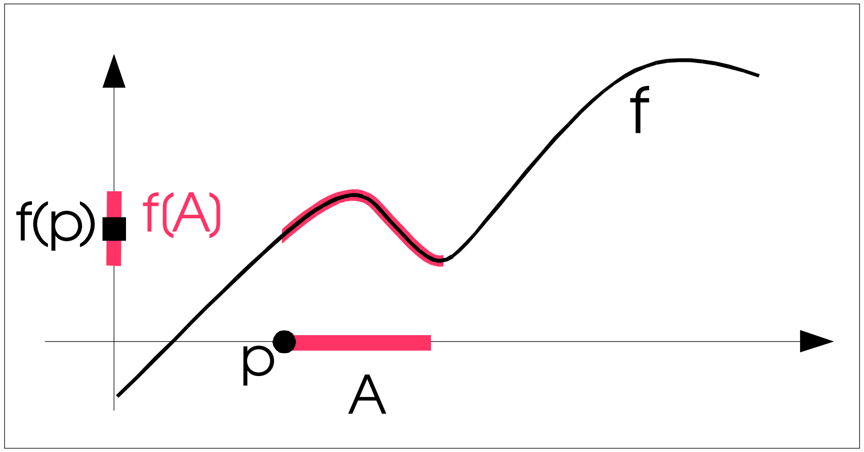
    (T1) $\emptyset \in T_X$ und $X \in T_X$

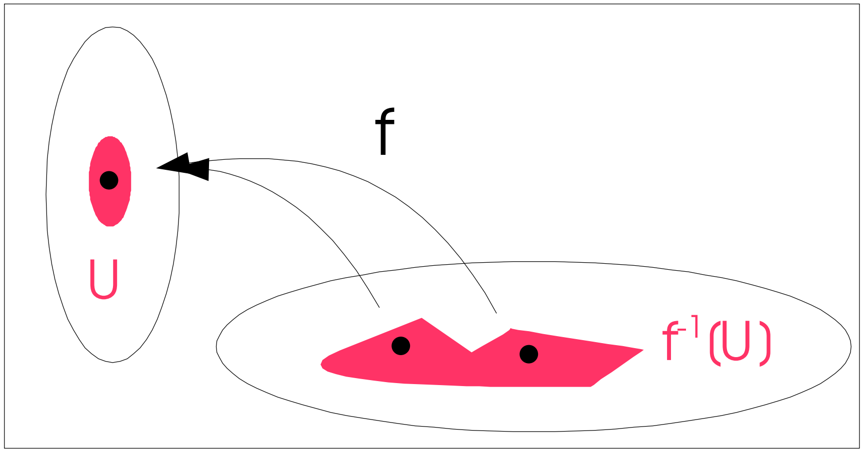
    (T2) Wenn A, $B \in T_X$ dann auch $A \cap B \in T_X$

    (T3) Wenn $S \subseteq T_X$ dann auch $\bigcup_{A \in S} A \in T_X$
  - T_X heißt dann **eine Topologie für X.**
  - (X, T_X) heißt **topologischer Raum.**
  - Eine Menge $A \in T_X$ heißt **offen** in (X, T_X).
- Beispiele:
  - $(X, \{\emptyset, X\})$ – der triviale Raum
  - $(X, \wp(X))$ – der diskrete Raum ($\wp(X)$ ist Potenzmenge von X)
  - $(\{0,1\}, \{\emptyset, \{0\}, \{0,1\}\})$ – der Sierpinski-Raum

stetige Abbildungen

- Analysis: δ-ε-Kriterium:
  - Äquivalent: Bild eines Berührpunktes einer Menge berührt die Bildmenge.
  - Äquivalent: Urbild eines offenen Intervalls ist Vereinigung offener Intervalle
- Topologie:
  - Verallgemeinerung: Urbild einer offenen Menge ist offen.





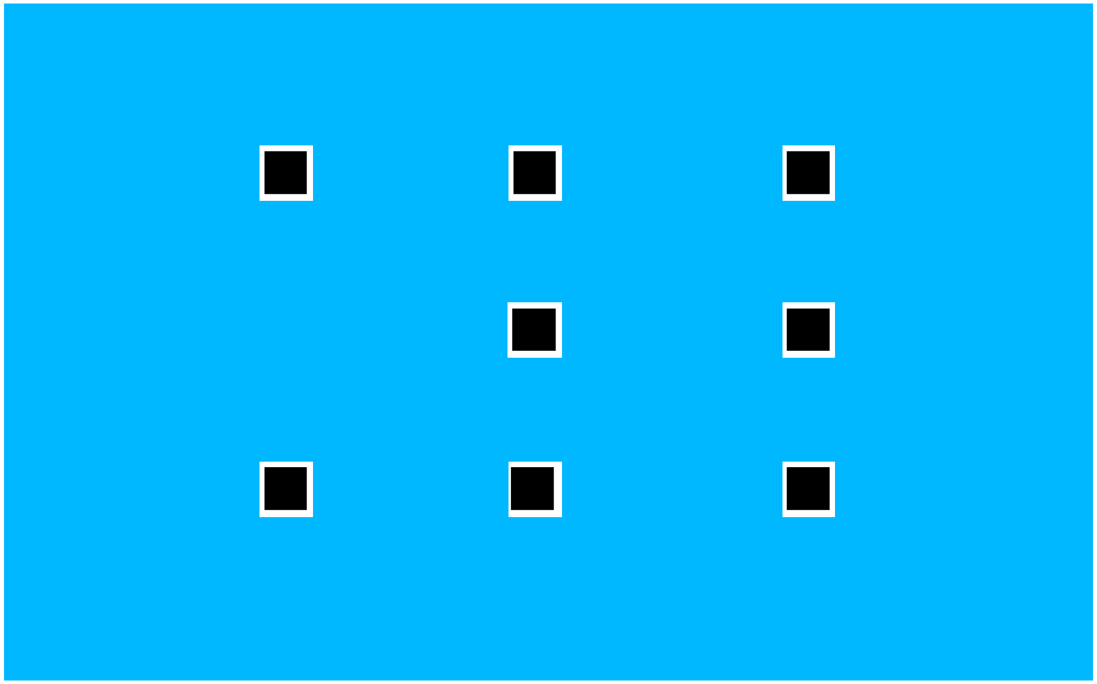
Der Quotientenraum

- Zerlegung von $\mathbb{R}^n$ (hier n=2) mit seiner natürlichen Topologie (die uns zu fein ist)

ifib
Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)

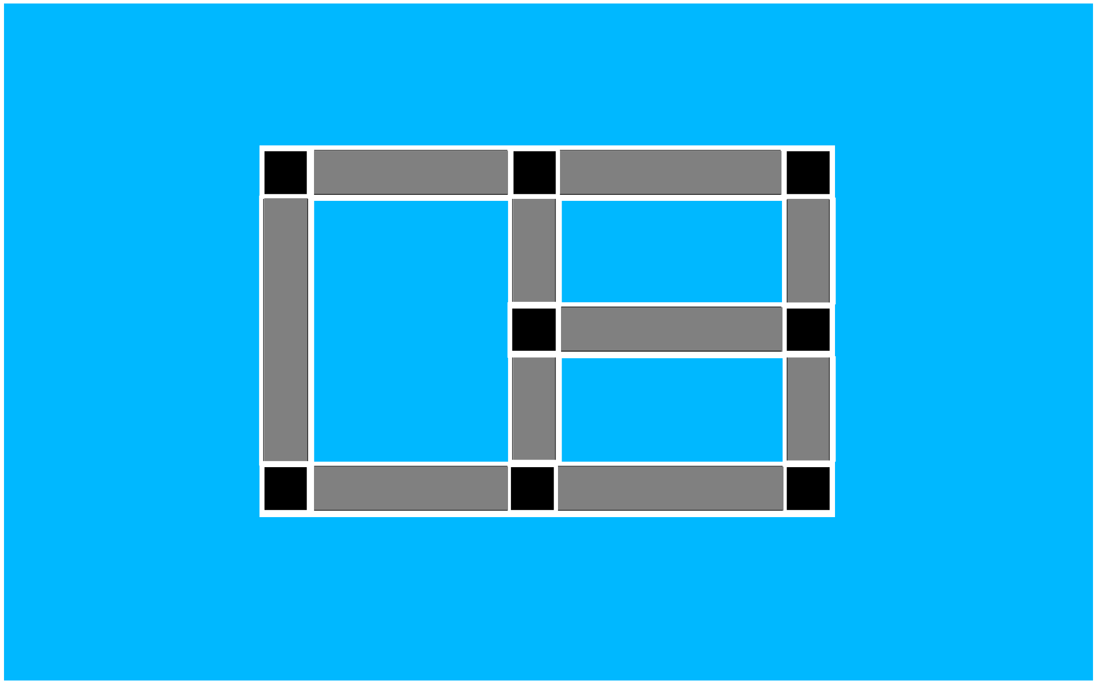
Der Quotientenraum

- Zerlegung von $\mathbb{R}^n$ (hier n=2) mit seiner natürlichen Topologie in
  - Eckpunkte



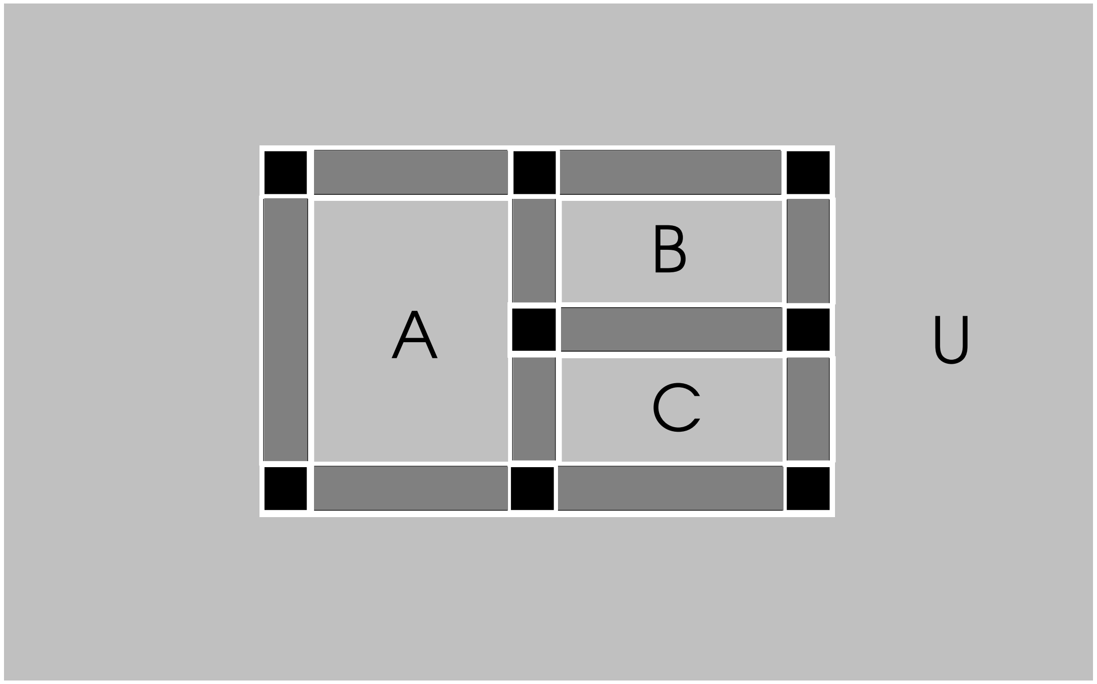
Der Quotientenraum

- Zerlegung von $\mathbb{R}^n$ (hier n=2) mit seiner natürlichen Topologie in
  - Eckpunkte --- Kanten



Der Quotientenraum

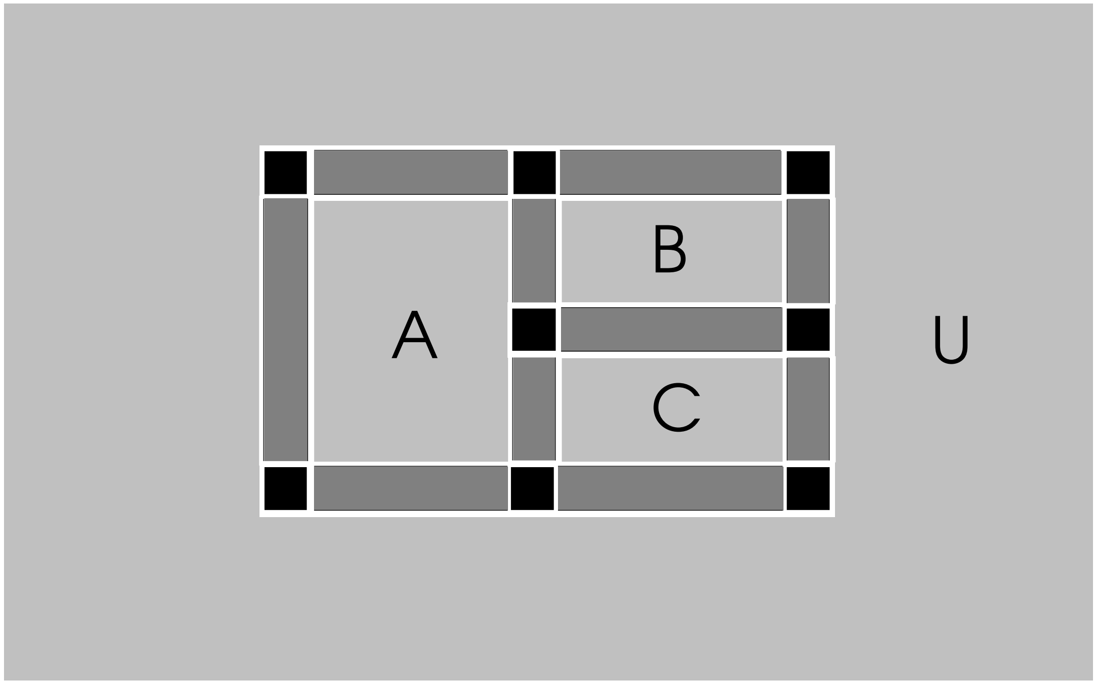
- Zerlegung von $\mathbb{R}^n$ (hier n=2) mit seiner natürlichen Topologie in
  - Eckpunkte --- Kanten --- Flächen



ifib
Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)

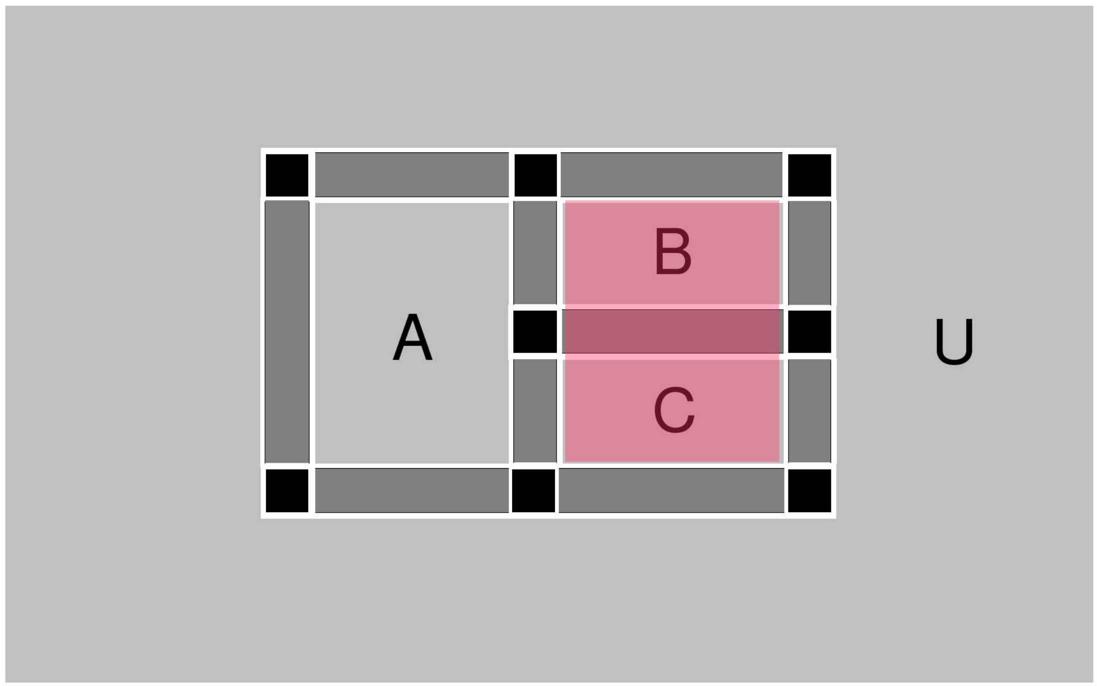
Der Quotientenraum

- Zerlegung von $\mathbb{R}^n$ (hier n=2) mit seiner natürlichen Topologie in
  - Eckpunkte --- Kanten --- Flächen
  - ergibt eine Topologie für die Komponenten, die Quotiententopologie



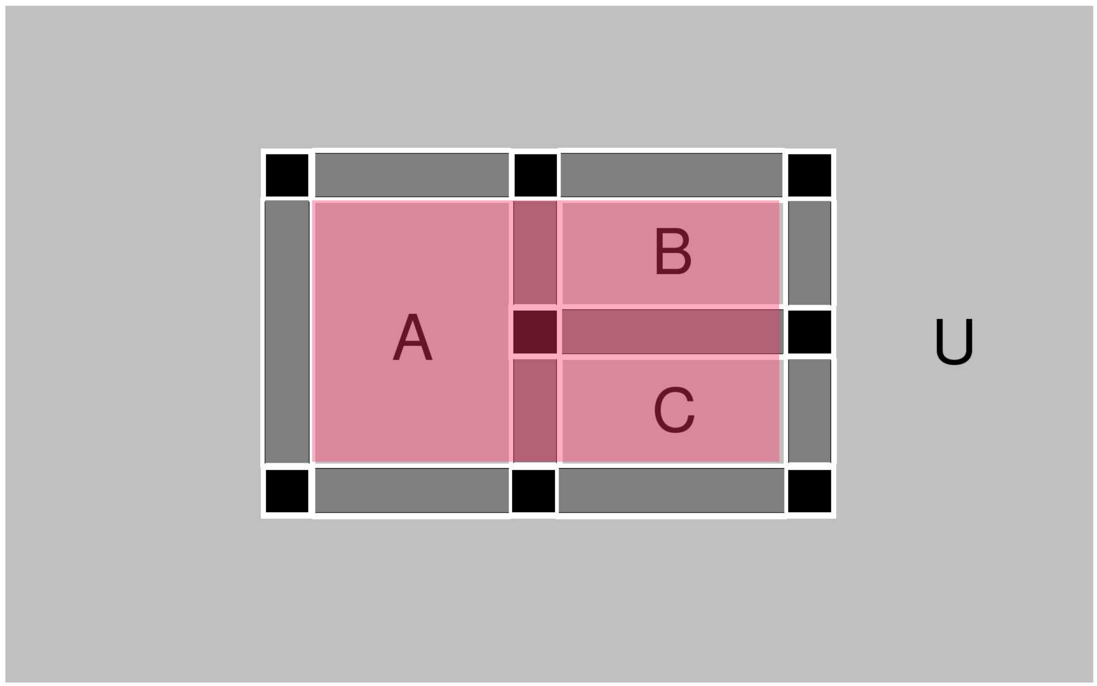
Der Quotientenraum: Beispiele für offene Mengen

- Zerlegung von $\mathbb{R}^n$ (hier n=2) mit seiner natürlichen Topologie in
  - Eckpunkte --- Kanten --- Flächen
  - ergibt eine Topologie für die Komponenten, die Quotiententopologie



Der Quotientenraum: Beispiele für offene Mengen

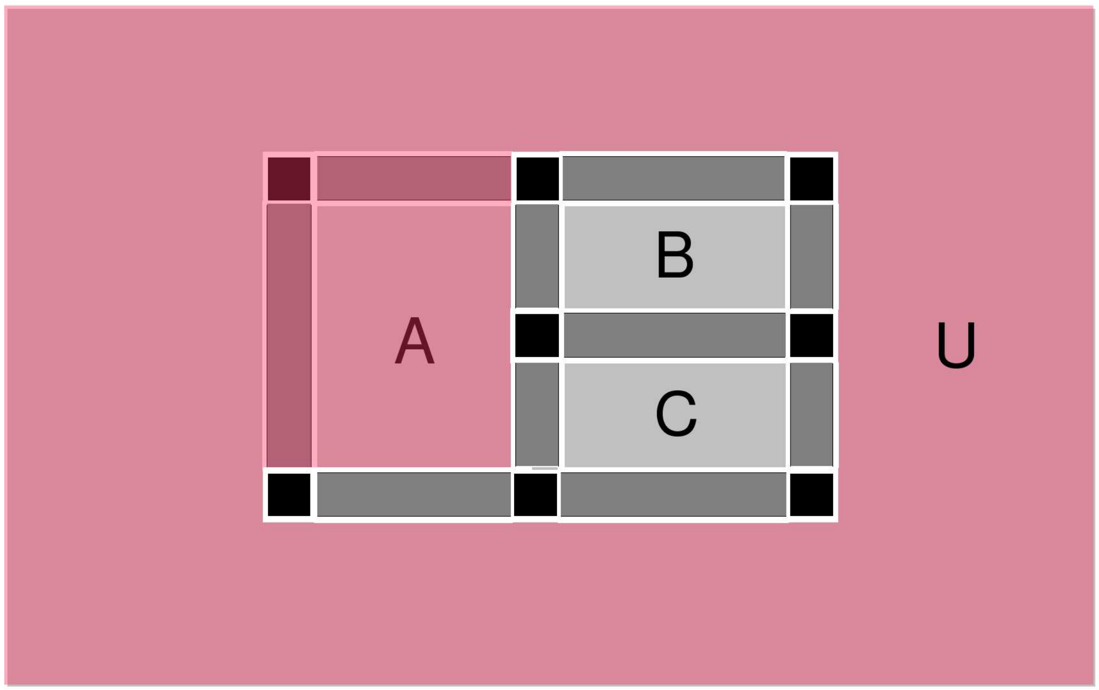
- Zerlegung von $\mathbb{R}^n$ (hier n=2) mit seiner natürlichen Topologie in
  - Eckpunkte --- Kanten --- Flächen
  - ergibt eine Topologie für die Komponenten, die Quotiententopologie



ifib
Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)

Der Quotientenraum: Beispiele für offene Mengen

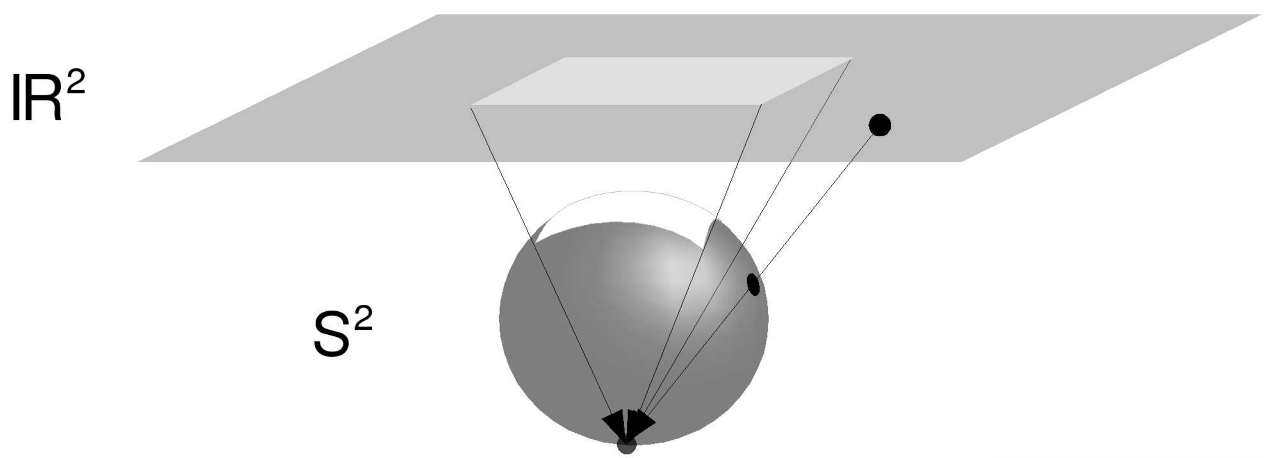
- Zerlegung von $\mathbb{R}^n$ (hier n=2) mit seiner natürlichen Topologie in
  - Eckpunkte --- Kanten --- Flächen
  - ergibt eine Topologie für die Menge der Komponenten, die Quotiententopologie



Kompaktifizierung

- Der Aussenraum ist keine Zelle — er hat ein Loch

- Lösung: Kompaktifizierung (z.B. zur Sphäre S^2):



Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)

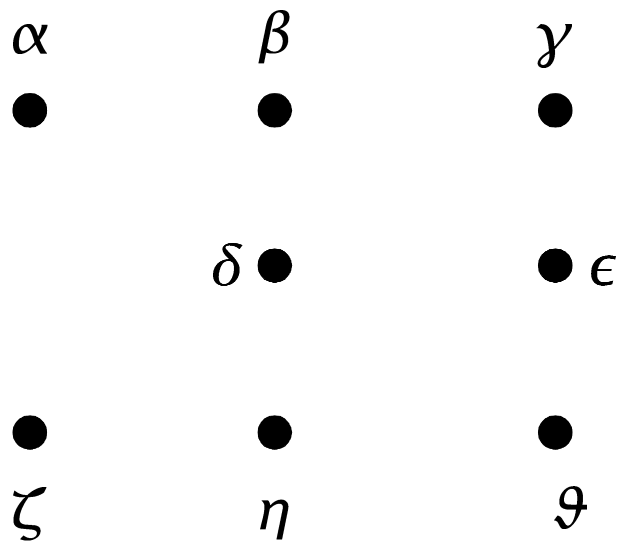
Postulat: Architektur und Topologie

- Postulat 1 (Zerlegung des $\mathbb{R}^n$):
  - Gegeben: ein kompakter Teilraum X des $\mathbb{R}^n$ für ein festes n
  - Architektur ist immer auch eine Zerlegung von X in endlich viele Teile
  - Den dadurch entstehenden topologischen Raum bezeichnen wir als eine **architektonische Zerlegung des $\mathbb{R}^n$**.

- Postulat 2 (Verfeinerung als Komplex):
  - Gegeben: eine architektonische Zerlegung.
  - Diese lässt sich zu einem Komplex verfeinern.
  - Dieser wiederum zu einem Zellenkomplex.
  - Diese Komplexe bezeichen wir als **architektonische Komplexe**.

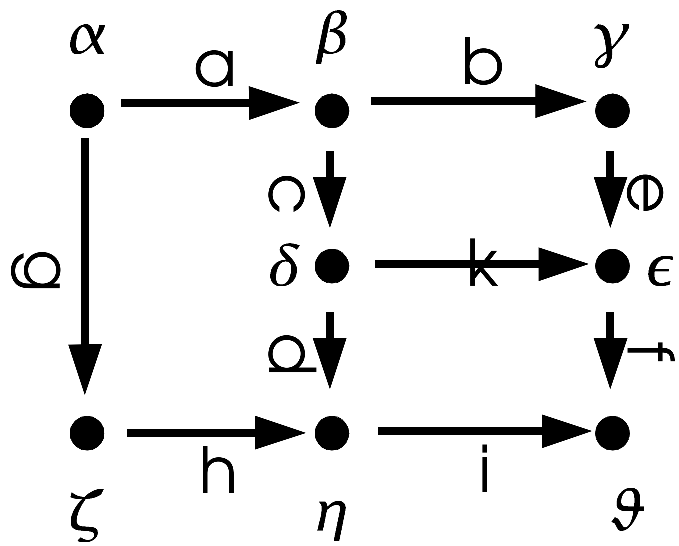
Zellen-Komplexe

- Aufbau aus orientierten Zellen:
  - 0-Zellen (α, β, γ, δ, ϵ, ζ, η, ϑ)



Zellen-Komplexe

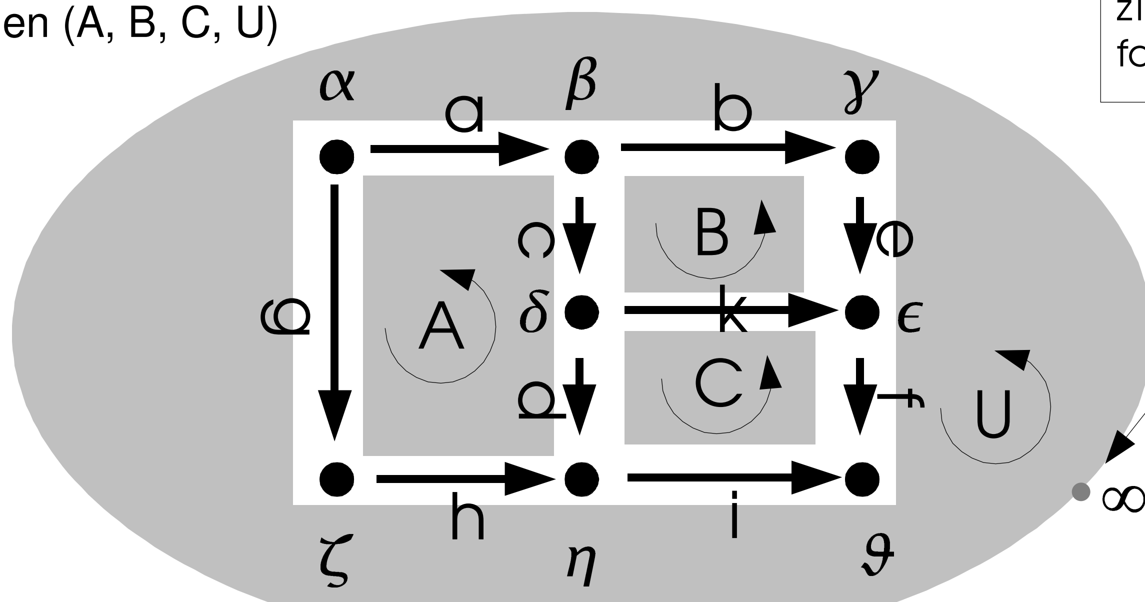
- Aufbau aus orientierten Zellen:
  - 0-Zellen ($\alpha,\ \beta,\ \gamma,\ \delta,\ \epsilon,\ \zeta,\ \eta,\ \vartheta$)
  - 1-Zellen (a, b, c, d, e, f, g, h, i, k)



ifib
Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)

Zellen-Komplexe

- Aufbau aus orientierten Zellen:
  - 0-Zellen (α, β, γ, δ, ϵ, ζ, η, ϑ)
  - 1-Zellen (a, b, c, d, e, f, g, h, i, k)
  - 2-Zellen (A, B, C, U)



Durch Kompaktifizierung wird U ebenfalls zur Zelle.

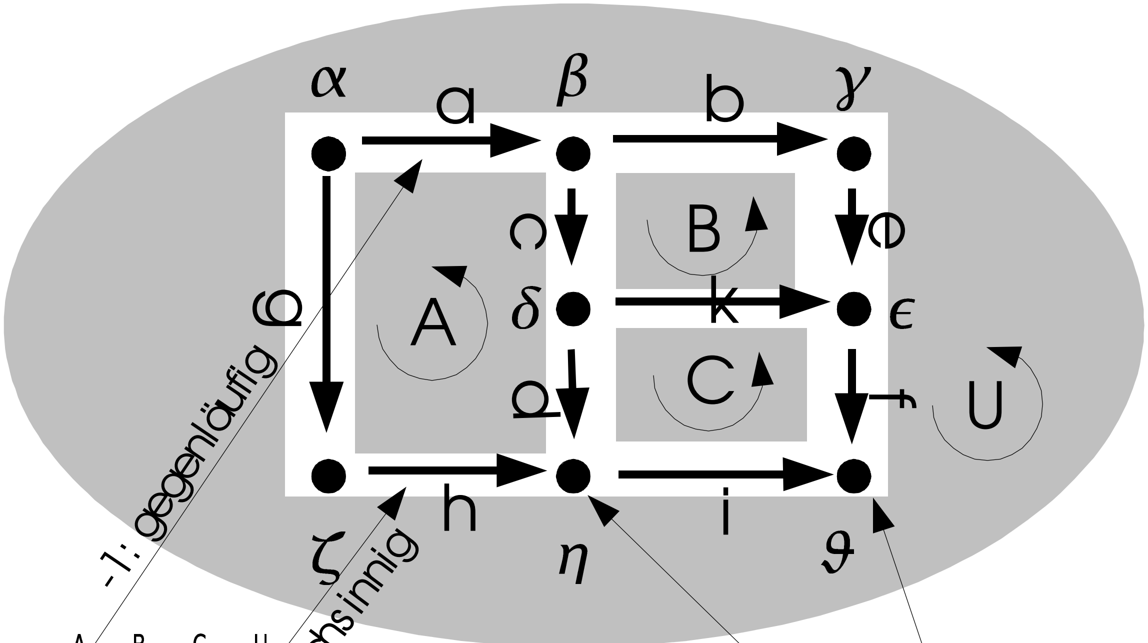
- Ergebnis: Kettenkomplex

$$\mathbb{Z}\{A, B, C, U\} \xrightarrow{\partial} \mathbb{Z}\{a, b, \ldots, k\} \xrightarrow{\partial} \mathbb{Z}\{\alpha, \beta, \ldots, \vartheta\}$$

mit $\partial \circ \partial = 0$ ← Wichtig !!!

ifib
Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)

totale Randmatritzen in $\mathit{DketKomp}^*$



$D_2 =$

	A	B	C	U
a	-1	0	0	1
b	0	-1	0	-1
c	-1	1	0	0
d	-1	0	1	0
e	0	-1	0	1
f	0	0	-1	1
g	1	0	0	-1
h	1	0	0	-1
i	0	0	1	-1
k	0	1	-1	0

$D_1 =$

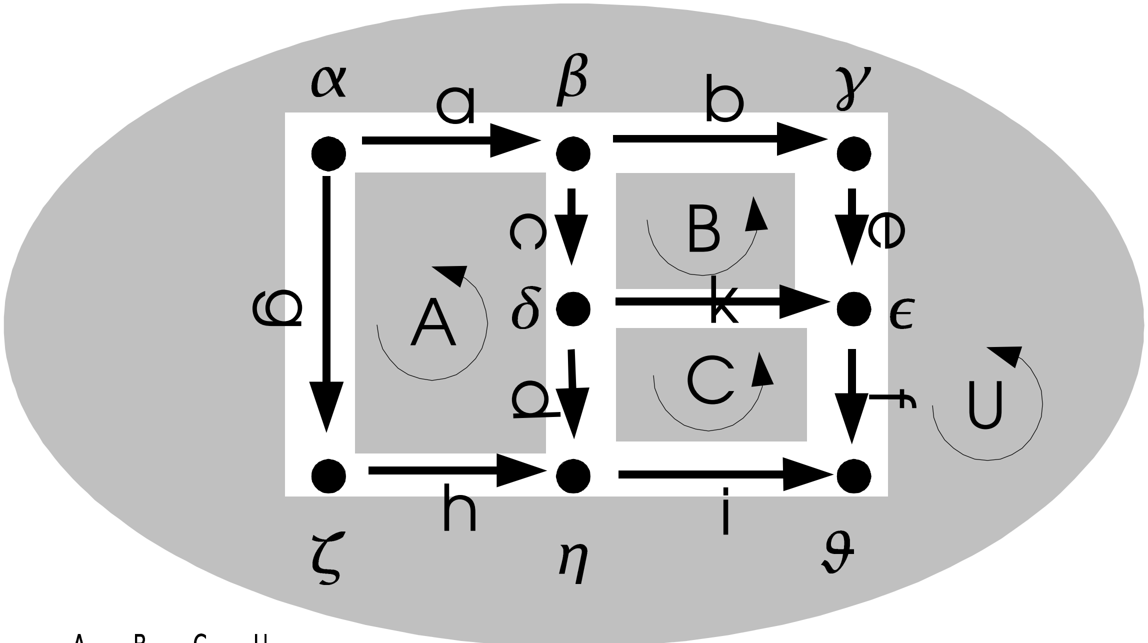
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k
α	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0
β	1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0
γ	0	1	0	0	-1	0	0	0	0	0
δ	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	-1
ϵ	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	1
ζ	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0
η	0	0	0	1	0	0	0	1	-1	0
ϑ	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0

Wichtig: $D_1 \cdot D_2 = 0$

Norbert Paul + Patrick Erik Bradley

ifib
Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)

partielle Randmatritzen in *DKetKomp*



X	Y	a
A	a	-1
A	c	-1
A	d	-1
A	g	1
A	h	1
B	b	-1
B	c	1
B	e	-1
B	k	1
C	d	1
C	f	-1
C	i	1
C	k	-1
a	α	-1
a	β	1
b	β	-1
b	γ	1
c	β	-1
c	δ	1
d	δ	-1
d	η	1
e	γ	-1
e	ε	1
f	ε	-1
f	ϑ	1
g	α	-1
g	ζ	1
h	ζ	-1
h	η	1
i	η	-1
i	ϑ	1
k	δ	-1

D_2 =

	A	B	C	U
a	-1			1
b		-1		1
c	-1	1		
d	-1		1	
e		-1		1
f			-1	1
g	1			-1
h	1			-1
i			1	-1
k		1	-1	

D_1 =

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k
α	-1						-1			
β	1	-1	-1							
γ		1			-1					
δ			1	-1						-1
ε					1	-1				1
ζ							1	-1		
η				1				1	-1	
ϑ						1			1	

Wichtig:

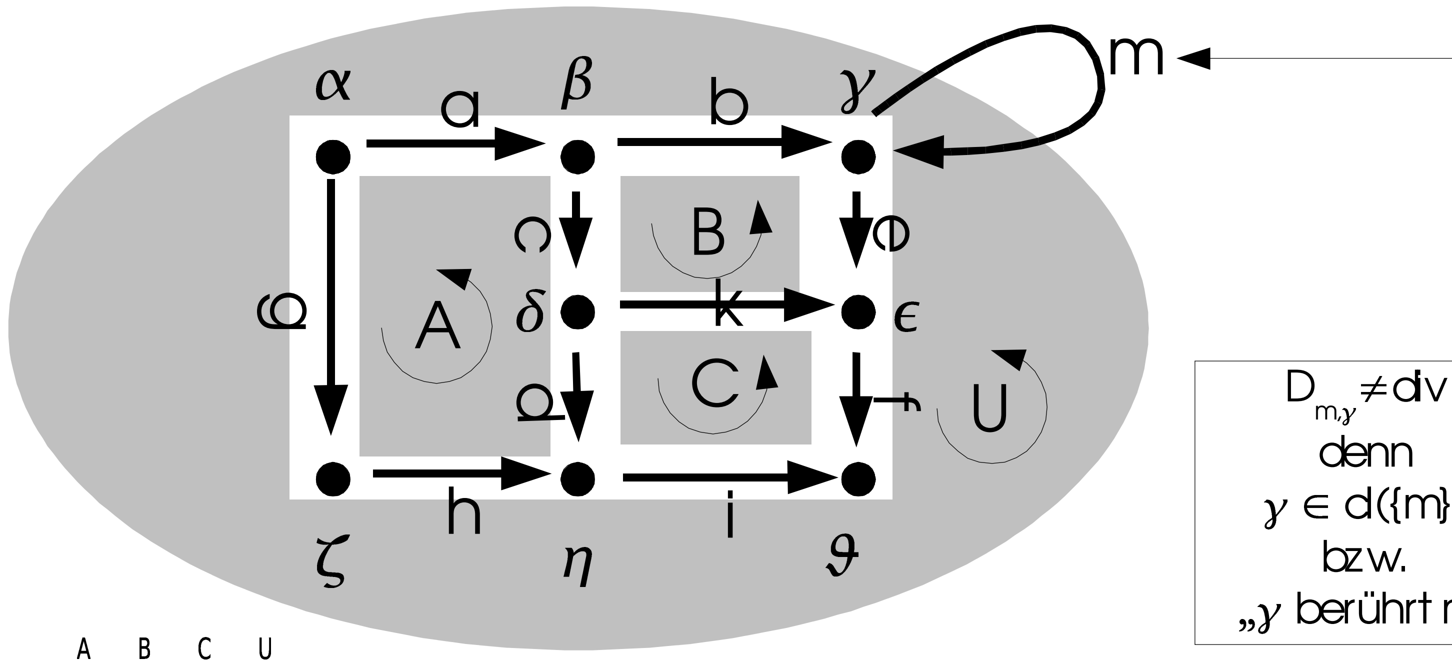
$D_1 \cdot D_2$ ist partielle 0-Matrix

Norbert Paul + Patrick Erik Bradley

ifib
Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)

debian POWERED

Die partiellen Randmatritzen mit expliziter Null



$D_{m,\gamma} \neq$ div
denn
$\gamma \in d(\{m\})$
bzw.
„γ berührt m“

$D_2 =$

	A	B	C	U
a	-1			1
b		-1		1
c	-1	1		
d	-1		1	
e		-1		1
f			-1	1
g	1			-1
h	1			-1
i			1	-1
k		1	-1	

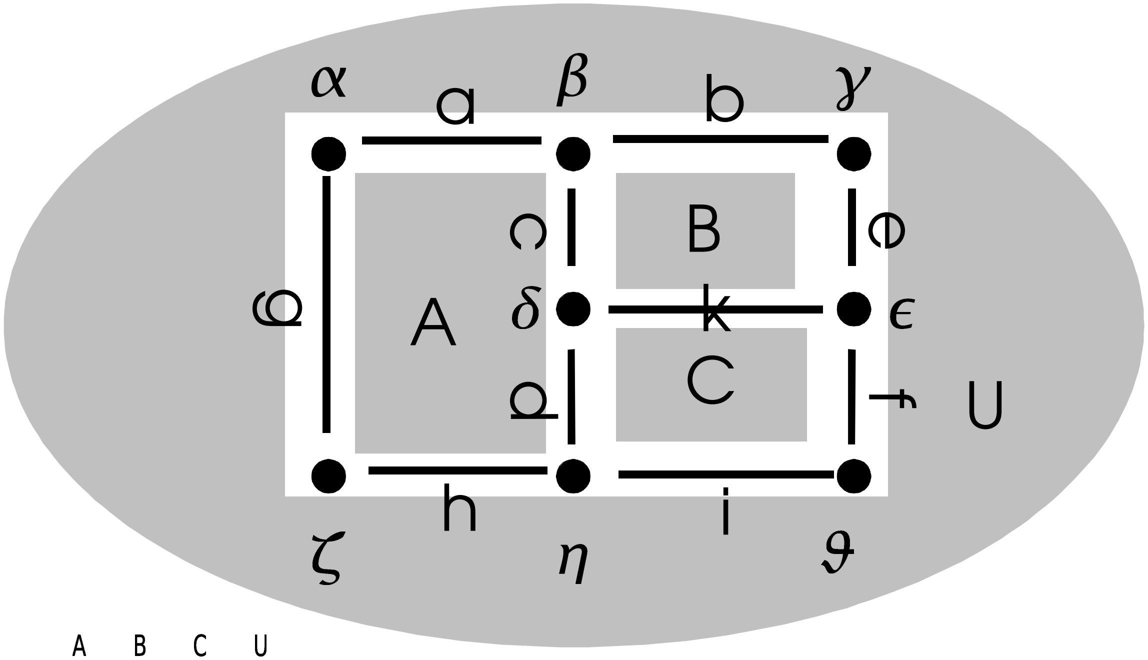
$D_1 =$

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	m
α	-1						-1				
β	1	-1	-1								
γ		1			-1						**0**
δ			1	-1						-1	
ϵ					1	-1				1	
ζ							1	-1			
η				1				1	-1		
ϑ						1			1		

Norbert Paul + Patrick Erik Bradley

ifib
Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)

Die Randrelation in $\mathcal{DTop}$



	A	B	C	U
a	x			x
b		x		x
c	x	x		
d	x		x	
e		x		x
f			x	x
g	x			x
h	x			x
i			x	x
k		x	x	

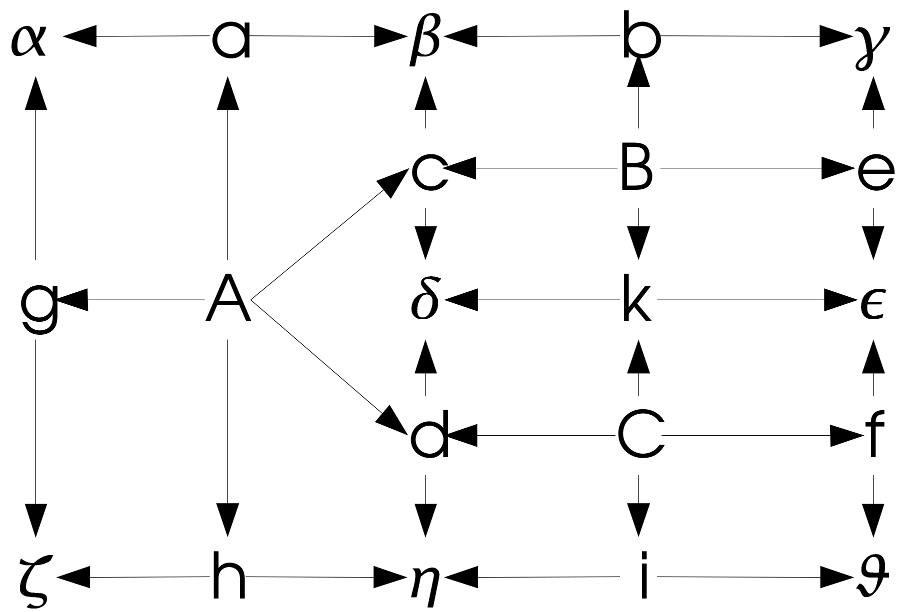
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k
α	x						x			
β	x	x	x							
γ		x			x					
δ			x	x						x
ϵ					x	x				x
ζ							x	x		
η				x				x	x	
ϑ						x			x	

Norbert Paul + Patrick Erik Bradley

ifib
Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)

Die Randrelation in $\mathcal{DTop}$

Jeder endliche topologische Raum kann verlustfrei durch eine derartige Relation beschrieben werden.



	A	B	C
a	x		
b		x	
c	x	x	
d	x		x
e		x	
f			x
g	x		
h	x		
i			x
k		x	x

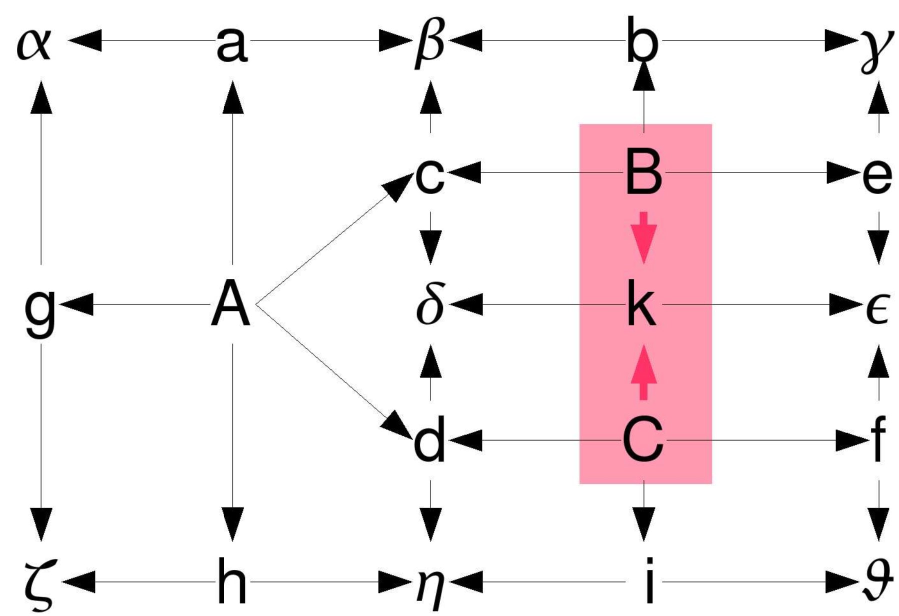
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k
α	x						x			
β	x	x	x							
γ		x			x					
δ			x	x						x
ϵ					x	x				x
ζ							x	x		
η				x				x	x	
ϑ						x			x	

$A \to a$
$A \to c$
$A \to d$
$A \to g$
$A \to h$
$B \to b$
$B \to c$
$B \to e$
$B \to k$
$C \to d$
$C \to f$
$C \to i$
$C \to k$
$a \to \alpha$
$a \to \beta$
$b \to \beta$
$b \to \gamma$
$c \to \beta$
$c \to \delta$
$d \to \delta$
$d \to \eta$
$e \to \gamma$
$e \to \epsilon$
$f \to \epsilon$
$f \to \vartheta$
$g \to \alpha$
$g \to \zeta$
$h \to \zeta$
$h \to \eta$
$i \to \eta$
$i \to \vartheta$
$k \to \delta$
$k \to \epsilon$

ifib
Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)

Offene Mengen in $\mathcal{DT}op$

Charakteristik:
Kein Pfeil geht
von aussen in die
Menge hinein.



	A	B	C
a	x		
b		x	
c	x	x	
d	x		x
e		x	
f			x
g	x		
h	x		
i			x
k		x	x

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k
α	x						x			
β	x	x	x							
γ		x			x					
δ			x	x						x
ϵ					x	x				x
ζ							x	x		
η				x				x	x	
ϑ						x			x	

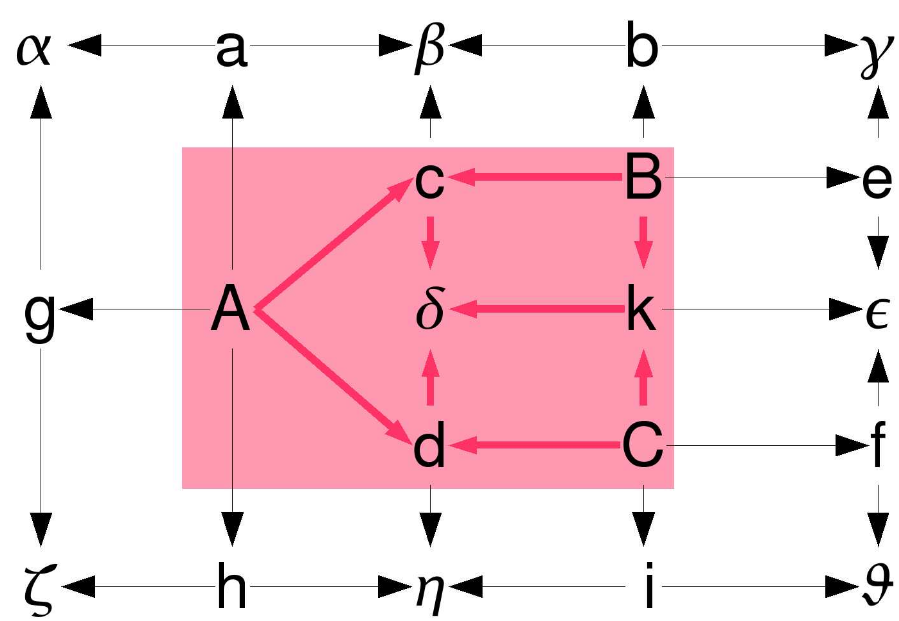
$A \to a$
$A \to c$
$A \to d$
$A \to g$
$A \to h$
$B \to b$
$B \to c$
$B \to e$
$B \to k$
$C \to d$
$C \to f$
$C \to i$
$C \to k$
$a \to \alpha$
$a \to \beta$
$b \to \beta$
$b \to \gamma$
$c \to \beta$
$c \to \delta$
$d \to \delta$
$d \to \eta$
$e \to \gamma$
$e \to \epsilon$
$f \to \epsilon$
$f \to \vartheta$
$g \to \alpha$
$g \to \zeta$
$h \to \zeta$
$h \to \eta$
$i \to \eta$
$i \to \vartheta$
$k \to \delta$
$k \to \epsilon$

Norbert Paul + Patrick Erik Bradley

ifib Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)

Offene Mengen in $\mathcal{DT}op$

Charakteristik:
Kein Pfeil geht
von aussen in die
Menge hinein.



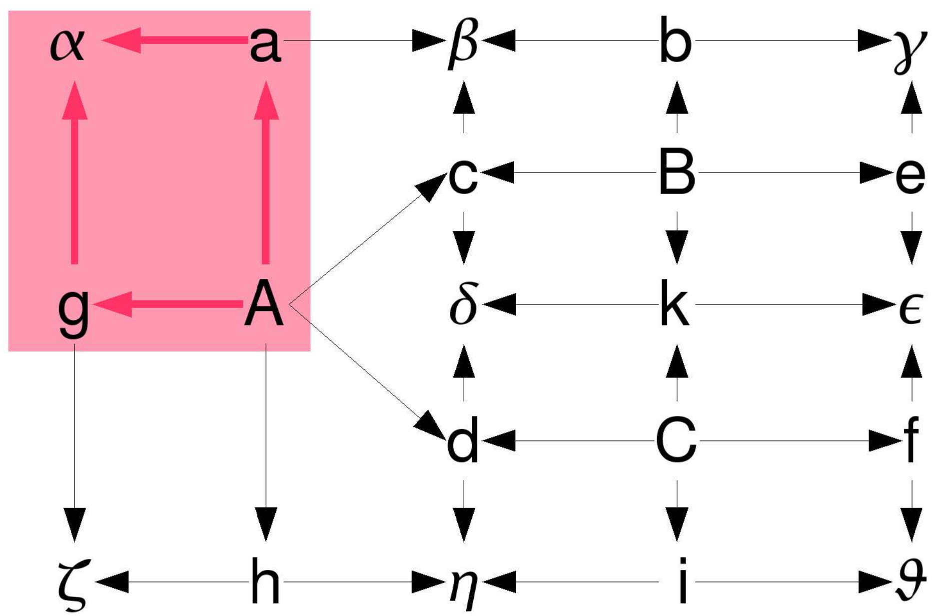
	A	B	C
a	x		
b		x	
c	x	x	
d	x		x
e		x	
f			x
g	x		
h	x		
i			x
k		x	x

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k
α	x						x			
β	x	x	x							
γ		x			x					
δ			x	x						x
ϵ					x	x				x
ζ							x	x		
η				x				x	x	
ϑ						x			x	

$A \to a$
$A \to c$
$A \to d$
$A \to g$
$A \to h$
$B \to b$
$B \to c$
$B \to e$
$B \to k$
$C \to d$
$C \to f$
$C \to i$
$C \to k$
$a \to \alpha$
$a \to \beta$
$b \to \beta$
$b \to \gamma$
$c \to \beta$
$c \to \delta$
$d \to \delta$
$d \to \eta$
$e \to \gamma$
$e \to \epsilon$
$f \to \epsilon$
$f \to \vartheta$
$g \to \alpha$
$g \to \zeta$
$h \to \zeta$
$h \to \eta$
$i \to \eta$
$i \to \vartheta$
$k \to \delta$
$k \to \epsilon$

Offene Mengen in $\mathcal{DT}op$

Charakteristik:
Kein Pfeil geht
von aussen in die
Menge hinein.



	A	B	C
a	x		
b		x	
c	x	x	
d	x		x
e		x	
f			x
g	x		
h	x		
i			x
k		x	x

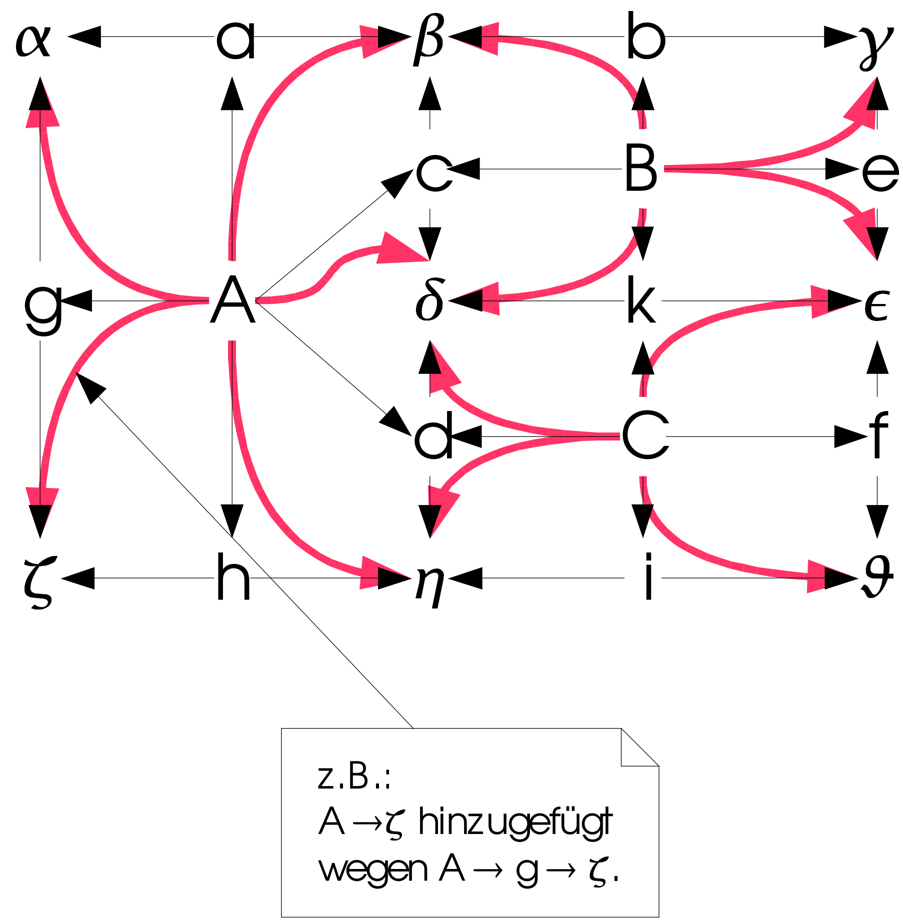
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k
α	x						x			
β	x	x	x							
γ		x			x					
δ			x	x						x
ϵ					x	x				x
ζ							x	x		
η				x				x	x	
ϑ						x			x	

$A \to a$
$A \to c$
$A \to d$
$A \to g$
$A \to h$
$B \to b$
$B \to c$
$B \to e$
$B \to k$
$C \to d$
$C \to f$
$C \to i$
$C \to k$
$a \to \alpha$
$a \to \beta$
$b \to \beta$
$b \to \gamma$
$c \to \beta$
$c \to \delta$
$d \to \delta$
$d \to \eta$
$e \to \gamma$
$e \to \epsilon$
$f \to \epsilon$
$f \to \vartheta$
$g \to \alpha$
$g \to \zeta$
$h \to \zeta$
$h \to \eta$
$i \to \eta$
$i \to \vartheta$
$k \to \delta$
$k \to \epsilon$

Norbert Paul + Patrick Erik Bradley

ifib
Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)

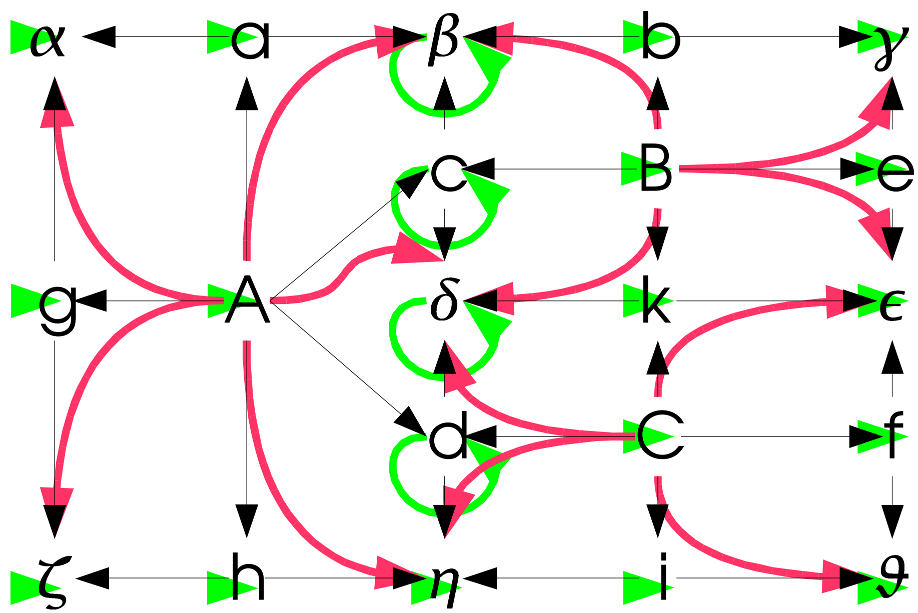
Transitive Hülle einer Relation:



$R^+ = R \cup R^2 \cup \ldots =$

Hinzufügen von direkten
Verbindungen
für alle indirekt
verbundenen Knoten.

Transitive und reflexive Hülle einer Relation:

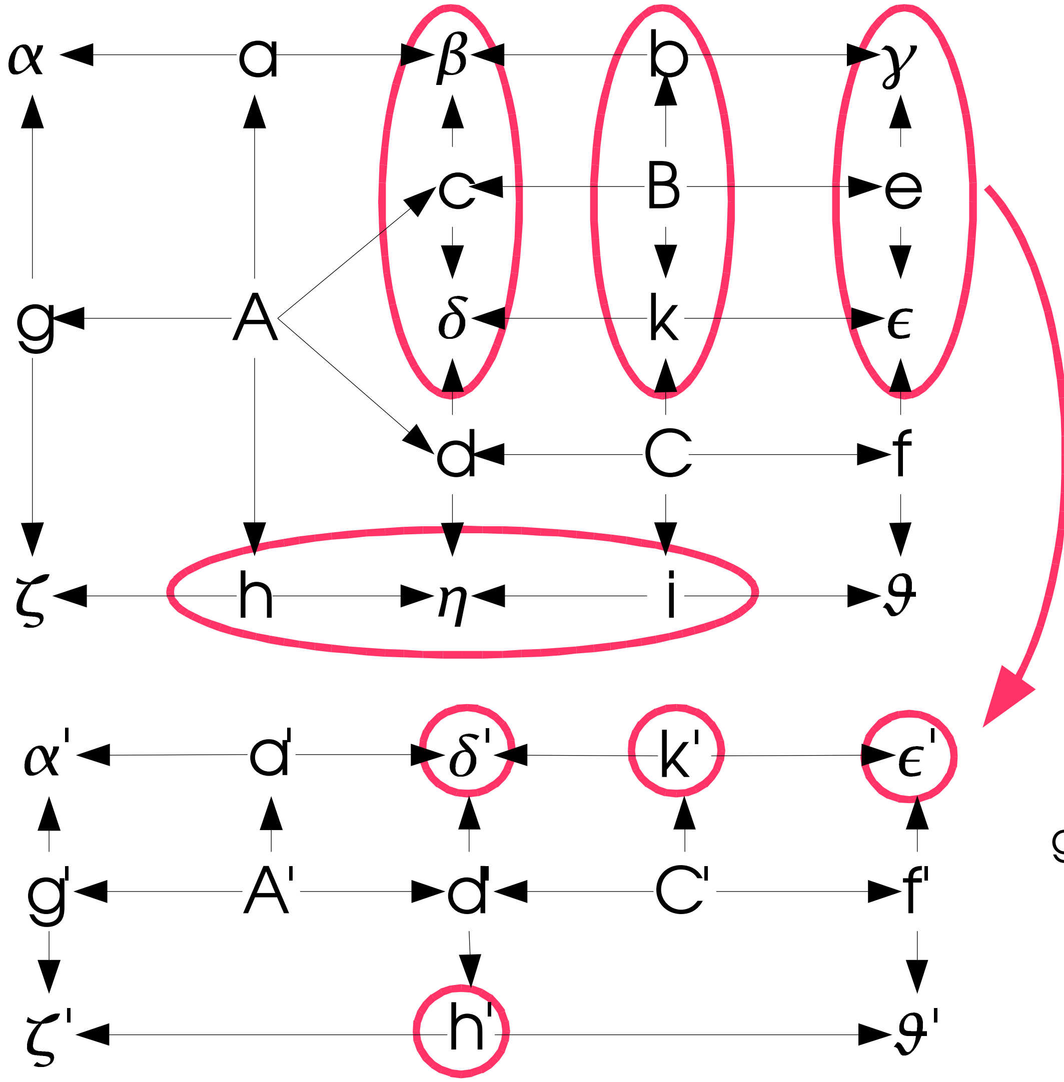


$R^* = R^0 \cup R^+ =$

Fügt man der transitiven Hülle noch für jeden Knoten a die Schleife a→a hinzu, spricht man von der transitiven und reflexiven Hülle R*

Norbert Paul + Patrick Erik Bradley

Stetige Abbildungen in $\mathcal{D}top$



Beispiel:
f:Werkplan→Entwurfsplan

Stetigkeitskriterium:

$f:(X, \mathcal{T}_R) \to (Y, \mathcal{T}_S)$

genau dann stetig in $\boldsymbol{Top}$, wenn

$a\,R\,b \Rightarrow f(a)\,S^*\,f(b)$

also

$(f \otimes f)(R) \subseteq S^*$

Norbert Paul + Patrick Erik Bradley

Stetigkeit und relationale Algebra

- Satz:

  Eine Abfragesprache, welche Stetigkeit in $\boldsymbol{DTop}$ entscheiden kann, kann für ein beliebiges Paar (a,b) $\in X^2$ entscheiden, ob es in der transitive Hülle R^+ einer Relation $R \subseteq X^2$ liegt.

- Beweis:

  Erzeuge aus (a,b) die Menge Y:={a,b} und die Relation S:={(a,b)}.

  Teste, ob die Injektion $i : (Y,S) \rightarrow (X, R)$ stetig ist.

  Genau dann gilt $S \subseteq R^*$ und somit $(a,b) \in R^*$.

  Also kann $a R^* b$ entschieden werden.

  Dann auch $a R^+ b$ mit $(a \neq b \vee aRb) \wedge (a=b \vee aR^*b)$.

- Folgerung:

  Für viele Abfragen topologischer Eigenschaften ist die Berechnung der transitiven Hülle notwendig.

  Z.B. durch **`start with ... join by ...`** - Abfragen in Oracle-SQL.

Norbert Paul + Patrick Erik Bradley

ifib
Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)

Beispiel: Raum-Zeit-GIS

- Ausgangslage: Eine Familie von verschiedenen Polygon-„topologien" einer Region zu jeweils verschiedenen Zeiten:
  - Zwei benachbarte Grundstücke A und B werden zusammengefasst.
  - Dabei wird A vergrößert und B verschwindet.
  - Ziel: Speichern dieses Ablaufs so dass
    - die für jeden Zeitpunkt geltenden Polygone abgefragt werden können
    - unveränderte Objekte nicht redundant gespeichert werden
    - die Identität von Objekt A trotz veränderter Geometrie erhalten bleibt

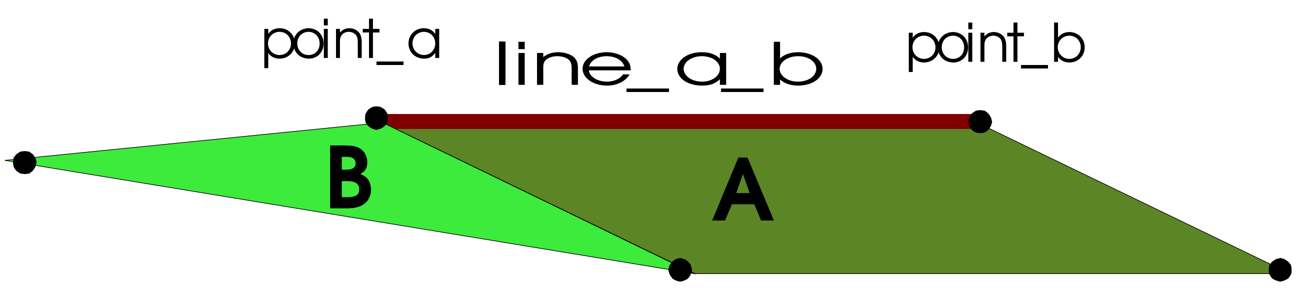
Anfangszustand

Table CELL

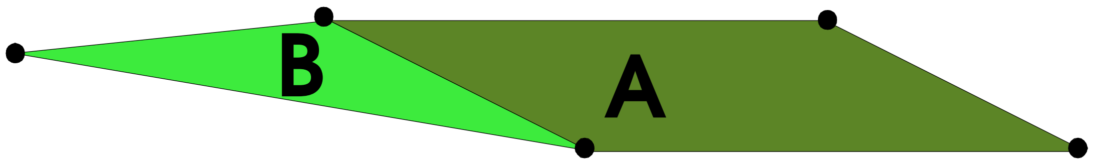
ID	dim
line_a_b	1
point_b	0
point_a	0

Table BOUNDARY

X	dimX	Y	dimY
line_a_b	1	point_b	0
line_a_b	1	point_a	0



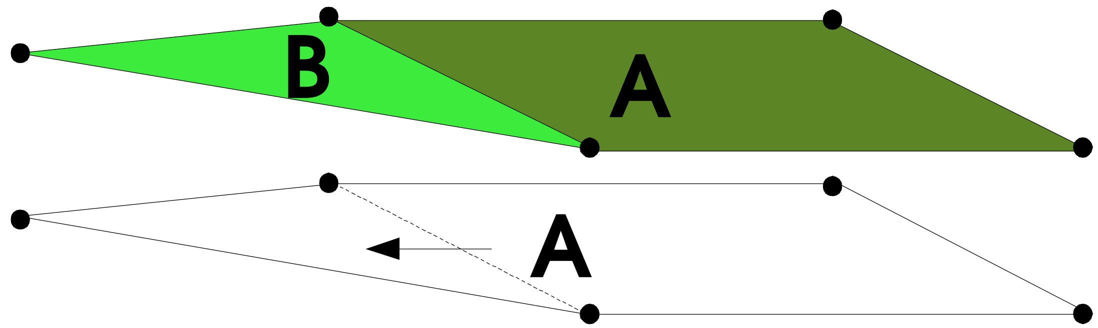
Anfangszustand: Nachbarn A und B



Norbert Paul + Patrick Erik Bradley

ifib
Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)

Ereignis: A kauft B

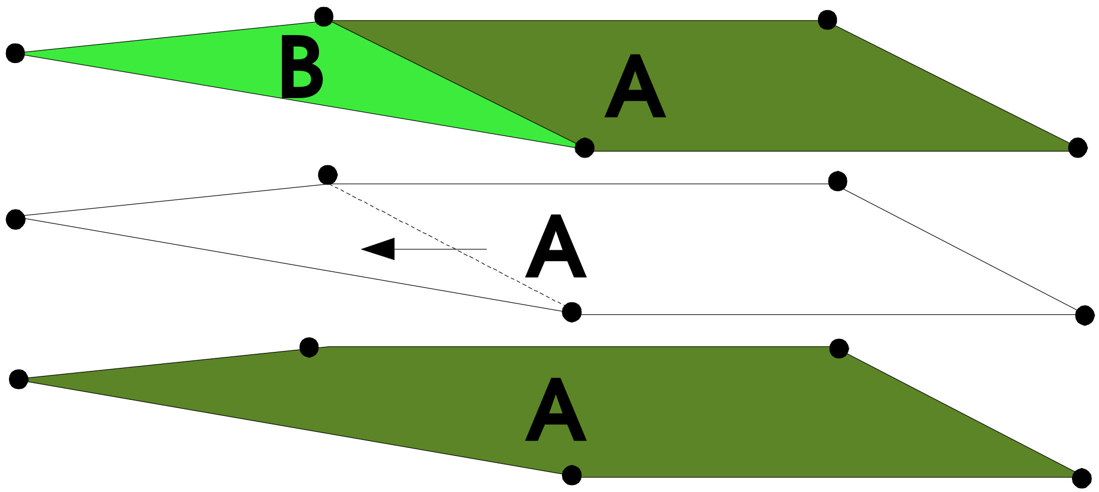


Norbert Paul + Patrick Erik Bradley

debian POWERED

ifib
Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)

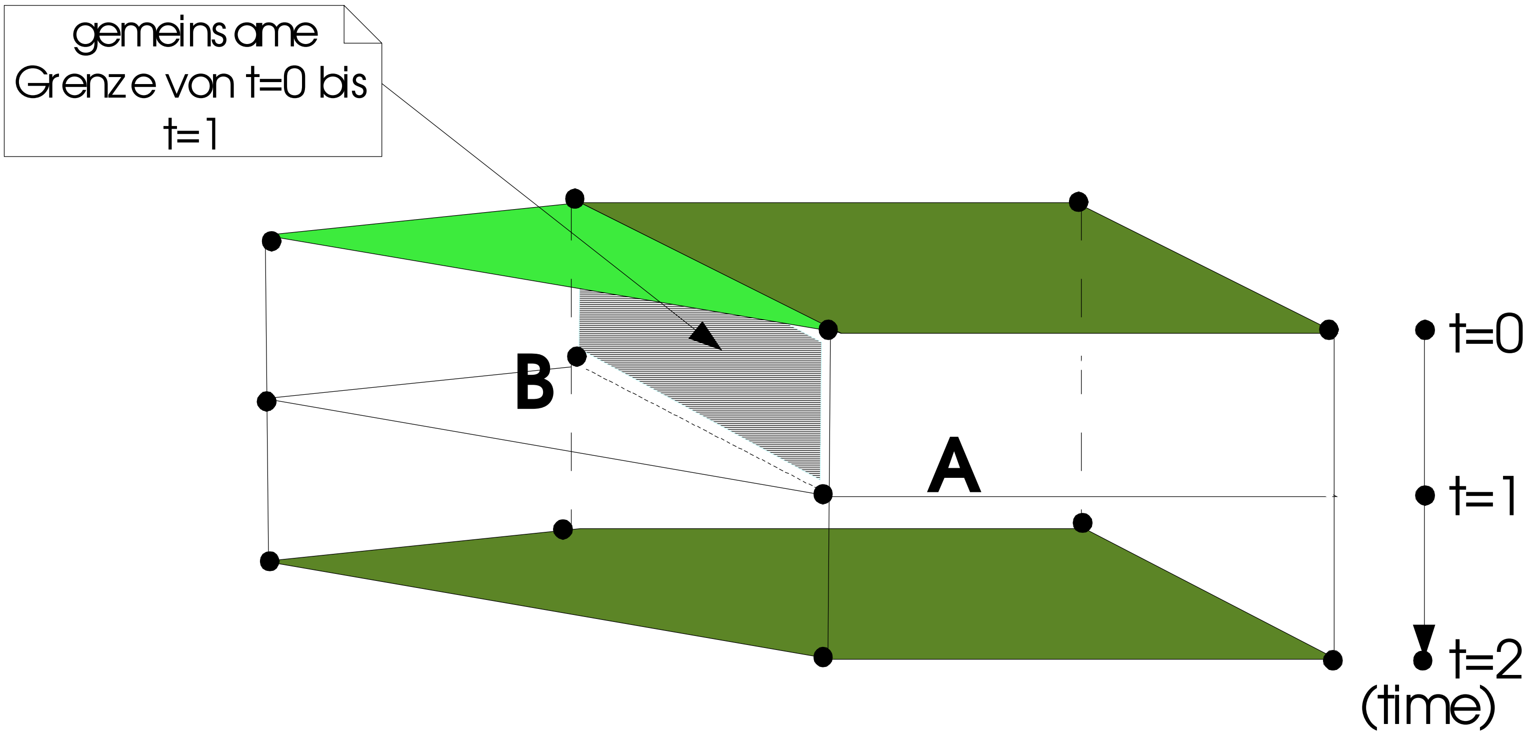
Endzustand: A ist größer



Norbert Paul + Patrick Erik Bradley

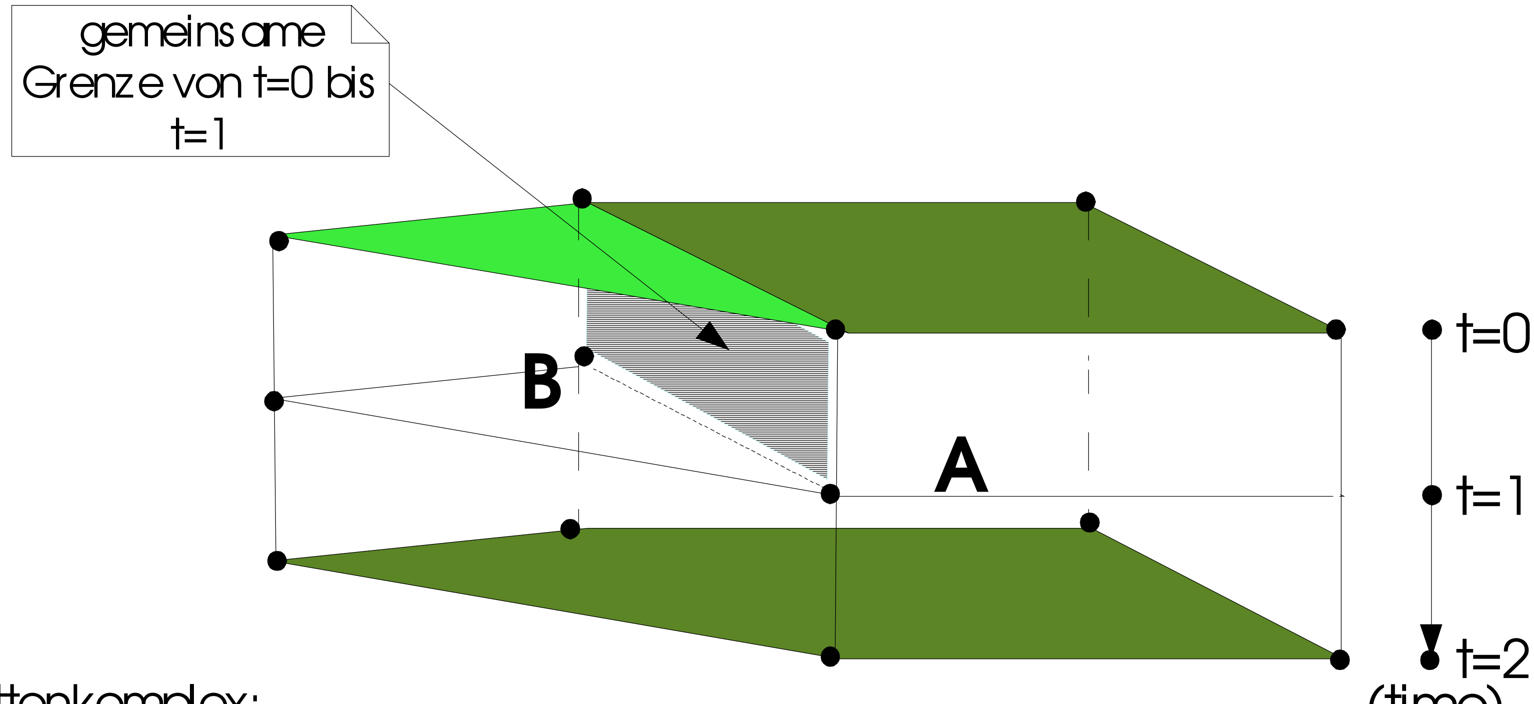
ifib
Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)

Raum-Zeit-Komplex

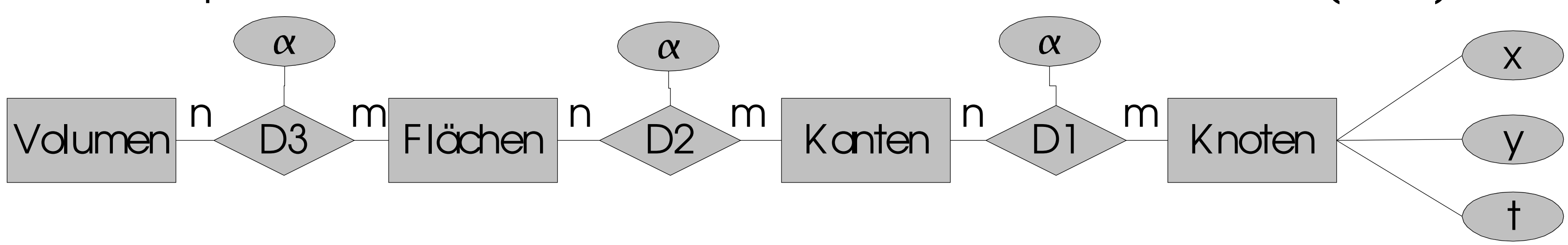


$$\text{Volumen} \xrightarrow{\partial} \text{Flächen} \xrightarrow{\partial} \text{Kanten} \xrightarrow{\partial} \text{Knoten}$$

Raum-Zeit-Komplex mit Darstellung in *DKetKomp*



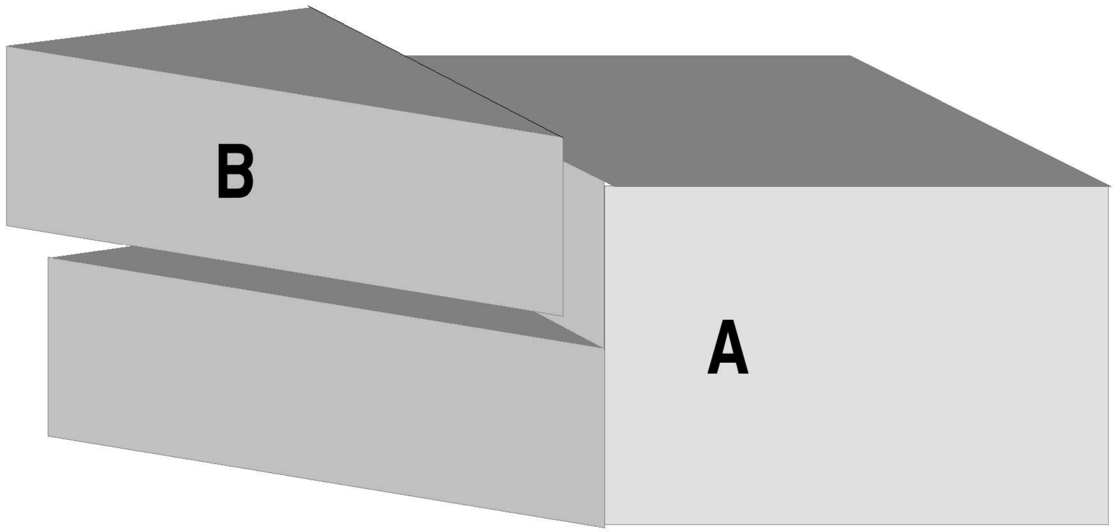
Kettenkomplex:



Norbert Paul + Patrick Erik Bradley

ifib
Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)

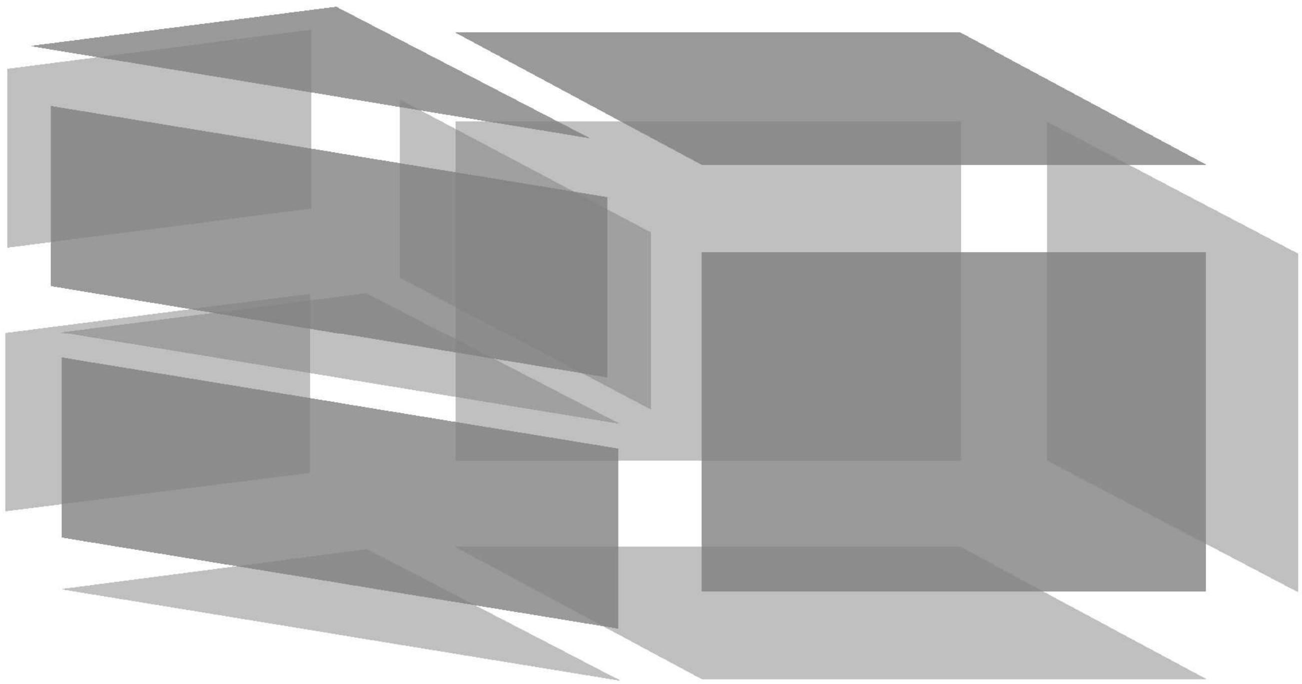
Volumen (= Fläche × Zeitintervall)



Norbert Paul + Patrick Erik Bradley

ifib
Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)

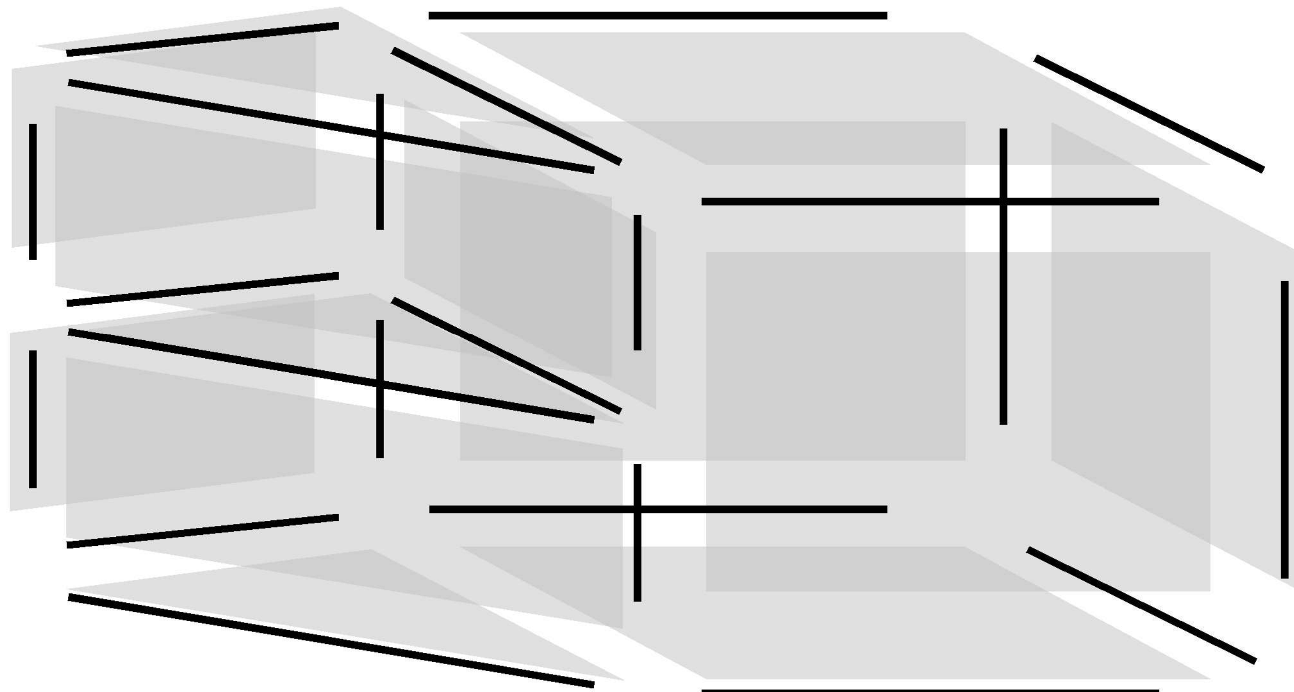
Flächen (Fläche ×Zeitpunkt bzw. Kante × Zeitintervall)



Norbert Paul + Patrick Erik Bradley

ifib
Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)

Linien (Linie ×Zeitpunkt bzw Eckpunkt × Zeitintervall)

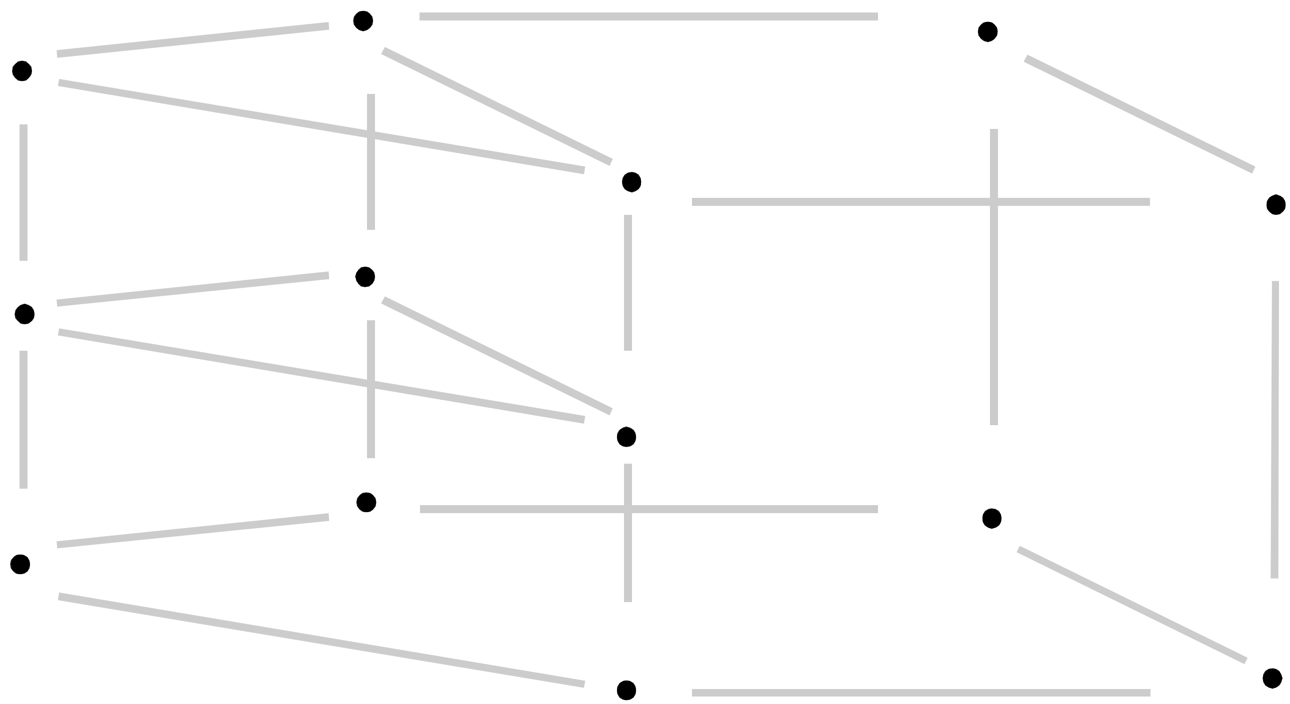


Norbert Paul + Patrick Erik Bradley

debian POWERED

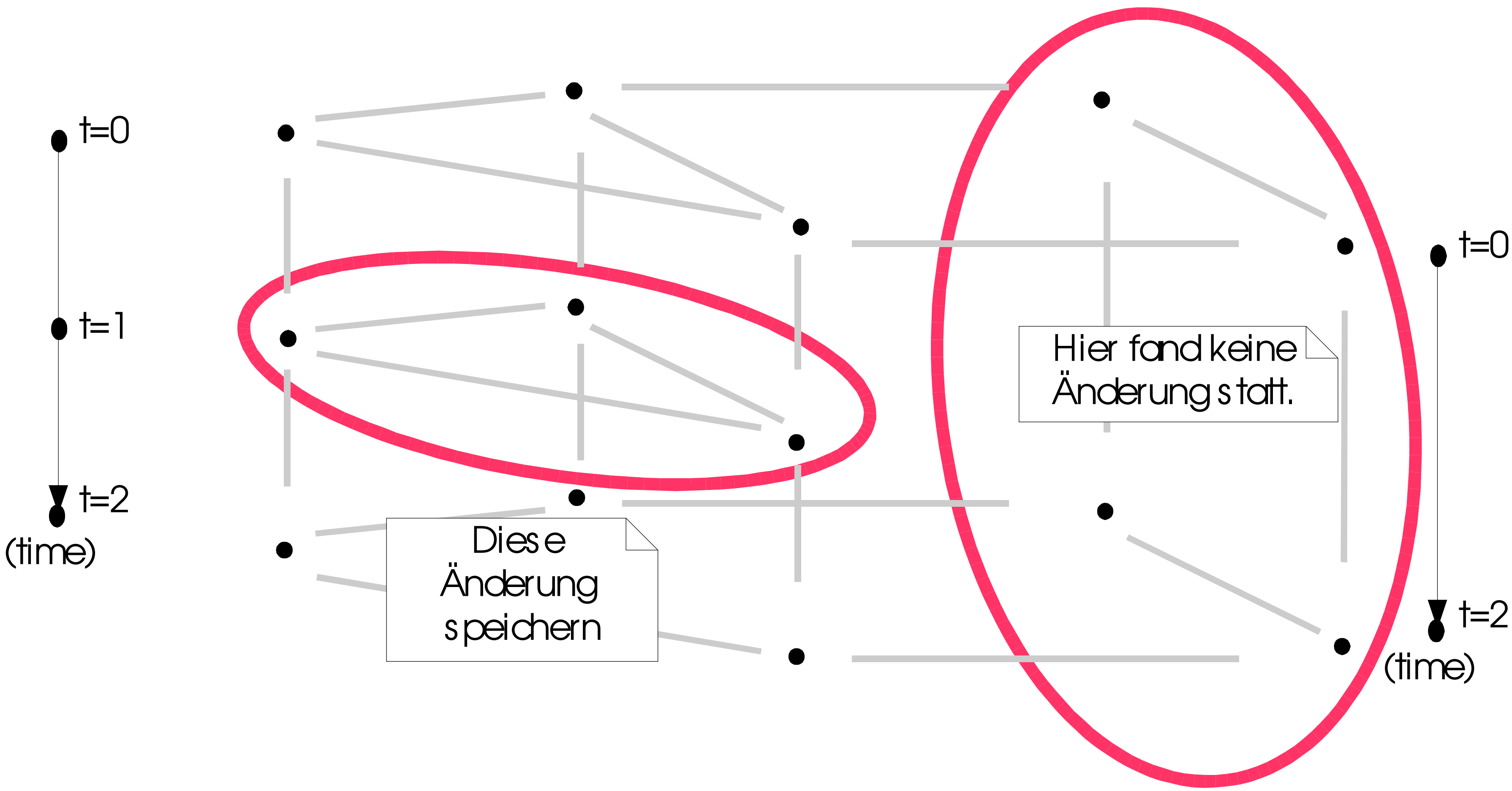
ifib
Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)

Punkte (Eckpunkt × Zeitpunkt)



Norbert Paul + Patrick Erik Bradley

Nur Veränderung speichern und Redundanz vermeiden

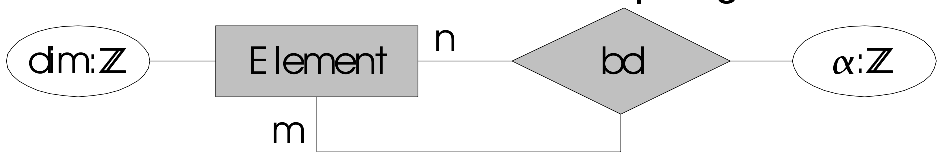


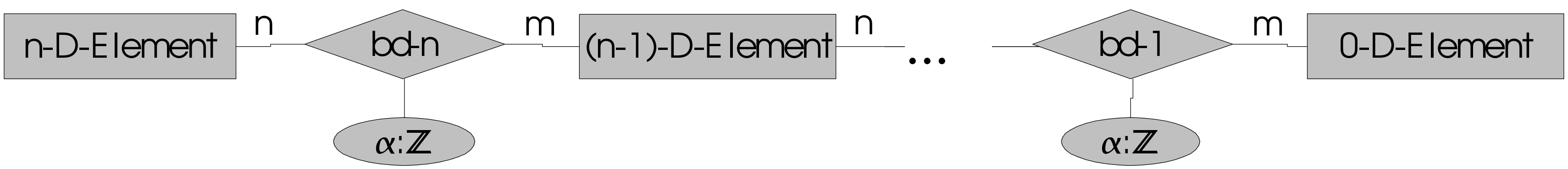
Norbert Paul + Patrick Erik Bradley

ifib
Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)

Zusammenfassung

- Einfache Datenbankschemata für alle topologischen Informationen:





- statisches Datenbankschema bei beliebiger dynamischer Dimension
  - Folge: Auch 37-D-Topolgien sind kein Problem
- Einzige Voraussetzungen
  - Endliche Anzahl von Elementen
  - transitive Hülle, falls die Dimension nicht beschränkt wird.
- Topologische Eigenschaften DIME, QuadView, IfcTopologyRessources, etc. sind immer auf $DTop$ oder $DKetKomp$ reduzierbar.
- Geeignet als formale Grundlage zur Integration von GIS und Gebäudemodellen.

ifib Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)

Historisches: Topolgie – Relationen (Alexandroff 1937)

Bereits 1937 war der Zusammenhang Topolgie und Relation bekannt:

> **2.** Der Inhalt des Begriffes «diskreter Raum» wird vom allgemein-mengentheoretischen Standpunkt aus durch folgenden Satz klargemacht:
>
> I. *Ein diskreter T_0-Raum* [5] *D wird zu einer teilweise geordneten Menge, wenn man für je zwei Punkte p und p' von D dann und nur dann*
>
> $$p' < p \qquad (1)$$
>
> *setzt, wenn*
>
> $$p' \varepsilon \overline{p} \qquad (2)$$
>
> *ist. Umgekehrt lässt sich jede teilweise geordnete Menge D als ein diskreter T_0-Raum auffassen: man setzt (2), wenn entweder $p' = p$ oder (1) gilt, und definiert für jede nicht leere Teilmenge M von D die abgeschlossene Hülle als Summe der ab geschlossenen Hüllen der einzelnen Punkte von M, während für die leere Menge 0 definitionsgemäss $\overline{0} = 0$ gesetzt wird.*

Anmerkungen:

- Zum Begriff: Diese «diskreten Räume» heißen heute «Alexandroff-Räume»
- Zu (1): In ***DTop*** sagen wir p R* p' statt p' < p.
- R^{*T} bzw. „<" heißt in der englischen Literatur oft „specialization preorder".

ifib
Institut für Industrielle Bauproduktion
Prof. Dr. N. Kohler
Universität Karlsruhe (TH)