**Topologische Grundlagen diagrammatischer Ordnungsmuster** Linz, 27.3.2019 V.2

gerhard.dirmoser@gmail.com

Abstract

In meinem Beitrag soll dargelegt werden, inwieweit topologische Relationen-Typen (der Lagebeziehungen) geeignet sind, diagrammatische Ordnungsmuster näher zu fassen. Diesem Versuch wird eine Diagramm-Sammlung zugrunde gelegt, die Material zu 1800 KünstlerInnen bietet.

Die Robustheit dieser Ordnungsmuster soll mit Hilfe der Gummimatte einem Härtetest unterzogen werden, um aufzuzeigen, welche Verflüssigungen/Transformationen ästhetisch fruchtbar gemacht werden können, aber auch um zu ermitteln, welche kontinuierlichen Verschiebungen repräsentationstechnische Grundannahmen destruieren.

Als Ausgangspunkt dienen ‚Angewandte Topologien', wie sie ab den 1990er Jahren für GIS- und CAAD/CAM-Systeme implementiert wurden. Über diese Regelwerke kann das Spannungsfeld von Geometrie und Topologie (die ja von konkreten Formen absieht) anschaulich thematisiert werden.

Anhand dieser konstellativen Zugänge soll auch angedacht werden, wie (mit Petra Gehring u. Michel Serres) Topologie - als strukturelles Fundament- Sinn-Zusammenhäng grundiert.

**Topologische Grundlagen diagrammatischer Ordnungsmuster**

In meinem Beitrag soll dargelegt werden, inwieweit topologische Relationen-Typen (der Lagebeziehungen) geeignet sind, diagrammatische Ordnungsmuster näher zu fassen. Diesem Versuch wird eine Diagramm-Sammlung zugrunde gelegt, die Material zu 1800 KünstlerInnen bietet. ......... Das Topologie-Interesse lässt sich nur im Kontext klären.

Die Robustheit dieser Ordnungsmuster soll mit Hilfe der Gummimatte einem Härtetest unterzogen werden, um aufzuzeigen, welche Verflüssigungen/Transformationen ästhetisch fruchtbar gemacht werden können, aber auch um zu ermitteln, welche kontinuierlichen Verschiebungen repräsentationstechnische Grundannahmen destruieren.

Als Ausgangspunkt dienen ‚Angewandte Topologien', wie sie ab den 1990er Jahren für GIS- und CAAD/CAM-Systeme implementiert wurden. Über diese Regelwerke kann das Spannungsfeld von Geometrie und Topologie (die ja von konkreten Formen absieht) anschaulich thematisiert werden.

Anhand dieser konstellativen Zugänge soll auch angedacht werden, wie (mit Petra Gehring u. Michel Serres) Topologie - als strukturelles Fundament - Sinn-Zusammenhäng grundiert.

(Abb.1)

---

Da ich seit 2002 immer wieder kleinere Ausflüge in das weite Feld der Topologie zu unternehmen hatte, ließen die verschiedenen Veranstaltungen um das Leitthema *„wie man mit dem Gummihandschuh philosophiert"* (mit Sarah Kolb) die Hoffnung aufkommen, endlich tiefer in diese sehr mathematischen Fragestellungen einsteigen zu können.

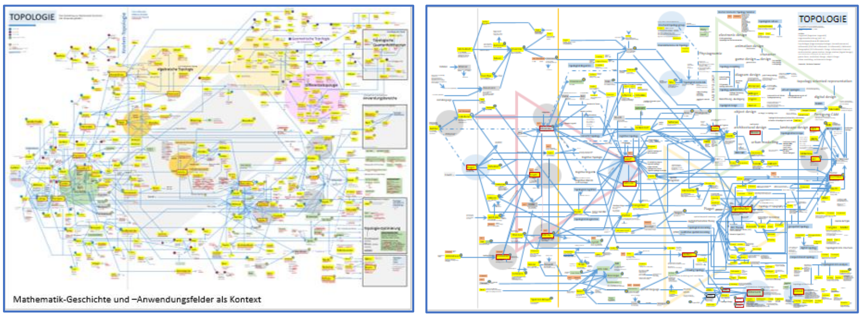
Wie es der Zufall so wollte, hatte ich Dezember 2018 im Salzamt die Ausstellung „art diagrams in context" auszurichten. So konnte man erste Fragen direkt an die Exemplare meine Sammlung richten. Dabei wurde sehr schnell klar, daß es sich bei der Topologie (ähnlich wie bei der Gestalttheorie) um ein sehr abstraktes Grundlagen-Thema handelt. Unter den ca. 700 ausgestellten Diagrammen konnte ich kein Exemplar identifizieren, das explizit auf Topologie-Fragestellungen einging, oder entsprechende Hinweise im Titel des Werks anbieten konnte.


(Abb.2)

Vor allem die Studien zum Thema ‚Plurale Bildlichkeit" (2010) im Umfeld von Felix Thürlemann und David Ganz boten erste Fingerzeige dafür, daß nun auch für die Diagrammatik-Studien ein Komplex an Topologie-Fragen anstehen könnte.
So verstand ich auch den Beitragstitel ‚**Topologie des Bildes**. **Im Plural und im Singular**' von Wolfram Pichler als klaren Hinweis darauf, daß nun das Zueinander von Bildern, aber auch das Zueinander einzelner Bildelemente topologisch gefaßt werden sollte.

Sehr spannend war, daß nun die Bild/Objekt-‚Clusterung' - wie im berühmten Mnemosyne-Atlas von Aby Warburg - in den Fokus der Untersuchungen kam. Immerhin handelt es sich bei ‚Clusterungen' um einen der Hauptkategorien meiner Diagramm-Sammlung.

Da die notwendigen Mathematik-Kenntnisse im Laufe der Jahre völlig überdeckt wurden, war in einem ersten Schritt zu klären, mit welchen Teilbereichen der Topologie wir es hier zu tun haben könnten.
Außerdem galt es Anwendungsfelder abzustecken und Personen (in den Feldern der Theorie & Künste) zu suchen, die sich in ihren Studien und Kunstwerken direkt auf die Topologie beziehen.



(Abb.3)

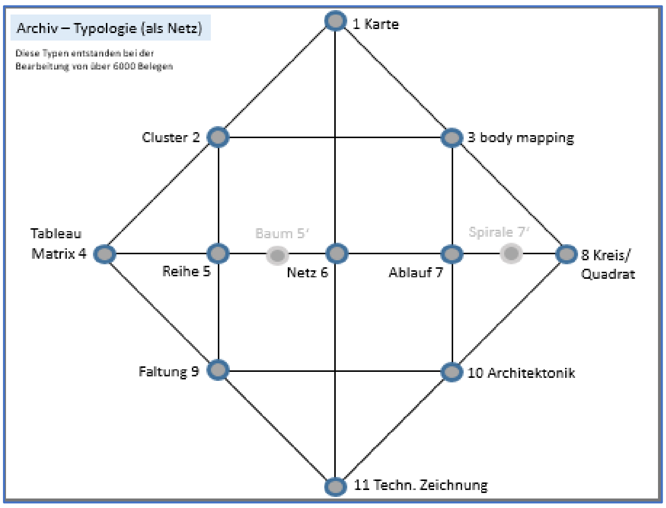
Auch wenn es nur zu einer Überblicksdarstellung der Mathematik-Geschichte (zu Topologie u. Graphentheorie) gereicht hat, kann man mit diesen beiden Überblicksplakaten in etwa nachzeichnen, auf welche Schlüssel-personen immer wieder Bezug genommen wird, aber auch welche Bereiche praktisch nie im Detail zitiert werden.

---

Nach dieser kurzen Einführung möchte ich nun mit dem ersten Hauptteil beginnen

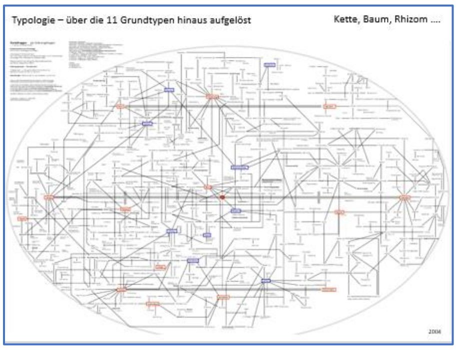
In meinem Beitrag soll dargelegt werden, inwieweit topologische Relationen-Typen
(der Lagebeziehungen) geeignet sind, diagrammatische Ordnungsmuster näher zu fassen.

Im Schnellverfahren soll nun meine Auffassung der ‚**diagrammatischen Ordnungsmuster**' vermittelt werden. Bei der Bearbeitung und Einordnung von über 6000 Diagramm-Belegen, haben sich im Rahmen der Archiv-Arbeit folgende 11 Grundtypen als sehr praktikabel erwiesen. An dieser Typologie halte ich seit 2003 fest. Lediglich die Baum-Diagramme wurden aus quantitativen Überlegungen aus der Netz-Kategorie (in eigene Mappen) herausgelöst. Karte, Reihe, Baum, Netz, techn. Zeichnung sind im gängigen Sinne zu verstehen. Kreis/Quadrat-Schemen wurden in der Kunsthistorik gefaßt. Als Cluster kann jede geordnete Versammlung verstanden werden, die mit räumlicher Nähe arbeitet (man denke an den Mnemosyne-Atlas). Weitere Erklärung ergeben sich dann später.

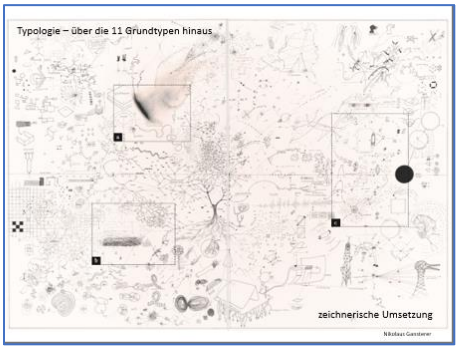


(Abb.4)

Diese Typologie kann man bei Bedarf viel feiner auflösen, was 2004 in ausführlicher Form absolviert wurde. Nur Begriffe die man auch zeichnen konnte (wie zB. Kette, Baum, Rhizom, … ) wurden zugelassen.



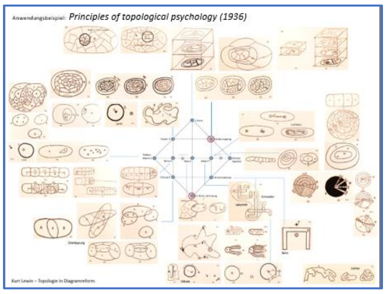
(Abb. 5)



(Abb. 6)

Die zeichnerische Umsetzbarkeit dieser ‚Denkfiguren' hat Nikolaus Gansterer in seinem Buch [Drawing a Hypothesis – Figures of Thought] eindrucksvoll belegt. Dieses verbalbegriffliche Netz wurde von ihm 1:1 in eine komplexe Zeichnung überführt. Das Ergebnis liegt dem Buch als Plakat bei.

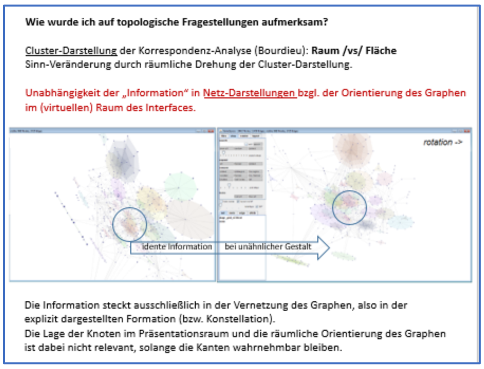
Anhand der Diagramme von Kurt Lewin, zu finden in seinem Buch [Principles of topological psychology] (1936), soll kurz angedeutet werden, wie die 11 Grundtypen im Detail angewendet werden können. (Abb. 7)



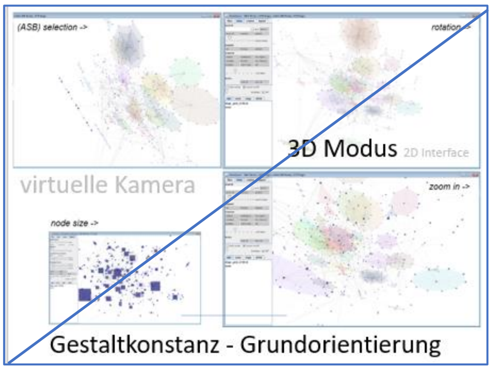
(Abb. 7)

## Wie wurde ich auf topologische Fragestellungen aufmerksam?

Anhand der von Pierre Bourdieu [in: Die feinen Unterschiede] vorgestellten Diagramme seiner Korrespondenzanalysen, wurde in den 90er Jahren vielfach diskutiert, ob es nicht besser wäre, die visualisierten Zusammenhänge auch explizit per Verbindungslinien einzuzeichnen, um einer Überinterpretation von räumlich dargestellter Nähe vorzubeugen.



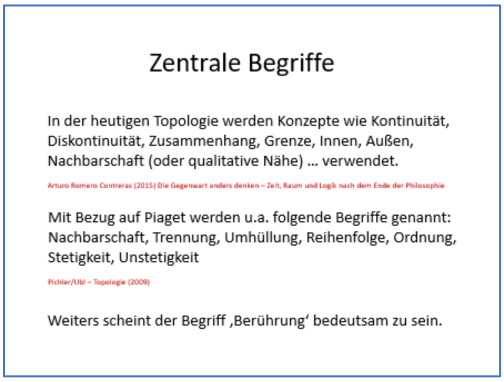
(Abb. 8)



(Abb. 9)

Ganz augenscheinlich konnte man diese Interpretationseffekte mit Hilfe der räumlichen Darstellung von semantischen Netzen studieren und vermitteln. Durch die Rotation der Netzgebilde kamen sich - auch über weite Distanzen vernetzte Knoten - am Interface sehr nahe. Durch das Ausblenden der Netzkanten konnte man dabei studieren, wie wir diese Begriffskonstellationen fehllesen. *Später dazu mehr ….*

Nach den ersten Vermittlungsversuchen zu diesen 11 Ordnungsmustern, werden nun die notwendigen Begriffe der Topologie ins Spiel gebracht.
So schreibt zB. Arturo Romero Contreras: In der heutigen Topologie werden Konzepte wie Kontinuität, Diskontinuität, Zusammenhang, Grenze, Innen, Außen, Nachbarschaft (oder qualitative Nähe) … verwendet.



(Abb. 10)

Bei Stefano Cochetti findet man Piaget/Inhelder wie folgt zitiert:

(1) Nähe o. Benachbartsein
(2) Trennung o. Getrenntsein
(3) Reihenfolge o. Aufeinanderfolgen o. Nacheinandersein
(4) Umgeben u. Umschlossensein
(5) Kontinuität o. Kontinuierlichsein o. Stetigsein
(6) Diskontinuität o. Diskontinuierlichsein o. Unstetigsein.

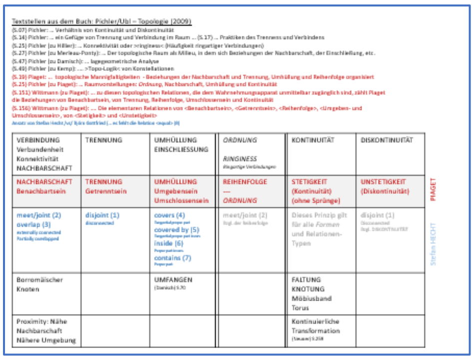
**I. 1. Der ontogenetische Anfang der Raumerfahrung nach Piaget**

**I. 1. 1. Topologie**

Die elementarste Raumerfahrung, die auf einer ontogenetischen Ebene feststellbar ist, ist die Relation der Nähe oder des „Benachbartseins" (Piaget/Inhelder 1975: 25, 74f., 110). Die zweitelementarste Raumerfahrung ist die Relation der Trennung oder des „Getrenntseins" (Piaget/Inhelder 1975: 26, 75). Die dritte ist die der Reihenfolge oder des „Aufeinanderfolgens" (Piaget/Inhelder 1975: 26f., 75). Die vierte ist die des „Umgebens" oder „Umschlossenseins" (Piaget/Inhelder 1975: 26f., 75). Die fünfte und die sechste sind die der Kontinuität und der Diskontinuität bzw. der Stetigkeit und der Unstetigkeit (Piaget/Inhelder 1975: 27f., 75f.). Diese Relationen werden als Wahrnehmungen des Benachbartseins, des Getrenntseins, des Nacheinanderseins, des Umschlossenseins, des Kontinuierlich-Diskontinuierlichseins bzw. des Stetig-Unstetigseins erlebt.

Stefano Cochetti – Differenztheorie der Metapher

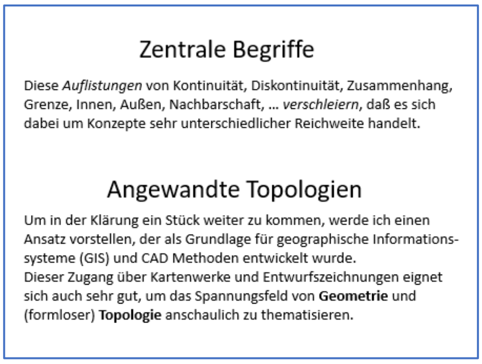
Anhand der Beiträge im Topologie-Buch von Pichler/Ubl läßt sich zeigen, daß die Piaget-Begrifflichkeit nach wie vor gerne verwendet wird.



Textstellen aus dem Buch: Pichler/Ubl – Topologie (2009)
(S.07) Pichler: ... Verhältnis von Kontinuität und Diskontinuität
(S.14) Pichler: ... ein Gefüge von Trennung und Verbindung im Raum ... (S.17) ... Praktiken des Trennens und Verbindens
(S.25) Pichler (zu Hiller): ... Konnektivität oder >ringiness< (Häufigkeit ringartiger Verbindungen)
(S.27) Pichler (zu Merleau-Ponty): ... Der topologische Raum als Milieu, in dem sich Beziehungen der Nachbarschaft, der Einschließung, etc.
(S.47) Pichler (zu Damisch): ... lagegeometrische Analyse
(S.49) Pichler (zu Kemp): ... >Topo-Logik< von Konstellationen
(S.19) Piaget: ... topologische Mannigfaltigkeiten - Beziehungen der Nachbarschaft und Trennung, Umhüllung und Reihenfolge organisiert
(S.25) Pichler (zu Piaget): ... Raumvorstellungen: Ordnung, Nachbarschaft, Umhüllung und Kontinuität
(S.151) Wittmann (zu Piaget): ... zu diesen topologischen Relationen, die dem Wahrnehmungsapparat unmittelbar zugänglich sind, zählt Piaget die Beziehungen von Benachbartsein, von Trennung, Reihenfolge, Umschlossensein und Kontinuität
(S.156) Wittmann (zu Piaget): ... Die elementaren Relationen von <Benachbartsein>, <Getrenntsein>, <Reihenfolge>, <Umgeben- und Umschlossensein>, von <Stetigkeit> und <Unstetigkeit>

| VERBINDUNG Verbundenheit Konnektivität NACHBARSCHAFT | TRENNUNG | UMHÜLLUNG EINSCHLIESSUNG | *ORDNUNG* *RINGINESS* | KONTINUITÄT | DISKONTINUITÄT | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| NACHBARSCHAFT Benachbartsein | TRENNUNG Getrenntsein | UMHÜLLUNG Umgebensein Umschlossensein | REIHENFOLGE --- *ORDNUNG* | STETIGKEIT (Kontinuität) (ohne Sprünge) | UNSTETIGKEIT (Diskontinuität) | PIAGET |
| meet/joint (2) overlap (3) externally connected Partially overlapped | disjoint (1) disconnected | covers (4) covered by (5) inside (6) contains (7) | meet/joint (2) | Dieses Prinzip gilt für alle *Formen* und Relationen-Typen | disjoint (1) Disconnected | Stefan HECHT |
| Borromäischer Knoten | | UMFANGEN | | FALTUNG KNOTUNG Möbiusband Torus | | |
| Proximity: Nähe Nachbarschaft Nähere Umgebung | | | | Kontinuierliche Transformation | | |

(Abb. 11)




(Abb. 12)

Aus eigener leidvoller Erfahrung kann ich berichten, daß die Anwendung der ersten drei Schlüsselbegriffe [Verbindung, Trennung, Einschließung] schnell an Grenzen stößt. Das bestätigen auch einige der kulturwissenschaftlichen Texte, die kaum über eine Auflistung dieser Begriffe hinauskommen, also nicht zur Anwendung im Rahmen konkreter Analysen schreiten.

Wie kann man ausgehend von diesen Begriffen konkreter weiter kommen?

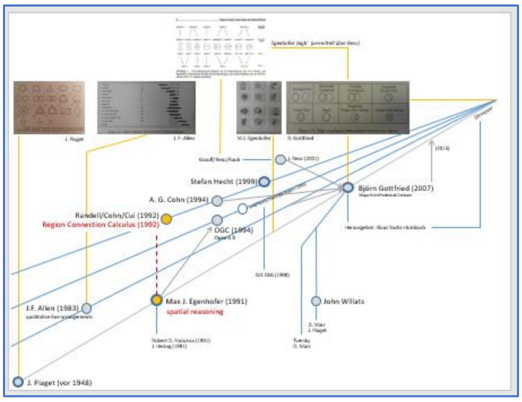
2015 brachte das Buch von Björn Gottfried [**Shape from Positional-Contrast**] den zentralen Hinweis für die Möglichkeit von mathematisch fundierten Detailanalysen. Die Bezugnahme auf Konzepte der GIS/CAD-Forschung war in zweifacher Hinsicht elektrisierend: Einerseits war ich seit 1998 als GIS-Informatiker tätig und anderseits wurden Repräsentationsfragen für <u>Karten</u> und <u>technische Zeichnungen</u> thematisiert. Es wurden also zwei Grundtypen der Diagramm-Sammlung ganz direkt und in umfassender Form repräsentiert.
Mit Hilfe der Darstellungen von Björn Gottfried kann also der Schritt in Richtung ‚Angewandte Topologien“ vollzogen werden.

Siehe Abstract: Als Ausgangspunkt dienen ‚Angewandte Topologien', wie sie ab den 1990er Jahren für GIS- und CAAD/CAM-Systeme implementiert wurden. Über diese Regelwerke kann das Spannungsfeld von Geometrie und Topologie (die ja von konkreten Formen absieht) anschaulich thematisiert werden.

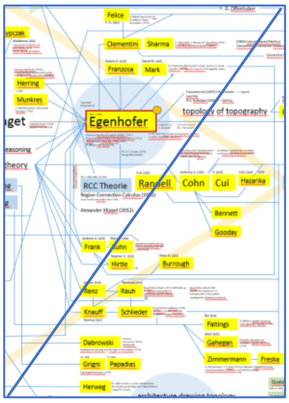
Erst im Zuge der Vorbereitung zu diesem Vortrag habe ich ausreichend Zeit gefunden, die von Björn Gottfried zitierten Autoren im Detail zu verfolgen. Dabei zeigt sich, daß die bis heute gültigen Grundlagen von zwei Forscher-Gruppen entwickelt wurden. Im Detail wären dabei über 30 Personen mit zu berücksichtigen.

Zentral sind die Ansätze zum ‚**spatial reasoning**“ von Max J. Egenhofer (1991) und
der sgn. ‚**Region Connection Calculus**' (RCC) von Randell/Cohn/Cuhn (1992).
Beide Konzepte haben die topologischen Grundlagen für die seit ca. 1998 am Markt dominierenden GIS-Systeme und deren Implementierung festgeschrieben. So können zB. im SmallWorld GIS die Topologie-Regeln – und damit *Verhaltensweisen* - für alle Geometrien jeder Objektklasse im Dialog eingerichtet werden.

‚




(Abb. 13)

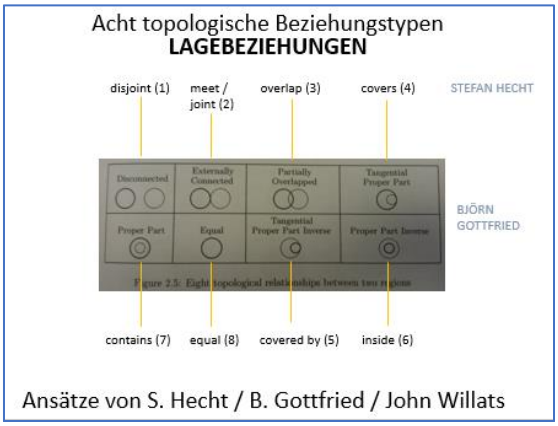



(Abb. 13-2)

Im Zuge der Recherche wurde auch klar, daß diese Autoren die Ansätze von Piaget/Inhelder höchst wahrscheinlich gekannt haben. In den historischen Würdigungen zu Egenhofer und RCC wird vielfach die Verbindung zu Piaget hergestellt.

Meine ersten detaillierten Darstellungsversuche haben sich (2009) auf WWW-Beiträge von Stefan Hecht bezogen. Auch dort hätte mir die Relevanz von ‚RCC‘ & Max Egenhofer bereits auffallen können. Die sehr technisch gehaltenen *paper* machten aber wenig Lust aufs Weiterlesen. Neun Jahre später sei dies nun nachgeholt.

Nach dieser historisch orientierten Einführung können wir nun die tabellarische Darstellung der topologischen Beziehungstypen von Björn Gottfried würdigen. Die Benennung dieser Beziehungstypen übernehme ich von Stefan Hecht, da diese besser auf die RCC-Benennung abgestimmt wurden.



(Abb. 14)

Dass Björn Gottfried seine Visualisierung aus der Literatur übernommen hat, kann über einige Schlüssel-Paper der RCC-Gruppe belegt werden.

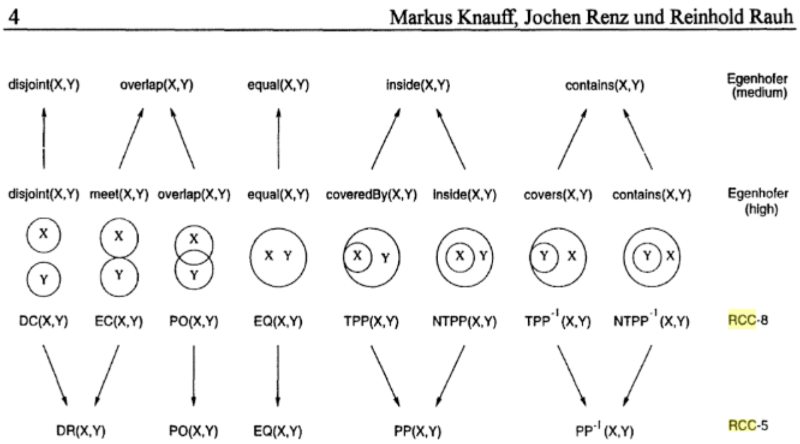
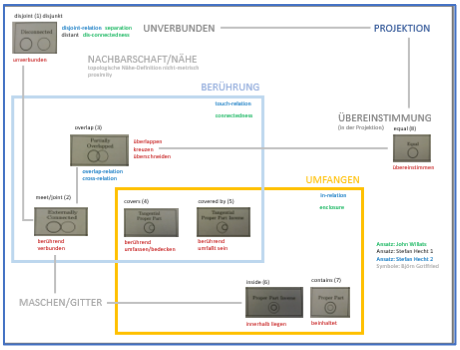


*Abbildung 1:* Zwei-dimensionale Beispiele für die Basisrelationen der RCC-Theorie und Egenhofers 9-intersection-Modell und ihre Beziehung zu den beiden Kalkülen mit nur fünf Relationen (RCC-5, medium resolution).

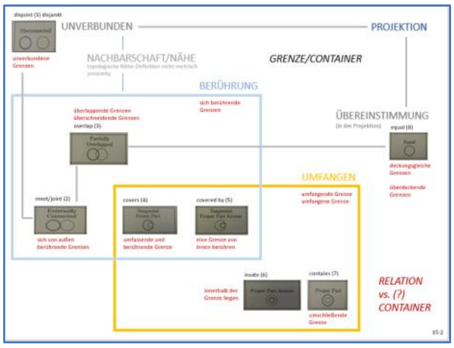
(Abb. 14-1)

Durch die Umgruppierung der acht Beziehungstypen, läßt sich nun einfach zeigen, warum die Begriffe ‚**Berührung**‘ und ‚**Umfangen**‘ eine zentrale Rolle spielen. Dadurch wird auch klar, daß neben der Vernetzung die räumliche Abgrenzung (als Container/Masche/Gitter) wesentliche Strukturierungsmöglichkeiten bietet.

Über die Begrifflichkeit der **Grenze** bzw. der Abgrenzung, eröffnet sich ein weitere wichtige Diskurs-Achse.
Im Beitrag von Kai Denker [Newtons Eimer] findet man eine pointierte Gegenüberstellung von Substanzialismus vs. Relationismus. Dabei wird ein relationales Verständnis von Raum forciert, das für den Container-Raum kein gutes Wort findet. Leider entgeht all den Container-kritischen Autoren, daß alle acht Relationen-Typen mit Hilfe der Grenz-Begrifflichkeit, eben gerade als Beziehung von umfangenden Strukturen beschrieben werden.
In ihrer Begeisterung für Netz-Strukturen (und die Graphentheorie) entstehen seltsame Befunde in Bezug auf räumliche Beinhaltungen. Dabei wird die topologische Beinhaltung mit metrischer Abbildung von Beinhaltung verwechselt.

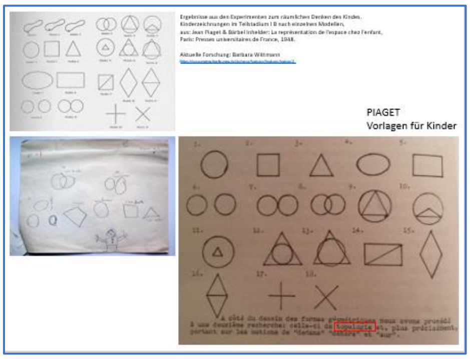



(Abb. 15)

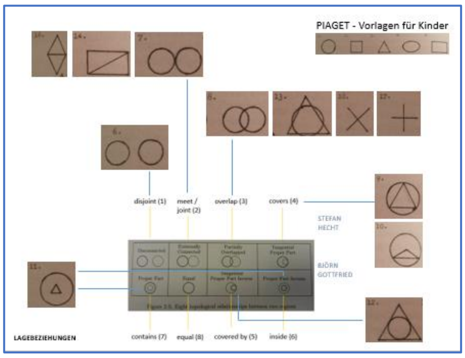



(Abb. 15-2)

Wenn man die Darstellung von Björn Gottfried (zu den topologischen Beziehungstypen) ausführlich studiert hat, dann erschließen sich die Piaget-Vorlagen für Kinderzeichnungen auf neue Weise. Es ist kaum zu fassen, daß diese *mathematischen Visualisierungen* ganz direkt für die Piaget/Inhelder-Experimente mit Kindern herangezogen wurden.




(Abb. 16)

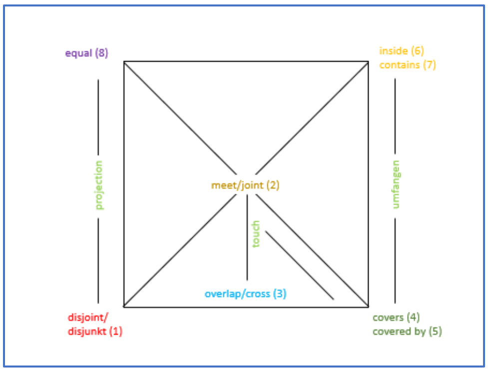



(Abb. 17)

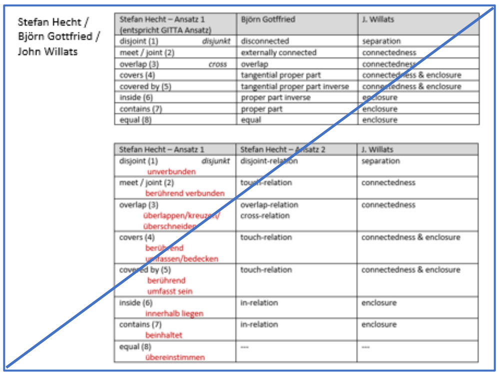
Aus zeitlichen Gründen werde ich den RCC-Ansatz für Punk/Linien/Flächen-Geometrien nicht weiter aufschlüsseln. An dieser Stelle sei lediglich auf eine der üblichen Darstellungen verwiesen.


(Abb. 18)

Wir sind nun in der Lage die 8 topologischen Beziehungstypen etwas kompakter darzustellen.




(Abb. 19)


Stefan Hecht /
Björn Gottfried /
John Willats

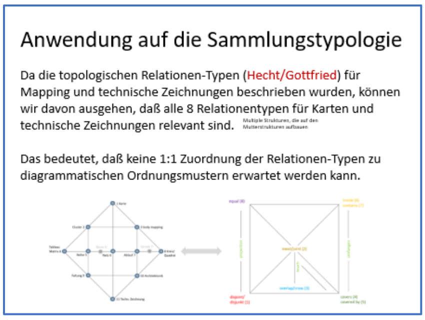
| Stefan Hecht – Ansatz 1 (entspricht GITTA Ansatz) | Björn Gottfried | J. Willats |
|---|---|---|
| disjoint (1) *disjunkt* | disconnected | separation |
| meet / joint (2) | externally connected | connectedness |
| overlap (3) *cross* | overlap | connectedness |
| covers (4) | tangential proper part | connectedness & enclosure |
| covered by (5) | tangential proper part inverse | connectedness & enclosure |
| inside (6) | proper part inverse | enclosure |
| contains (7) | proper part | enclosure |
| equal (8) | equal | enclosure |

| Stefan Hecht – Ansatz 1 | Stefan Hecht – Ansatz 2 | J. Willats |
|---|---|---|
| disjoint (1) *disjunkt* unverbunden | disjoint-relation | separation |
| meet / joint (2) berührend verbunden | touch-relation | connectedness |
| overlap (3) überlappen/kreuzen/ überschneiden | overlap-relation cross-relation | connectedness |
| covers (4) berührend umfassen/bedecken | touch-relation | connectedness & enclosure |
| covered by (5) berührend umfasst sein | touch-relation | connectedness & enclosure |
| inside (6) innerhalb liegen | in-relation | enclosure |
| contains (7) beinhaltet | in-relation | enclosure |
| equal (8) übereinstimmen | --- | --- |

(Abb. 20)

Nach diesen Vorüberlegungen sind wir nun in der Lage die Ordnungsmuster (der Sammlungstypologie) mit den topologischen Relationen-Typen in Verbindung zu bringen.

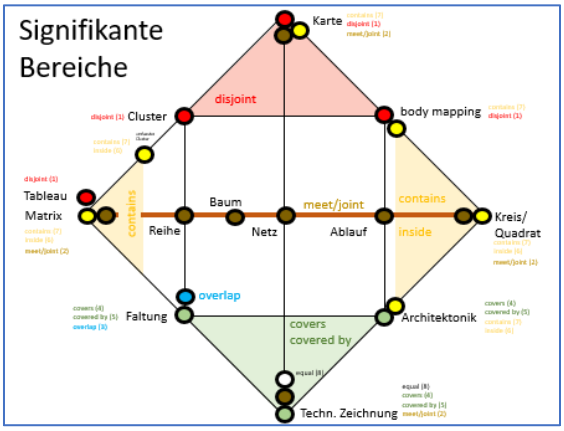
Da die topologischen Relationen-Typen (Hecht/Gottfried) für GIS-Mapping und technische Zeichnungen entwickelt wurden, können wir davon ausgehen, daß alle 8 Relationen-Typen für Karten und technische Zeichnungen relevant sind. Das bedeutet, daß keine 1:1 Zuordnung der Relationen-Typen zu diagrammatischen Ordnungsmustern erwartet werden kann.



(Abb. 30)

Ein erste Zuordnungsrunde zeigt sowohl in den vier Ecken, als auch in der waagrechten Diagonale des Typen-Schemas deutliche Regelmäßigkeiten. Das ruft in Erinnerung, daß die Urversion des 11er Typen-Schemas, in Anlehnung an Deleuze und Sachs-Hombach, in drei Layer gegliedert war. Auch heute ist es noch reizvoll, die Ergänzungen von Astrit Schmidt-Burkhardt (bzgl. der **Zugangsformen**) mitzudenken:
https://webarchiv.servus.at/kontext/diagramm/01_Schematanutzen.htm (2004)

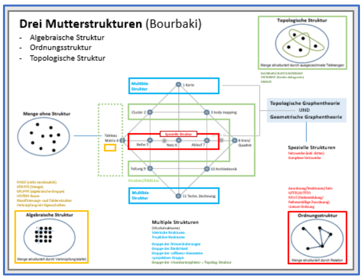
| | | | |
|---|---|---|---|
| Rot ………………. | KARTEN | Körper-Karte-Geophysis | *(imitativer Zugang)* |
| Gelb/Braun …… | DIAGRAMM | **Diagramm-Abstraktion** | *(konzeptueller Zugang)* |
| Grün …………….. | PLAN/MODELL | Plan-Instruktion | *(imperativer Zugang)* |



(Abb. 31)

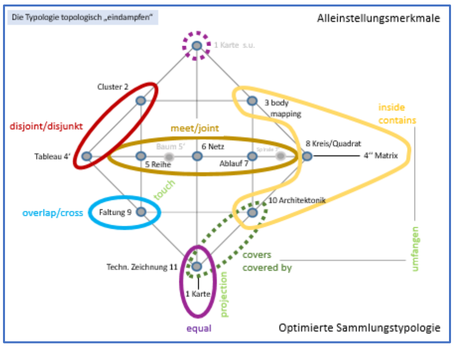
Außerdem war die Idee bestimmend, den Grad der Ordnung und die Explizitheit der Ordnung als Grundlage für die Anordnung heran zu ziehen. Auf jeden Fall gilt es festzuhalten, daß meine Faszination bzgl. Piaget und seiner Darstellung zu den Bourbaki-Mutterstrukturen (*ich hatte sie 1988 bis 2002 mehrfach gelesen*), nicht ausreichend war, um eine praktikable (und mathematisch korrekte) Zuordnung zu den 11 Diagramm-Grundtypen vornehmen zu können. https://webarchiv.servus.at/kontext/diagramm/04_Punkt_zu_Linie.htm (2004)

Nach einem Delay von 15 Jahren kann nun eine praktikable Lösung angeboten werden:

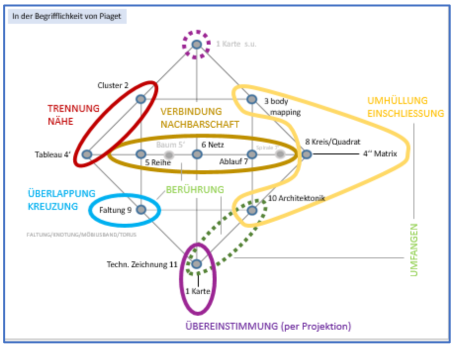


(Abb. 31-2)

Wenn man sich auf Alleinstellungsmerkmale konzentriert, also davon absieht, daß (wie zu RRC beschrieben) für Karten und technische Zeichnungen praktisch alle topologischen Relationen-Typen relevant sein können, dann kommt man zu folgenden ‚optimierten Sammlungstypologie'.



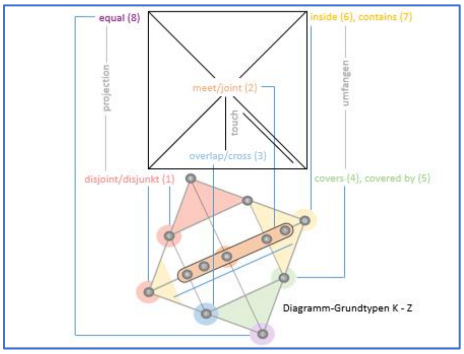
(Abb. 32)



(Abb. 33)

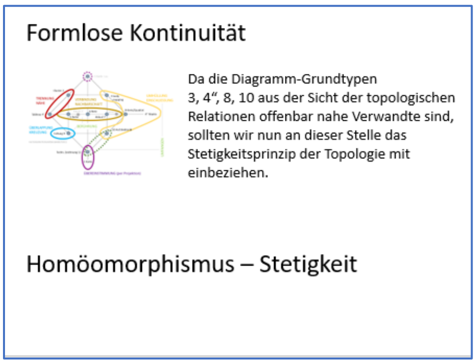
Durch das Studium der diagrammatischen Ordnungsmuster (und der jeweiligen Häufigkeit des Auftretens) war ich <u>ohne Kenntnis der topologischen Relationen-Typen</u>, zu einem Gesamtkonzept gekommen, daß *intuitiv* eine ähnliche **räumlich motivierte Beziehungslogik** verfolgt hatte. Das Konzept war jedoch nicht deduktiv entwickelt, sondern induktiv den konkreten Diagramm-Exemplaren geschuldet. Mein Leitmotiv waren die **strukturellen Ähnlichkeit** der einzelnen Grundtypen.

Umso mehr freut es mich, daß dieser Zusammenschluß nun gelingen konnte. Es macht also Sinn, die Topologie als wesentliche Grundlage für diagrammatische Ordnungsmuster aufzufassen. Wie man dies auch auf andere Bildtypen (zB. mimetische Bilder) übertragen könnte, haben Bogen/Thürlemann insofern mit thematisiert, als sie von einer diagrammatischen Lesart sprachen, die auf jedes Bild angewendet werden kann.

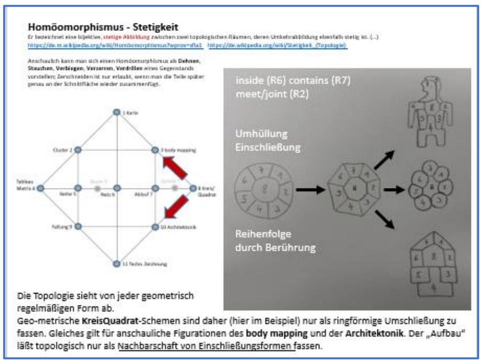


(Abb. 34)

Aber die Konzepte der Topologie haben für die Aufschlüsselung der Diagramm-Typologie noch mehr zu bieten. Für den Bereich der Umhüllungen/ Einschließungen kann das Konzept des ‚Homöo-morphismus‘ herangezogen werden, um die Vergleichbarkeit von vier der elf Grundtypen zu argumentieren.



(Abb. 35)



(Abb. 36)

Die Topologie sieht von jeder geometrisch regelmäßigen Form ab.
Geo-metrische **KreisQuadrat**-Schemen sind daher (hier im Beispiel) nur als ringförmige Umschließung zu fassen. Gleiches gilt für anschauliche Figurationen des **body mapping** und der **Architektonik**. Der „Aufbau“ läßt sich topologisch nur als <u>Nachbarschaft von Einschließungsformen</u> fassen.

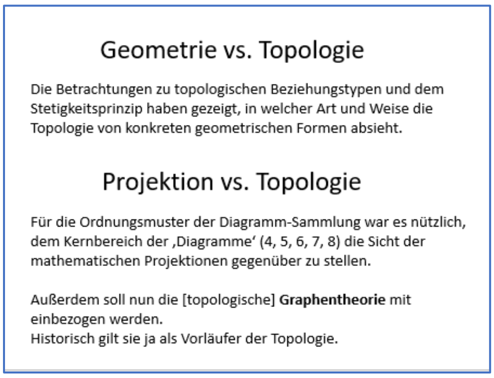
## Geometrie /vs/ Topologie

Die Betrachtungen zu topologischen Beziehungstypen und dem Stetigkeitsprinzip haben gezeigt, in welcher Art und Weise die Topologie von konkreten geometrischen Formen absieht.

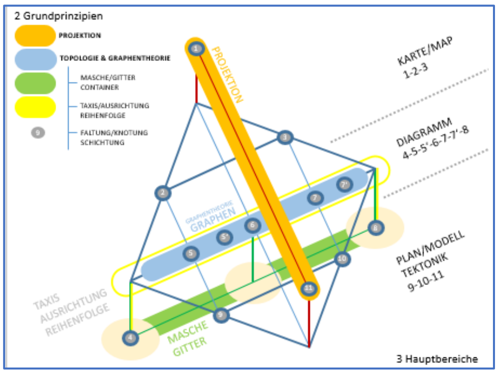
Um die Reichweite der topologischen Sicht genauer zu fassen, soll nun die Rolle der mathematischen Projektionen in den Blick genommen werden. Wie bereits weiter oben angesprochen, decken die Ansätze zum ‚**spatial reasoning**“ von Max J. Egenhofer (1991) und der sgn. ‚**Region Connection Calculus**‘ (RCC) von Randell/Cohn/Cuhn (1992) den Anwendungsbereich der GIS-Systeme ab. Da konkrete Systeme (wie zB. das SmallWorld GIS von GE) auch CAD-Funktionalität unterstützen, können wir davon ausgehen, daß die topologischen Notwendigkeiten dieser beiden diagrammatischen Grundtypen vollständig abgedeckt sind.

Für Karten und Technische Zeichnungen sind also Topologie u. Projektionen geleichermaßen von Bedeutung. Trotzdem scheint es immer wieder verlockend, Topologie & Projektion polarisierend gegenüber zu stellen.

In den letzten Jahren habe ich vielfach zum Ausdruck gebracht, daß die Gesamtheit aller Diagramme (und auch andere Bildsorten, wie Fotographie und diverse technische Bilder) über diese zwei Hauptsichten Projektion & Topologie analysiert und geordnet werden können.



(Abb. 37)



(Abb. 38)

Die Frage der Polarisierung der zwei Grundprinzipien, - also Projektion & Topologie - läßt sich nun mit Hilfe der Topologischen Beziehungstypen viel genauer fassen. Es sollen hier vier Themen herausgearbeitet werden, die mit Hilfe der Topologie auch näher betrachtet werden können:

Thema 1: Reichweite der Graphentheorie
Thema 2: Fragen der Ausrichtung (Taxis) und Reihenfolge
Thema 3: Fragen der Schleifen, Maschen, Gitter und Container

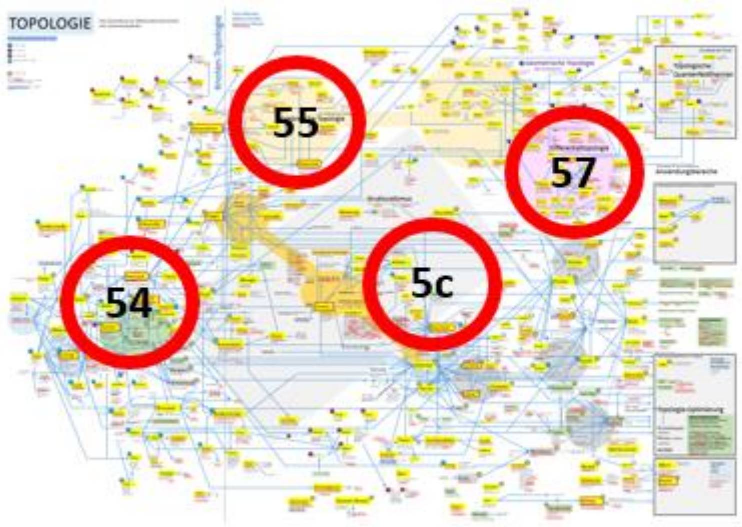
Thema 4: Was hat die Topologie für die Projektion zu bieten?

Thema 1: Reichweite der Graphentheorie

Wenn man die Klassifikation der **American Mathematics Society** (AMS) [**MSC 2010** (Mathematics Subject Classification)] zugrunde legt, dann sieht man, daß die Graphentheorie (5c) dem Bereich 05 'Combinatorics' zugeordnet wird, also nicht dem Teilgebiet 'Geometrie und Topologie' (51 bis 58).

| | | |
|---|---|---|
| **Geometrie und Topologie** | 51 Geometrie | |
| | 52 Diskrete Geometrie | |
| | 53 Differentialgeometrie | |
| | 54 Allgemeine Topologie | |
| | 55 Algebraische Topologie | |
| | 57 Manigfaltigkeiten | Differentialtopologie (57 |
| | 58 Analyse von Mannigfaltigkeiten | |

(38-2)




(Abb. 38-3) keine Folie

Nun wird aber die Graphentheorie an vielen Stellen in einem Satz gemeinsam mit der Topologie angesprochen. Ist die Graphentheorie nun Teil der Topologie oder nicht?

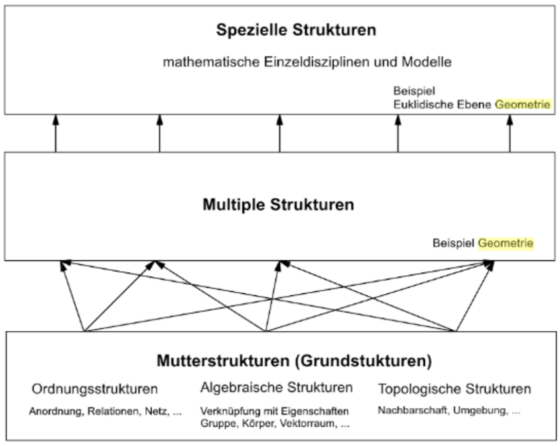
Man kommt der Antwort schon einem Stück näher, wenn man berücksichtigt, daß neben der ‚**geometrischen Graphentheorie**' auch eine ‚**topologische Graphentheorie**' unterschieden wird.
Erstere verweist über den Begriff der Geometrie in das Teilgebiet ‚Geometrie und Topologie' und zweitere über die Attributierung ‚topologisch" ebenfalls in das Teilgebiet ‚Geometrie und Topologie'.

> Auf jeden Fall existieren in GIS-Systemen Objekte, die einerseits topologisch gefaßt werden können, die aber zusätzlich über eine Geometrie, aber oftmals sogar über mehrere unterschiedliche Geometrietypen verfügen. Es gilt hier also unterschiedliche Anwendungsbereiche zu unterscheiden.

Wo liegt also hier das Zuordnungsproblem?
Die scheinbaren Differenzen versteht man erst, wenn man bedenkt, daß die Bourbaki-Mathematiker den Anspruch hatten, alle Zweige der Mathematik in einer Gesamtarchitektur zu versammeln. Die sogenannten Mutterstrukturen (Ordnungsstrukturen, Algebraische Strukturen, Topologische Strukturen) bilden dabei den Basis-Layer – quasi die *reine* Lehre.
Auf diesem Basis-Layer setzen dann die ‚Multiplen Strukturen' auf und darüber findet man den dritten Layer, die ‚Speziellen Strukturen'.

Schon im zweiten Layer werden Strukturen gefaßt, die auf 2 oder 3 Typen der Mutterstrukturen aufbauen.
Und nun haben wir auch den Grund für die [zeitweise] getrennte Behandlung der Graphentheorie:
Die Behandlung ‚komplexer Netzwerke' wird dem Layer 3, also den ‚Speziellen Strukturen' zugeordnet.

*Mutterstrukturen und Multiple Strukturen der Mathematik*




Quelle: Zeichnung Cornelie Leopold.[9]

(Ab.. 38-4)

Thema 2: Fragen der Ausrichtung (Taxis) und Reihenfolge

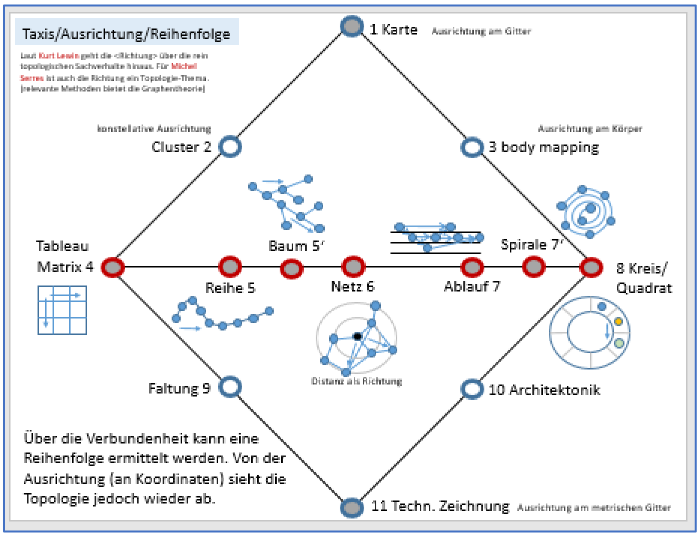
Laut Kurt Lewin geht der Begriff <Richtung> über die rein topologischen Sachverhalte hinaus (siehe dazu seine Kräfte-orientierten Analysen). Im Gegensatz dazu ist für Michel Serres auch die Richtung zweifelsfrei ein Topologie-Thema (relevante Methoden bietet die Graphentheorie).

Wenn man für die Richtungsangabe ein Koordinatensystem bzw. metrische Räume benötigten würde, dann hätte Kurt Lewin Recht, da die Topologie von jeder Metrik absieht. Außerdem könnte man entlastend anmerken, daß Lewin (im Gegensatz zu Moreno) in seiner Studie *Principles of topological psychology (1936)* lediglich flächige Strukturen (also Container) einbezog und keine Netzgraphen.

Das Mathematik-Gebiet der ‚speziellen Strukturen' behandelt ‚komplexe Netze' und umfaßt auch ‚**gerichtete Graphen**' (sgn. Digraphen). Wir halten uns also an Michel Serres: Auch die Richtung ist ein Topologie-Thema.

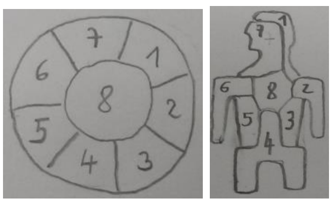
Inwieweit in die unterschiedlichen Diagramm-Grundtypen einen Richtungsbegriff unterstützen können, läßt sich sehr schön entlang der Mittelachse im Grundschema zeigen. Indem man die ‚Kanten' (Verbindungslinien) der Graphen von Knoten zu Knoten durchläuft, wird dabei für jeden Schritt eine Richtung zugrunde gelegt. Wenn jeder Schritt als ‚Distanz" gefaßt wird, dann können diese Abstände auch nicht-metrisch gefaßt werden, indem durchlaufene Knoten/Kanten gezählt werden.
In der mathematischen Behandlung können diese Graphen in einer Matrix repräsentiert werden. Und auch die Matrix unterstützt die Abbildung beider (Vernetzungs-)Richtungen in einfach zu handhabender Form.

Durch die Maschen können auch Zyklen abgebildet werden. Und grundsätzlich kann man sagen, daß zumindest 10 der 11 Ordnungsmuster auch dafür geeignet sind, zeitliche Zusammenhänge abzubilden.



(Abb. 39)

Aber auch mit Raumzellen können Richtungen abgebildet werden. So können zB. sieben Zellen eine achte Zelle umschließen. Man kann nun von innen nach außen voranschreiten, oder auch in der zweiten Schicht (eins bis Sieben) einen Umlauf in einer Richtung vornehmen. Die Form der Zellen spielt dabei keine Rolle. Kurt Lewin hat sich in dieser Frage offenbar etwas unglücklich ausgedrückt.



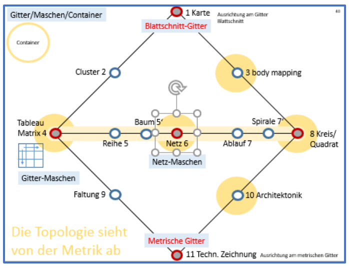
(Abb. 39-2) keine Folie

Thema 3: Fragen der Schleifen, Maschen, Gitter und Container

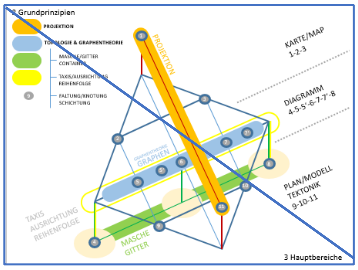
Die Mittelachse hat auch zellenartige Strukturen zu bieten, die in der Folge als ‚Container“ mit Inhalten besetzt werden können. Diese Container können über Nachbar-Container zu komplexen Strukturen zusammengeschlossen werden. Das können sehr regelmäßige Formen sein, wie Gitter oder Kreis/Quadrat-Schemen, was in Bezug auf die Regelmäßikeit der Geometrie kein Kern-Thema der Topologie (Layer 1) ist, aber sehr wohl ein Thema der ‚komplexen Netzwerke‘ (im Rahmen der ‚Speziellen Strukturen‘ im Layer 3).

Dieser Gitterstrukturen werden dabei jenseits der Metrik gedacht, auch wenn ihre visuelle Darstellung (natürlich) wieder einer Geometrie bedarf.

Der Begriff ‚Container‘ wurde sehr bewußt gewählt, um der Polemik der *Container-Räumlichkeit* ein topologisches Konzept entgegen zu halten (*siehe dazu: Jordansche Kurve als Grenze*).



(Abb. 40)

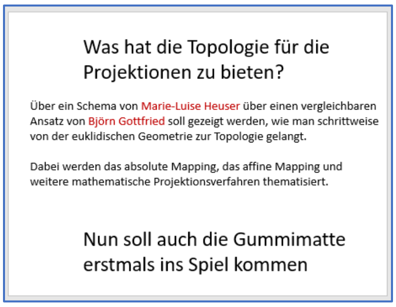


(Abb. 38)

Um diese forcierte Gegenüberstellung von Topologie und Projektion weiter zu untergraben, möchte ich noch ein viertes Thema anschließen.

Thema 4: Was hat die Topologie für die Projektion zu bieten?

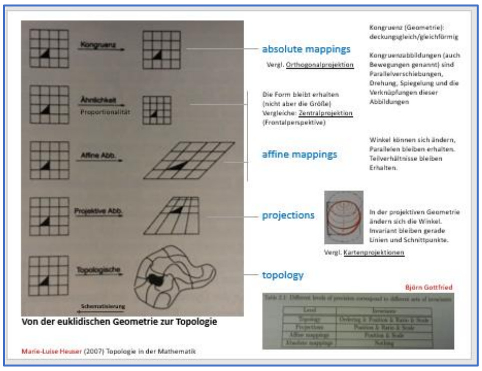
Über ein Schema von Marie-Luise Heuser und über einen vergleichbaren Ansatz von Björn Gottfried soll gezeigt werden, wie man schrittweise von der euklidischen Geometrie zur Topologie gelangt.
Dabei werden das absolute Mapping, das affine Mapping und weitere mathematische Projektionsverfahren thematisiert.



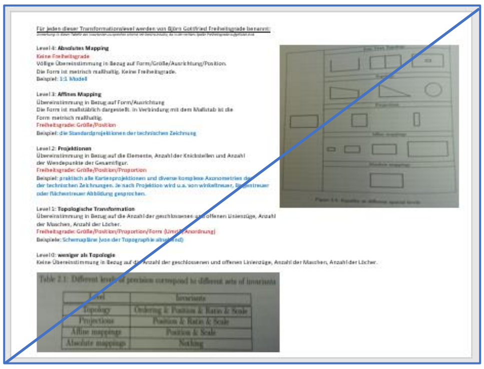
(Abb. 41)

Wenn man sich mit kartographischem Mapping beschäftigt, dann stößt man sehr schnell darauf, daß beim Versuch eine Kugeloberfläche auf eine ebene Fläche abzubilden, immer ein Aspekt auf der Strecke bleibt. Das Ergebnis ist entweder nicht Längen-treu, oder nicht Flächen-treu, oder nicht Winkel-treu.

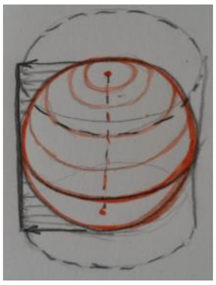
Das ‚affine Mapping‘ und die ‚Projektionen‘ führen zu unterschiedlichen Formen der Verzerrung, bis man dann letztendlich (bei der Topologie) auf der sgn. Gummimatte landet und ‚rubber sheet geometry‘ betreibt.



(Abb. 42)

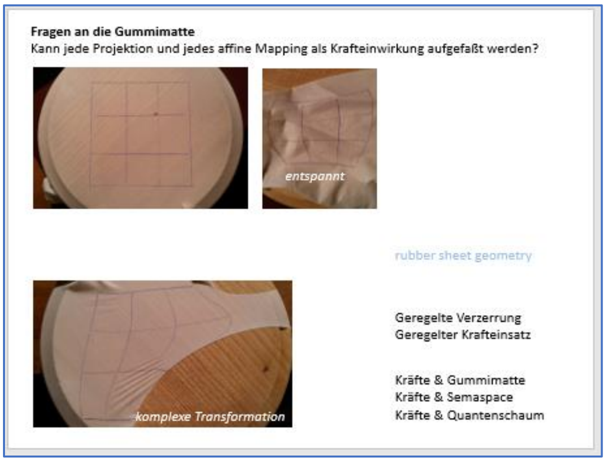

(Abb. 43)

Diese Darstellung von Marie-Luise Heuser wirft für mich folgende Frage auf: Könnte man nicht auch alle Schritte weg vom ‚absoluten Mapping' als Kräftesystem auffassen, das auf eine Gummimatte einwirkt? Was wäre, wenn wir den Globus als Gummihaut mit kleinen Pol-Öffnung begreifen und diese Gummischicht so lange dehnen bis sie einen Zylinder umfassen kann?


(43-2)

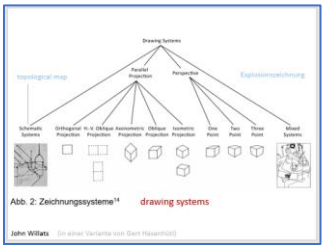
(43-3)

Und – unterstützt nicht gerade das in Entwurfsprogrammen verwendete NURBS-Format diese Art von Transformationen? (*NURBS: Non-Uniform Rational B-Spline*)



(Abb. 44)

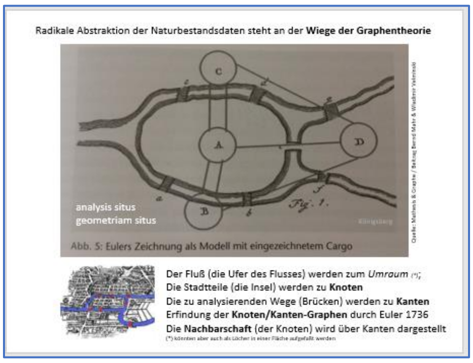
Daß die Sachlage aber noch deutlich komplexer ist, wird mit den von John Willats versammelten ‚drawing systems' der Technischen Zeichnung klar. Wir verschieben also diese Spekulationen auf einen späteren Zeitpunkt.



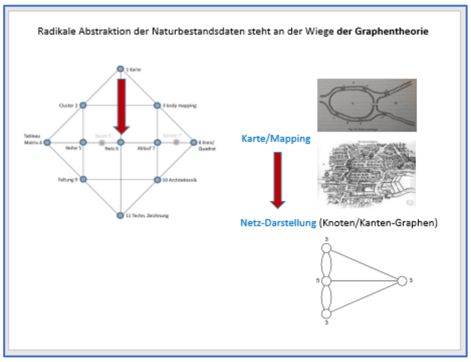
(Abb. 45)

Operationen im Typen-Schema

In diesem Abschnitt sollen einige der klassischen Themen der Topologie bzw. der Graphentheorie im Grundschema der Diagramm-Typologie verortet werden.

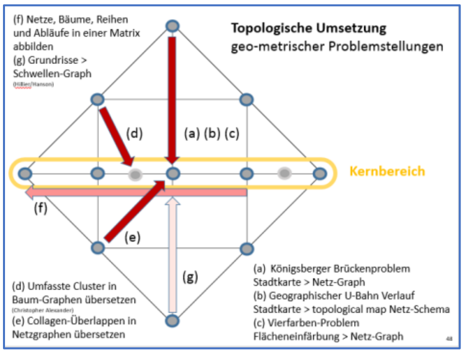


(Abb. 46)



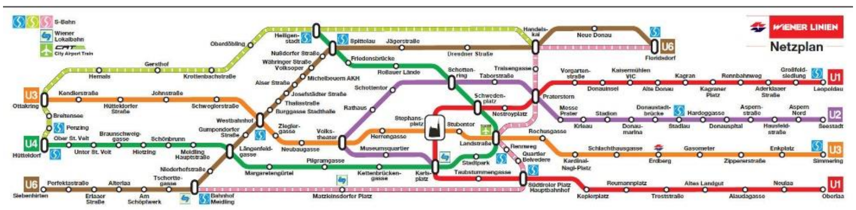
(Abb. 47)

Auch wenn das Königsberger Brückenproblem schon hundertfach diskutiert wurde, sei hier die von Wladimir Velminski diskutierte Originaldarstellung kurz in Erinnerung gerufen. In dieser Darstellung ist die Knoten-Kanten-Philosophie der Graphentheorie bereits vollständig ausgearbeitet. Außerdem ist sehr schön zu sehen, in welcher Form Euler auch beim Naturbestand radikal abstrahiert.
Dieses Absehen von Naturbestandsdaten (wie sie vermessungstechnisch definiert sind), also von Hausgrundrissen, Gehsteigkanten, Zäunen, Grün-Inhalten, etc. und die Transformation der relevanten Zusammenhänge in einen Netz-Graphen, können auch im Typen-Schema (der Diagramm-Sammlung) als Operation vollzogen werden. [siehe roter Vektor in Ab. 47).
Von Euler wird also eine Karte (ein Stadtplan) oder eine mimetische Stadtansicht in einen Netz-Graphen, also in eine Netz-Diagramm übersetzt. Genau genommen hat sein Briefpartner den ersten Schritt bereits im Rahmen der Anfrage zur Problemstellung vollzogen.



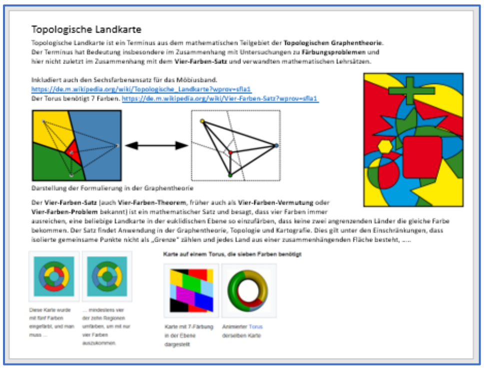
(Abb. 48)

In der Folge war es sehr spannend zu sehen, daß noch zwei weitere Problemstellungen der Kartographie diese Transformation vollziehen. Durch die schematischen U-Bahn Pläne sind wir mit einer Darstellung vertraut, die fachsprachlich auch als ‚**topological map**‘ benannt werden (b). Auch in diesen Schemakarten wird von der Geographie (also von der metrischen Darstellung) Abstand genommen. Lediglich die Vernetzung der Stationen, also der schematisierte Verkehrsweg bleibt erhalten. Die Platzierung erfolgt nach Kriterien der Lesbarkeit und wird auch stark vom Zielformat bestimmt (Beispielsw.: in der Wiener U-Bahn ein extremes Breitbad-Format).

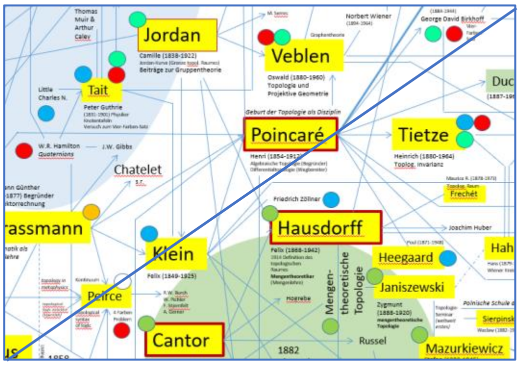


(Abb. 48-2) keine Folie

Das dritte kartographische Problem (Fall c) wird in der Topologie (genauer gesagt in der ‚topologischen Graphentheorie‘) unter ‚topologische Landkarte‘ bzw. ‚Vier-Farbe-Satz‘ behandelt. Es geht dabei um die Flächenfärbung in Landkarten, also zB. um die Einfärbung aller Länder in der Form, daß alle Nachbargebiete jeweils eine unterschiedliche Einfärbung aufweisen.
Die Beweise zum ‚Vier-Farbe-Satz‘ haben die Mathematik über hundert Jahre bis in die späten 1970er Jahre beschäftigt und benötigten leistungsstarke Großrechner zur Überprüfung (das Problem wurde ursprünglich 1852 formuliert) . Für uns ist hier von Interesse, das die Lösungsansätze von den konkreten Länder-Geometrien absehen und die Fragestellung über Beziehungsgraphen modellieren.



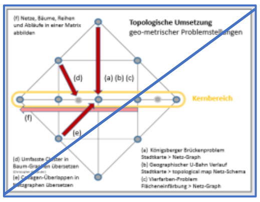
(Abb. 49)



(49-1)

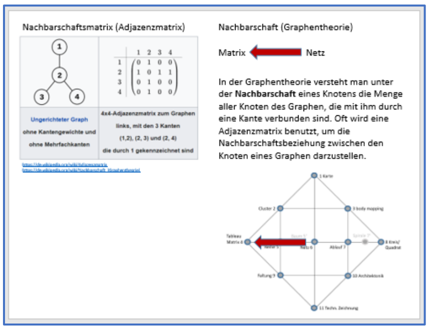
Als vierten Fall (d) möchte ich hier kurz jene Anwendungen ansprechen, in denen Objekt-Mengen, in der Form umfasster Cluster (die mehrfach geschachtelt ausgeführt sein können) in Baum-Strukturen übersetzt werden.

In ähnlicher Weise können Collagen (Fall e), mit all ihren Berührungs- und Überlappungsstellen in Netz-Graphen übersetzt werden



(Siehe: Abb. 48)

Von großer Tragweite ist nun jene Operation die als [Fall f] in der Abb. 48 visualisiert wurde. Tabellarische Ordnungen, Reihen, Baum- und Netz-Strukturen und gerichtete Netz-Strukturen (Abläufe) lassen sich mathematisch in einer Matrix abbilden. Diese Nachbarschaftsmatrix (Adjazenz-Matrix) ermöglicht also zumindest fünf der Grundtypen auf eine jedoch – was die Visualisierung der Relationen betrifft – unanschaulichere Form *einzudampfen*.

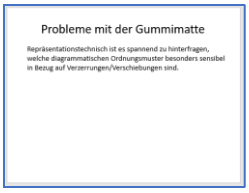


(Abb. 50)

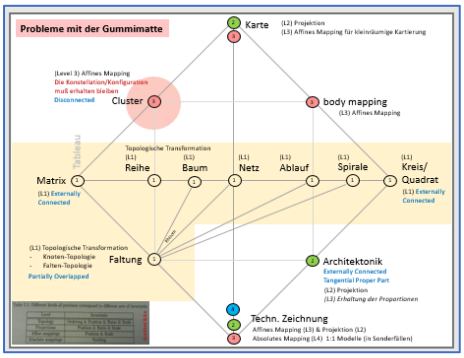
Im Fall (g) wird eine Abstraktion angesprochen, die im Rahmen der Schwellen-Analysen von Hillier/Hanson auf architektonische Grundriß-Zeichnungen aufsetzt (*ohne Abb.)*

Probleme mit der Gummimatte

Der erste Abschnitt dieses Beitrages soll nun mit einer sehr spannenden Problemstellung beschlossen werden. Repräsentationstechnisch ist es wichtig zu hinterfragen, welche diagrammatischen Ordnungsmuster besonders sensibel in Bezug auf [räumliche] Verzerrungen/Verschiebungen sind.



(Abb. 51)

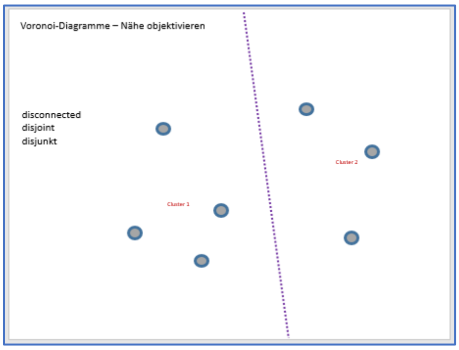


(Abb. 52)

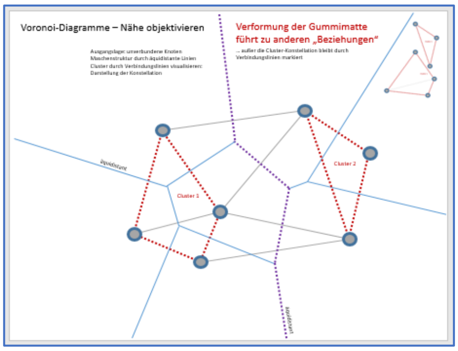
In meiner Studie [<u>Mit <Pluralen Bildern> zu einer Diagrammatik der Korrelation</u>] wurden (2015) Konstellationen von visuellen Elementen betrachtet. Diese Studie bezieht sich einerseits auf das **konstellative Denken** von Dieter Mersch in seinem Buch [Epistemologien des Ästhetischen] also dieser ‚**Logik des UND**‘ - und andererseits auf die Studien zum Konzept der ‚**Pluralen Bildlichkeit**‘ (Siehe u.a.: Das Bild im Plural. Mehrteilige Bildformen zwischen Mittelalter und Gegenwart (2010) Hg. David Ganz u. Felix Thürlemann).

Wenn man bedenkt, daß meine Leitfrage zur Diagrammatik „<u>Wie gibt das Zueinander einen Sinn</u>?“ sich klar auf räumliche und zeitliche Konstellationen bezieht, dann kann man sich auch vorstellen, daß sofort ins Auge fällt, daß die Topologie zwar klar zwischen Verbunden/Unverbunden/Überlappend unterscheiden kann, aber für die unverbundenen Elemente, der jeweilige Abstand nicht relevant ist.
Das ‚Zueinander‘ in metrischen Verhältnissen ist also vom ‚Zueinander‘ in topologischen Verhältnissen zu unterscheiden.

Die Tragweite soll mit Hilfe der Methode der ‚Voronoi-Diagramm‘ vor Augen geführt werden. Wie unterscheiden wir (*in diesem Beispiel Abb. 53*), ob es sich bei diesen sieben vereinzelten Elementen um einen Cluster handelt, oder eher um zwei? Das Voronoi-Diagramm zeigt, daß es praktikabel scheint von 2 Clustern auszugehen.
Wenn man sich nun dieses Blatt als dehnbare Gummifläche vorstellt, dann können sich die Lageverhältnisse so stark verändern, daß sich die Elemente auf ganz andere Weise nahekommen und damit ganz andere Konstellationen ins Auge fallen.



(Abb. 53)



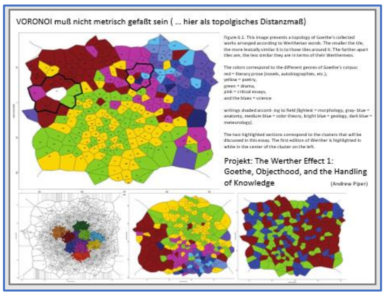
(Abb. 54)

Wenn man nun davon ausgeht, daß es sich bei diesen Konstellationen um <u>sinntragende Verhältnisse</u> handelt, dann führt eine Umgruppierung auch zu Sinn-Verschiebungen! Ich denke an dieser Stelle reicht ein kurzer Hinweis auf den Mnemosyne-Atlas von Aby Warburg bzw. auf Bild-Hängungsstrategien in thematischen Ausstellungen.

Die Bilder auf einer Tafel des Mnemosyne-Atlas völlig neu anzuordnen, oder sogar auf andere Tafeln umzuverteilen, zerstört den von Warburg angelegten Sinn-Zusammenhang.

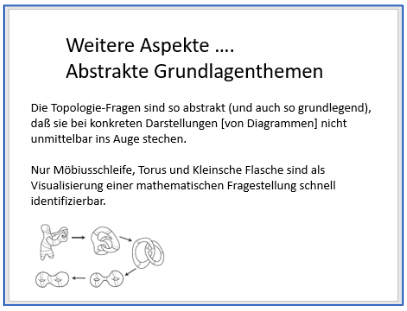

(Abb. 54-2/3) ohne Folie

Als Randbemerkung zum Voronoi-Diagramm wäre noch zu ergänzen: Diese Methode kann nicht nur für metrische Verhältnisse eingesetzt werden, sondern auch Verhältnisse darstellen, die über topologische Graphen ermittelt wurden.



(Abb. 55)

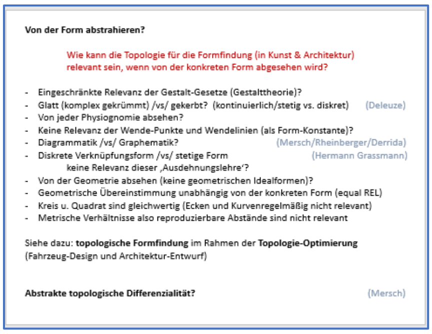
Zusammenfassung des ersten Abschnitts



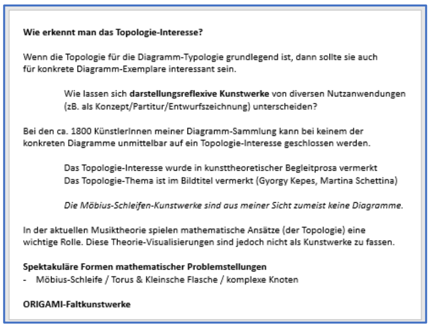
(Abb. 56)

Die Topologie-Fragen sind so abstrakt (und auch so grundlegend), daß sie bei konkreten Darstellungen [von Diagrammen] nicht unmittelbar ins Auge stechen.
Nur Möbiusschleife, Torus und Kleinsche Flasche sind als Visualisierung einer mathematischen Fragestellung schnell identifizierbar. Diese komplexen Formen werden aber nur sehr selten – wie zB. in der Musiktheorie – auch diagrammatisch/repräsentationstechnisch genutzt.

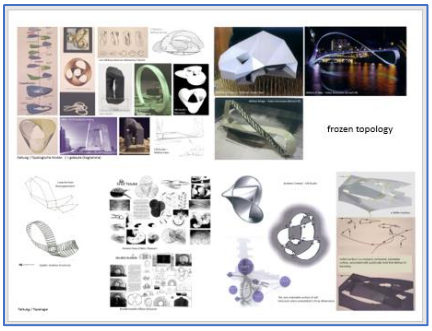
Was heißt es nun im Feld kunsttheoretischer Fragestellungen: **Von der Form zu abstrahieren**?
Was heißt es weg von der Gestalt/Physiognomie/Spur zu abstrakten Beziehungsmodellen zu kommen?
Wie können Konzepte der Topologie auch ästhetisch relevant werden?
Wie können neo-materialistische Ansätze die virtuellen Topologien wieder mit faltungsrelevanter Schwerkraft versorgen?
Um diese Fragen soll es im zweiten Abschnitt gehen.



(Abb. 57)

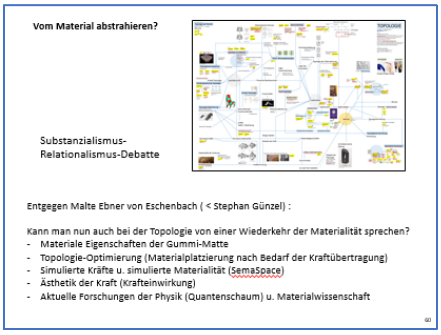


(Abb. 58)



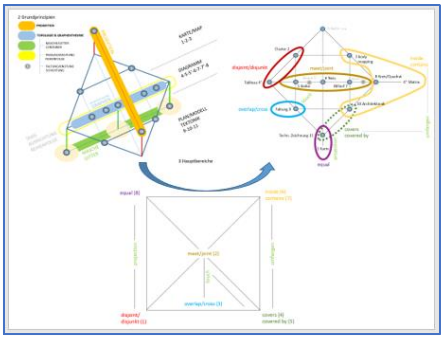
(Abb. 59)

(Abb. 59-2)



(Abb. 60)

## Anhang


(Abb. 61) Ende erster Hauptteil

Zweiter Hauptteil


Abstract:

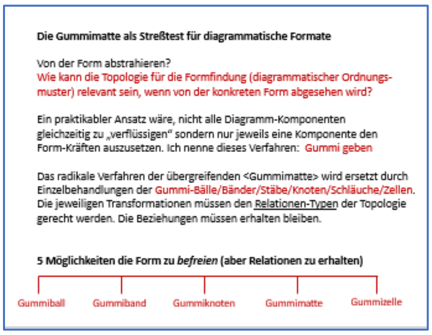
„Die Robustheit dieser Ordnungsmuster soll mit Hilfe der Gummimatte einem Härtetest unterzogen werden, um aufzuzeigen, welche Verflüssigungen/Transformationen ästhetisch fruchtbar gemacht werden können, aber auch um zu ermitteln, welche kontinuierlichen Verschiebungen repräsentationstechnische Grundannahmen destruieren."

(Abb.1)

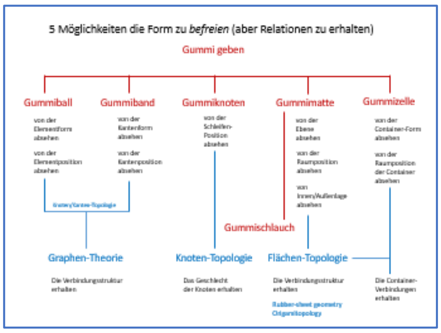
(Abb. 62)


Praktisch mit jedem konkreten Diagramm (beliebiger Anwendungsgebiete) kann man zur Auffassung kommen, daß die Gummimatte für die Gesamtdarstellung, nur destruktiv sein kann.
Ein praktikabler Ansatz wäre aber, nicht alle Diagramm-Komponenten gleichzeitig zu „verflüssigen", sondern nur jeweils eine Komponente den Form-Kräften auszusetzen. Ich nenne dieses Verfahren: *Gummi geben*

Das radikale Verfahren der übergreifenden <Gummimatte> wird ersetzt durch Einzelbehandlungen der Gummi-Bälle/Bänder/Stäbe/Knoten/Schläuche/Zellen. Die jeweiligen Transformationen müssen den <u>Relationen-Typen</u> der Topologie gerecht werden. Die Beziehungen müssen erhalten bleiben.

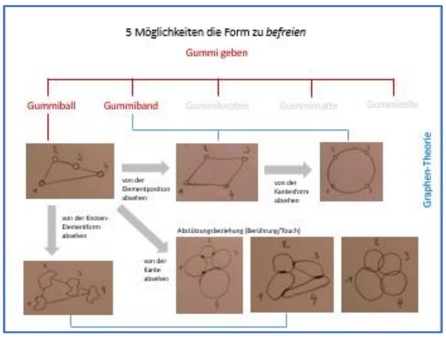


(Abb. 63)

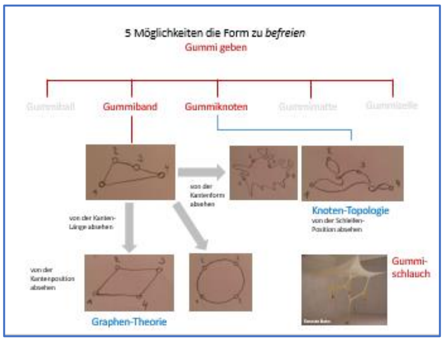


(Abb. 64)

Im ersten Schritt sollen die Knoten (der Graphen) befreit werden. Das betrifft die Knoten-Position und die Knoten-Form. Diese Transformation kann sogar soweit führen, daß die Knoten (per Berührungsstellen) die Kanten überflüssig machen.

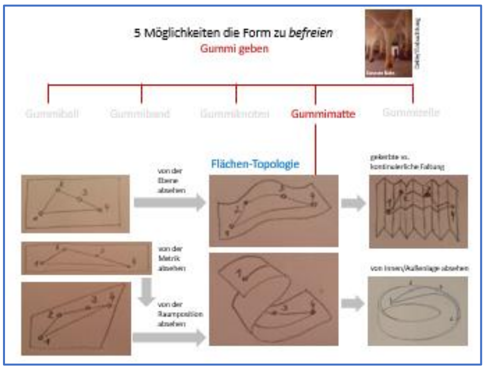


(Abb. 65)

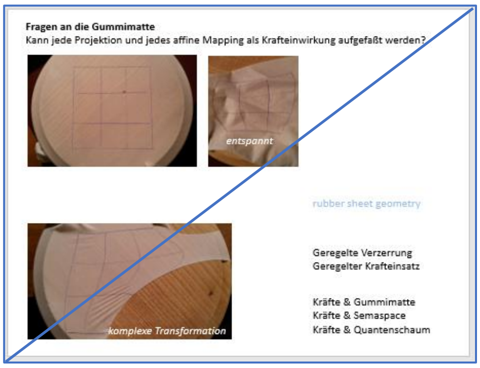


(Abb. 66)

Im Zweiten Schritt werden die Kanten (der Graphen) als Gummibänder aufgefaßt. Dadurch werden die Verbindungslinien beliebig umgeformt und können (im vierten Schritt) in ihrer Einfaltung selbst verschlungene Knoten (im Sinne der mathematischen Knoten-Topologie) ausbilden.
Ein sehr schönes Beispiel wie Netz-Kanten auch als Schläuche gefaßt werden können, vermittelt eine Installation von Ernesto Neto.



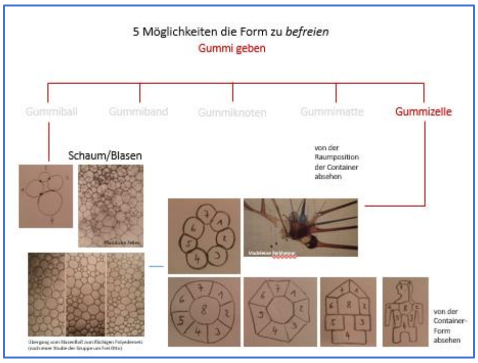
(Abb. 67)



(Abb. 44)

Im vierten Schritt werden Fragen der Flächen-Topologie relevant. Es wurde an anderer Stelle (Abb. 44) bereits angedeutet, daß es denkbar wäre, einzelne Karten-Projektionen auf der Gummi-Matte zu performen. Dafür wären aber Hilfskräfte, wie zB. stützende Zylinder, notwendig.
Mit den Begriffen von Jens Schröter könnten dabei nicht nur die Globen als ‚transplane Bilder' gefaßt werden. An anderer Stelle wurde bereits angesprochen, daß im Feld der Musiktheorie Torus und Möbiusband repräsentationstechnisch eine Rolle spielen. In der Diagramm-Typologie ist die Kategorie der ‚Faltungen" der relevante Ablageort für diese Falten- und Knoten- und Schleifen-Gebilde.

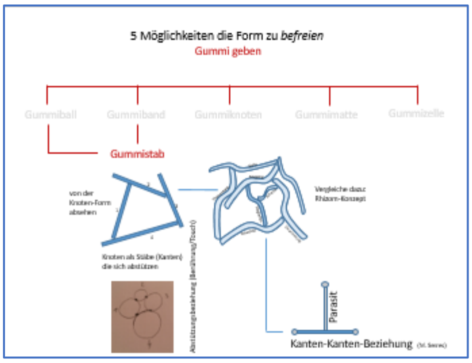
Im fünften Schritt werden nun die Container-Strukturen verflüssigt. Klar, daß man hier, u.a. mit Hilfe der Sphären und Schäume von Peter Sloterdijk, bei Schaumstrukturen landet. In der Physik finden sich dazu wichtige Beiträge von Carlo Rovelli über Quantenschäume bzw. dem sgn. Spin-Schaum.



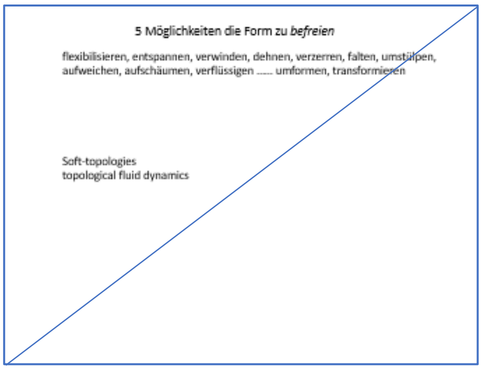
(Abb. 68)

(68-2)

Die Bandbreite der Transformationsansätze kann man mittels der Schriften von Michel Serres noch um Rhizome und Parasiten-Strukturen erweitern. Darstellungstechnisch könnte man dabei so vorgehen, daß man sich Netze vorstellt, die über keine Knoten verfügen, also nur aus Kanten aufgebaut sind, die sich gegenseitig abstützen. Michel Serres konzipiert auch die Parasiten in dieser Weise: Kanten die auf andere Kanten einwirken. Die Sicht der Gummi-Bänder kann also über Gummi-Stäbe erweitert werden.



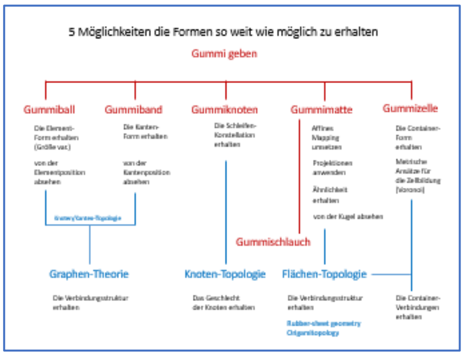
(Abb. 69)



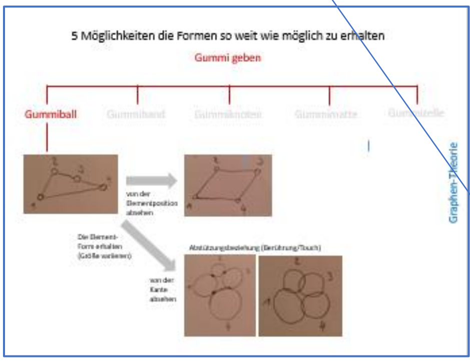
(Abb. 70)

Auch wenn es auf den ersten Blick sinnlos scheint, nun wieder die Gegenprobe durchzuführen, also strengere Randbedingungen anzunehmen, bekommt dadurch sehr gut in den Blick, daß die Graphentheorie einen sehr praktikablen Rahmen für zumindest 5 der Diagramm-Grundtypen abgibt.

(Abb. 71)

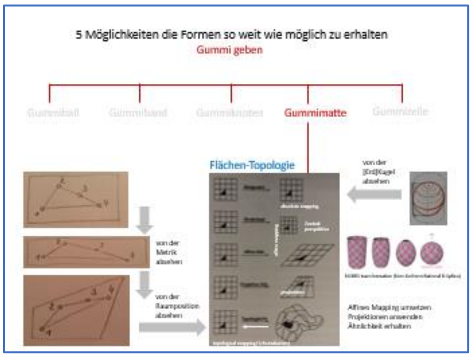


(Abb. 72)

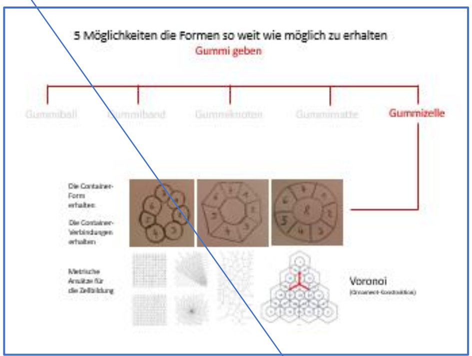


(Abb. 73)

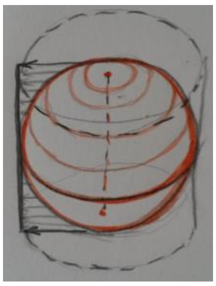
(Abb. 74)



(Abb. 75)



(Abb. 76)


(43-2)

(43-3)

(NURBS: Non-Uniform Rational B-Spline)

 (Abb. 77)

Fazit: Ordnungssysteme (Diagramm-Grundtypen und Projektionsverfahren) die der Darstellung dienen, müssen in Bezug auf die genutzten Formen und deren Anwendung konservativ bleiben.
Sie dürfen nicht jeder Bewegung der Gummimatte ausgesetzt werden.

> **Sinntragende Strukturen**, speziell jedoch nicht explizit gemachte räumliche Konfigurationen, sind eine empfindliche Angelegenheit. Jede Verlagerung von Elementen (also jede Verschiebung) verändert den Sinn **der Konstellation**.

Explizit visualisierte Relationen (Berührungen, Abstützungen, Verbindungen, Container) sind deutlich robuster. Sie überstehen die Trans-Formation der Gummimatte.

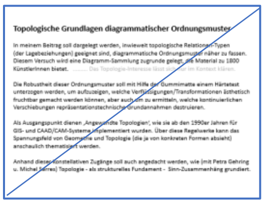
Der zweite Abschnitt hat gezeigt, wie man durch die Materialität von Gummi (und anderen flexiblen Materialien) in der Formfindung selbst für die sonst so strenge/spröde Diagrammatik, wertvolle Anregungen gewinnen kann.
Im diesem Sinne sei auch die Frage erlaubt, ob wir uns damit einer Ästhetik der Kraft nähern; sei es im Sinne von Georges Didi-Huberman (Ähnlichkeit und Berührung) oder im Sinne von Christoph Menke.

(Abb. 78)

In dieser abschließenden Folie wurden Gummistäbe, Gummifeder und Gummischlauch ergänzt. Ich denke dies geschah auch, um den Installationen und Performances von Jens Vetter gerecht werden zu können.

Dritter Hauptteil und Schluß

Abstract: Anhand dieser konstellativen Zugänge soll auch angedacht werden, wie (mit Petra Gehring u. Michel Serres) Topologie - als strukturelles Fundament- Sinn-Zusammenhäng grundiert.


**Topologische Grundlagen diagrammatischer Ordnungsmuster**

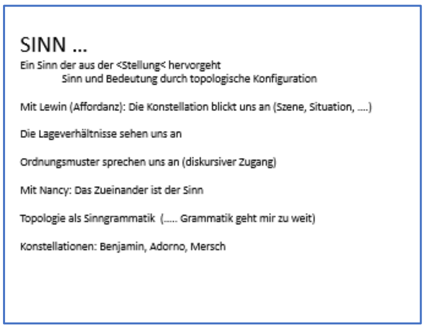
In meinem Beitrag soll dargelegt werden, inwieweit topologische Relationen-Typen (der Lagebeziehungen) geeignet sind, diagrammatische Ordnungsmuster näher zu fassen. Diesem Versuch wird eine Diagramm-Sammlung zugrunde gelegt, die Material zu 1800 KünstlerInnen bietet. ......... Das Topologie-Interesse lässt sich nur im Kontext klären.

Die Robustheit dieser Ordnungsmuster soll mit Hilfe der Gummimatte einem Härtetest unterzogen werden, um aufzuzeigen, welche Verflüssigungen/Transformationen ästhetisch fruchtbar gemacht werden können, aber auch um zu ermitteln, welche kontinuierlichen Verschiebungen repräsentationstechnische Grundannahmen destruieren.

Als Ausgangspunkt dienen ‚Angewandte Topologien', wie sie ab den 1990er Jahren für GIS- und CAAD/CAM-Systeme implementiert wurden. Über diese Regelwerke kann das Spannungsfeld von Geometrie und Topologie (die ja von konkreten Formen absieht) anschaulich thematisiert werden.

Anhand dieser konstellativen Zugänge soll auch angedacht werden, wie (mit Petra Gehring u. Michel Serres) Topologie - als strukturelles Fundament - Sinn-Zusammenhäng grundiert.

(Abb.1)




(Abb. 80)

In diesem Abschnitt soll kurz angedeutet werden, warum für mich die Begriffe/Konzepte ‚Sinn', ‚Topologie' und ‚Diagramm' so eng miteinander verbunden sind.
Meine Beiträge gehen nach wie vor von der Leitfrage aus: „wie ergibt das Zueinander einen Sinn". Und mit Hilfe der Schriften von Nancy und Deleuze vertrete ich den Ansatz „**Das Zueinander ist der Sinn**"

http://gerhard_dirmoser.public1.linz.at/FU/Jean_Luc_Nancy.pdf

In der grundlegenden Diagrammatik-Publikation [Diagrammatik und Philosophie] beschäftigte sich Petra Gehring bereits 1988/1992 mit dem Zusammenhang von Topologie und Sinn.

Paradigma einer Methode – Der Begriff des Diagramms im Strukturdenken von M. Foucault und M. Serres

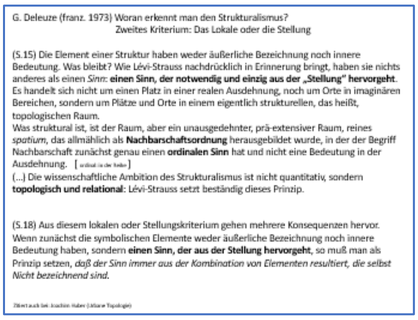
Mit Textstellen aus ihrem Beitrag wollte ich ursprünglich abschließen. *Siehe dazu Textstellen im Anhang*

Angeregt durch die aktuelle Lévi-Strauss Biographie, habe ich im Zuge der Recherche auch einige Strukturalismus-Text reaktiviert. Bei Deleuze fand sich dann das folgende Levi-Strauss Zitat, das in Bezug auf den Zusammenhang von Sinn und Topologie kaum noch überboten werden kann:

*G. Deleuze (franz. 1973) Woran erkennt man den Strukturalismus?*
*Zweites Kriterium: Das Lokale oder die Stellung (S.15)*

(S.15) Die Elemente einer Struktur haben weder äußerliche Bezeichnung noch innere Bedeutung. Was bleibt? Wie Lévi-Strauss nachdrücklich in Erinnerung bringt, haben sie nichts anderes als einen *Sinn*: **einen Sinn, der notwendig und einzig aus der „Stellung" hervorgeht**. Es handelt sich nicht um einen Platz in einer realen Ausdehnung, noch um Orte in imaginären Bereichen, sondern um Plätze und Orte in einem eigentlich strukturellen, das heißt, topologischen Raum.
Was struktural ist, ist der Raum, aber ein unausgedehnter, prä-extensiver Raum, reines *spatium*, das allmählich als **Nachbarschaftsordnung** herausgebildet wurde, in der der Begriff Nachbarschaft zunächst genau einen **ordinalen Sinn** hat und nicht eine Bedeutung in der Ausdehnung. [ ordinal: in der Reihe ]
(...) Die wissenschaftliche Ambition des Strukturalismus ist nicht quantitativ, sondern **topologisch und relational**: Lévi-Strauss setzt beständig dieses Prinzip.

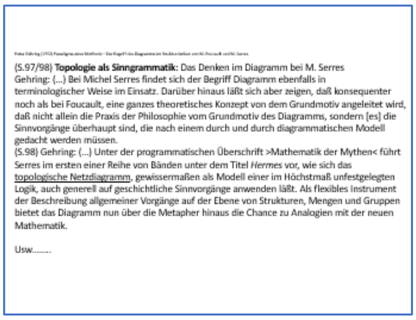
(S.18) Aus diesem lokalen oder **Stellungskriterium** gehen mehrere Konsequenzen hervor. Wenn zunächst die symbolischen Elemente weder äußerliche Bezeichnung noch innere Bedeutung haben, sondern **einen Sinn, der aus der Stellung hervorgeht**, so muß man als Prinzip setzen, *daß der Sinn immer aus der Kombination von Elementen resultiert, die selbst nicht bezeichnend sind.*


G. Deleuze (franz. 1973) Woran erkennt man den Strukturalismus?
Zweites Kriterium: Das Lokale oder die Stellung

(S.15) Die Element einer Struktur haben weder äußerliche Bezeichnung noch innere Bedeutung. Was bleibt? Wie Lévi-Strauss nachdrücklich in Erinnerung bringt, haben sie nichts anderes als einen *Sinn*: **einen Sinn, der notwendig und einzig aus der „Stellung" hervorgeht**. Es handelt sich nicht um einen Platz in einer realen Ausdehnung, noch um Orte in imaginären Bereichen, sondern um Plätze und Orte in einem eigentlich strukturellen, das heißt, topologischen Raum.
Was struktural ist, ist der Raum, aber ein unausgedehnter, prä-extensiver Raum, reines *spatium*, das allmählich als **Nachbarschaftsordnung** herausgebildet wurde, in der der Begriff Nachbarschaft zunächst genau einen **ordinalen Sinn** hat und nicht eine Bedeutung in der Ausdehnung. [ ]
(...) Die wissenschaftliche Ambition des Strukturalismus ist nicht quantitativ, sondern **topologisch und relational**: Lévi-Strauss setzt beständig dieses Prinzip.

(S.18) Aus diesem lokalen oder Stellungskriterium gehen mehrere Konsequenzen hervor. Wenn zunächst die symbolischen Elemente weder äußerliche Bezeichnung noch innere Bedeutung haben, sondern **einen Sinn, der aus der Stellung hervorgeht**, so muß man als Prinzip setzen, *daß der Sinn immer aus der Kombination von Elementen resultiert, die selbst Nicht bezeichnend sind.*

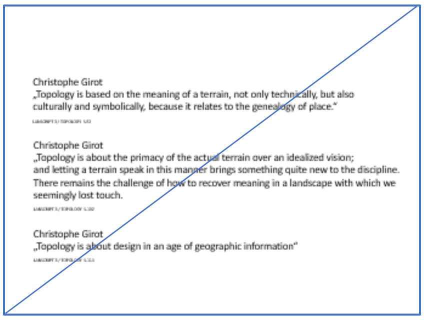
(Abb. 81)


(S.97/98) **Topologie als Sinngrammatik:** Das Denken im Diagramm bei M. Serres
Gehring: (...) Bei Michel Serres findet sich der Begriff Diagramm ebenfalls in terminologischer Weise im Einsatz. Darüber hinaus läßt sich aber zeigen, daß konsequenter noch als bei Foucault, eine ganzes theoretisches Konzept von dem Grundmotiv angeleitet wird, daß nicht allein die Praxis der Philosophie vom Grundmotiv des Diagramms, sondern [es] die Sinnvorgänge überhaupt sind, die nach einem durch und durch diagrammatischen Modell gedacht werden müssen.
(S.98) Gehring: (...) Unter der programmatischen Überschrift >Mathematik der Mythen< führt Serres im ersten einer Reihe von Bänden unter dem Titel *Hermes* vor, wie sich das topologische Netzdiagramm, gewissermaßen als Modell einer im Höchstmaß unfestgelegten Logik, auch generell auf geschichtliche Sinnvorgänge anwenden läßt. Als flexibles Instrument der Beschreibung allgemeiner Vorgänge auf der Ebene von Strukturen, Mengen und Gruppen bietet das Diagramm nun über die Metapher hinaus die Chance zu Analogien mit der neuen Mathematik.

Usw........

(Abb. 82)

Eine weitere Variante konnte ich bei Christophe Girot entdecken.

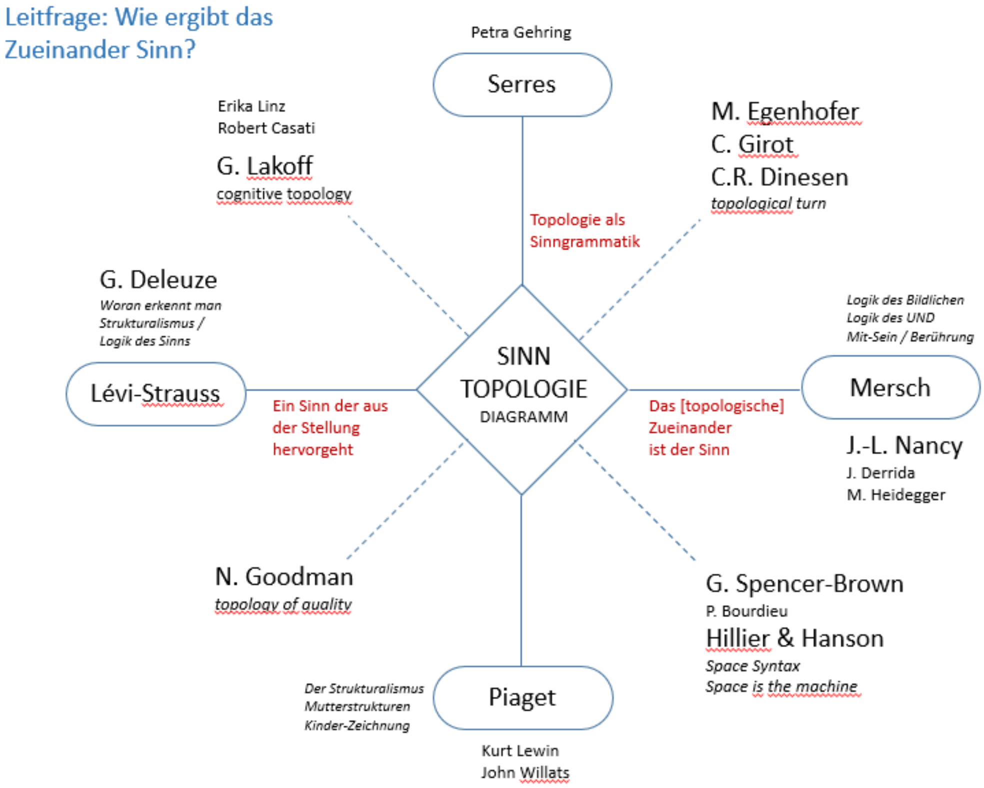

Christophe Girot
„Topology is based on the meaning of a terrain, not only technically, but also culturally and symbolically, because it relates to the genealogy of place."

Christophe Girot
„Topology is about the primacy of the actual terrain over an idealized vision; and letting a terrain speak in this manner brings something quite new to the discipline. There remains the challenge of how to recover meaning in a landscape with which we seemingly lost touch.

Christophe Girot
„Topology is about design in an age of geographic information"

(Abb. 83)

Damit komme ich zum Schluß und ich darf Ihnen meinen aktualisierten Fix-Sterne-Himmel in der Frage Sinn/Topologie/Diagramm vorstellen:



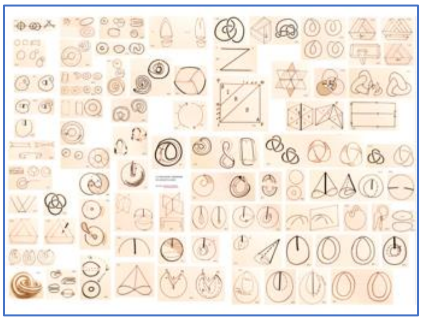

(Abb. 84)

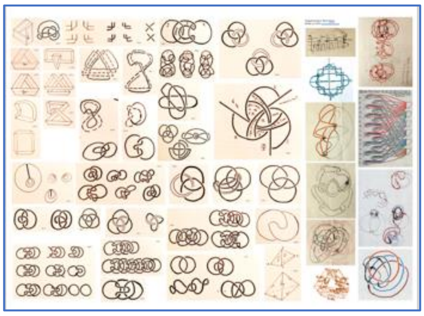
Dieser Personen-Kreis und die zum Teil schon sehr weit zurück liegenden Fachtexte lassen mich folgendes (*hoffentlich nur vorläufiges*) Fazit ziehen:

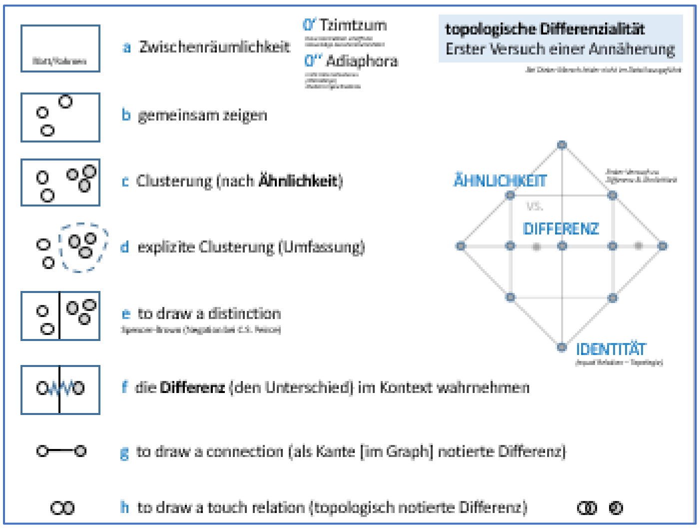
Die grundlegenden Beiträge der Topologie sind noch nicht wirklich in der Diagrammatik (als *Teilbereich der Bildwissenschaften*) angekommen.
Ausnahmen - wie die Beiträge von Petra Gehring und Dieter Mersch - bestätigen die Regel.

(Abb. 85)

Anhang: Lacan-Studie von Jeanne Granon-Lafont


(Abb. 86)


(Abb. 87)



(Abb. 88) Folie im Anhang

# ANHANG 1 Textstellen

## Diagrammatik und Philosophie

Petra Gehring (1992) Paradigma einer Methode – Der Begriff des Diagramms im Strukturdenken von M. Foucault und M. Serres

(S.91) Gehring: Ein weitergehendes Beispiel für den terminologischen Gebrauch von >Diagramm< bilden die Arbeiten des Philosophen Michel Serres. Dessen am mathematischen Strukturalismus geschulte[n] Texte entfalten ein Denken, das bei der Analyse von Zusammenhängen und Vorgängen im Bereich der kulturellen Sinnentstehung konsequenter noch als Foucault den Aspekt des Räumlichen in den Vordergrund stellen und sich dabei ausdrücklich an Modellen geographischer, geometrischer, topologischer Diagramme und Vernetzungsformen orientieren.

(S.97/98) **Topologie als Sinngrammatik**: Das Denken im Diagramm bei M. Serres
Gehring: (…) Bei Michel Serres findet sich der Begriff Diagramm ebenfalls in terminologischer Weise im Einsatz. Darüber hinaus läßt sich aber zeigen, daß konsequenter noch als bei Foucault, eine ganzes theoretisches Konzept von dem Grundmotiv angeleitet wird, daß nicht allein die Praxis der Philosophie vom Grundmotiv des Diagramms, sondern [es] die Sinnvorgänge überhaupt sind, die nach einem durch und durch diagrammatischen Modell gedacht werden müssen.

(S.98) Gehring: (…) Unter der programmatischen Überschrift >Mathematik der Mythen< führt Serres im ersten einer Reihe von Bänden unter dem Titel *Hermes* vor, wie sich das topologische Netzdiagramm, gewissermaßen als Modell einer im Höchstmaß unfestgelegten Logik, auch generell auf geschichtliche Sinnvorgänge anwenden läßt. Als flexibles Instrument der Beschreibung allgemeiner Vorgänge auf der Ebene von Strukturen, Mengen und Gruppen bietet das Diagramm nun über die Metapher hinaus die Chance zu Analogien mit der neuen Mathematik.

(S.99) Gehring: (…) Mit dem Netzdiagramm nimmt Serres eine Perspektivenwechsel vor, aus dem [ein] Bild der multilinearen Geflechte von logischen Verbindungen zwischen Elementen folgt, daß sich das Feld möglicher Logiken, was deren Zahl, Art und Gestalt angeht, ungeheuerlich erweitert. Die Beschreibungsmöglichkeiten werden vielfältig, mit Konsequenzen, die Serres mit präziser Ironie wie folgt formuliert:

„Gott oder Teufel? Ausschluß, Einschluß? These oder Antithese? Die Antwort ist ein Spektrum, ein Band, ein Kontinuum. Wir werden niemals mit Ja oder Nein auf Fragen der Zugehörigkeit antworten. Drinnen oder draußen? Zwischen Ja und Nein, zwischen Null und Eins erscheinen unendlich viele Werte und damit unendlich viele Antworten. Die Mathematiker nennen diese neue Strenge unscharf: unscharfe Untermengen, unscharfe Topologie.“ (…) [Der Parasit]
„Wir hatten dieses *unscharf* schon seit Jahrtausenden nötig. In seiner Erwartung machten unsere starre Logik und unseren grobschlächtigen Begriffe den Eindruck, als spielte man mit Boxhandschuhen Klavier. Nun endlich verfeinern und vervielfältigen sich unsere Mittel. Von daher ist mein Buch rigoros unscharf. Die Geometrie hat ihren Frieden mit der Feinheit geschlossen.“ [Der Parasit]

Praktisch sind es also phänomenologische Konsequenzen, in die [er] - mit der Komplexität der Möglichkeiten des Strukturalismus - führt.
Tatsächlich scheint es genau die Grenze zwischen der Strukturmathematik zu sein und dem, was man mit einem Verlegenheitsbegriff Poststrukturalismus nennt, auf der das Diagrammmodell sich bei

Serres bewegt: Sinn erscheint hier als rein relationale Angelegenheit und – ganz im Sinne der Strukturmathematik – gewissermaßen als Verbindungsweg oder -linie zwischen mindestens zwei Punkten (zwei Sätze oder Annahmen).

(S.100) Gehring: (…) Die Zusammenhangsmöglichkeiten differenzieren sich noch mehr, zieht man in Betracht, daß einzelne solcher Relationsgefüge untereinander wiederum Familien, Untergesamt-heiten bilden, und zwar Formationen oder Gruppen von jeweils endlicher, beschreibbarer Art: komplexe Konstellationen und Verweisungszusammenhänge, oder eben: Strukturbilder, Netze, Diagramme, oder Netze von Diagrammen.
Jede konkrete Sinnrelation eine singuläre Determination, ein punktbestimmender und relationen-transformierender Pfeil – und all dies vor der Folie ungeheurer Möglichkeiten: das ergibt ein allgemeines Modell, mit dem sich spielen läßt.

(S.102) Zweimal begegnet uns das Diagramm als eigentümlich, wenn nicht gar vorläufig-endgültige Stufe des theoretischen Begreifens. Zweimal führt eine Theorie, die ihr Augenmerk weniger auf Objekte als auch auf *Beziehungsgefüge,* auf komplexe relationale Zusammenhänge (Strukturen also), richtet, das Diagramm - ein - an einer Stelle, an der in Texten aus der Tradition eher vom >Begriff<, von der >Metapher< oder allenfalls vom >Modell< die Rede war.

Bildlogik oder Was heißt visuelles Denken (2009) Martina Heßler, Dieter Mersch
In: Logik des Bildlichen

**topologische Differenzialität**

(S.12) … Weiter ist die Struktur des Bilderwissens durch die Logik des Kontrastes gekennzeichnet, die der ‚Spatialität', der ‚zwischenräumlichen' Verfassung visueller Medien geschuldet ist, sowie [durch] eine ‚**topologische Differenzialität**', die gleichsam die Formatierung des Bildraums besorgt.

(S.14) bzgl.: … als auch hinsichtlich von Daten-Bild- und Bild-Bild-Transformationen, vor allem ihre Übersetzung in Hybridformen wie mathematische Graphen, Diagramme, Skizzen, Karten und dergleichen.
Auszuloten wären deren besondere Strukturen sowie die Schnittstellen zwischen den Formaten, ihre jeweiligen Translations-Gewinne und -Verluste und ähnliches.
Im Rahmen dieser Einleitung wird deshalb versucht, vor allem die Strukturen visueller Medien zu erhellen, wobei vorrangig auf die Ordnungen des Zeigens sowie die konstitutive Bedeutung der Ästhetik abgehoben wird.
Dazu gehören Stichworte wie Rahmung, „Logik des Kontrastes", Spatialität, **topologische Differenzialität** und das „Wahrheitsformat" der Evidenz sowie der Begriff der „ästhetischen Praxis", wie er im Kontext wissenschaftlicher Wissensgenerierung zu fassen ist, um <u>das Spezifische bildlicher Sinnerzeugung</u> deutlich zu machen.

(S.27) (Kap.) **Topologische Differenzialität**
Aus den spatialen Eigenschaften des Bildes sowie die ‚Logik des Kontrastes' folgt überdies eine eigene Art von bildlicher Differenzierung, wie sie bereits oben im Kontext der ‚Rahmung', der ‚ikonischen Differenz' und des ‚ikonischen Als' angedeutet werden.
Sie wäre in Ansehung diagrammatischer und graphematischer Visualisierungen genauer zu diskutieren. Den die Räumlichkeit bildlicher Ordnung erlaubt nicht nur ‚Marken' zu unterscheiden oder ‚Markierungen' im Sinne von ‚Zeichnungen' vorzunehmen, sondern durch Zuweisung verschiedener Stellen oder Plätze im Raum ebenso sehr Verteilungen sowie logische und deiktische Funktionen festzulegen, die nunmehr wiederum als **topologische Strukturen** sichtbar gemacht werden können.
Ist die bildliche ‚Logik' grundsätzlich eine andere als die binäre der formalen Logik, vermag sie diese jedoch zu einem gewissen Grade zu inkludieren, wie die schon erwähnten Venn-Diagramme demonstrieren.

(S.17) Visuelle Darstellungen ordnen, verbinden, formen und integrieren Wissen und erzeugen damit eine Koheränz, wo unter Umständen lediglich eine diskontinuierliche Folge von Resultaten vorliegt. Die Ergebnisse der Untersuchung von Astrid Schwarz machen deshalb deutlich, wie sehr sich visuelle Darstellungen von diskursiv-numerischen Darstellungen auch hinsichtlich ihrer Evidenz und Lesbarkeit unterscheiden.
Bilder synthetisieren Wissen, verräumlichen zeitliche Entwicklungen, verleihen ihnen **eine topologische Struktur**, überbrücken Sprünge und nichtstetige Stellen und eröffnen auf diese Weise Plausibilitäten, die eher der Bildlichkeit selbst zuzurechnen sind, als z.B. den durch sie dargestellten Meßergebnissen.

(S.26) Es ist für Flusser das spezifische Kennzeichen des Bildes im Unterschied zur Schrift, mindestens zweidimensional zu sein statt eindimensional zu verlaufen. Dabei erweist sich die räumliche

Organisation des Bildes nicht eigentlich als *extensum*, sondern als *spatium*, weil sie nicht die Signatur einer Ausdehnung oder Oberfläche aufweist, sondern einer ‚Zwischenräumlichkeit', im Bild die Form oder ***topologische Struktur*** auszeichnet.
Das bedeutet auch, visuelle Darstellungen eröffnen den Zugriff auf Anordnungen, Muster oder Relationen, sie ermöglichen die Herstellung von Verbindungen und Zusammenhängen und damit auch der Entdeckung von Neuem „auf einen Blick", während diskursive Argumentationen syntaktisch-logischen Folgen, d.h. einer Ordnung des Nacheinander, mithin stets der Zeit gehorchen.

(S.33) **topologische Argumentation**
Spatialen Ordnungen fallen in diesem Sinne eine unmittelbar epistemische Rolle zu. *Sie weisen in eine Epistemik des Sichtbaren, wie sie der Bildlichkeit überhaupt angehört.* Unterschiede werden dabei nicht als Differenz zwischen ‚Marken' modelliert, sondern als Unterschiede räumlicher Strukturen, d.h. als Systeme von Unterräumen, Zuordnungen, Rasterungen und Ähnliches, sodaß sich von ‚spatialen Differenzierungen' sprechen läßt, die mittels Kontrasten, Lücken, Abständen oder Auslassungen usw. arbeiten, wie sie Richtmeyer in diesem Band von Wittgenstein her einer genaueren Diskussion unterzieht. Sie koinzidieren mit Spielarten der ‚ikonischen Differenz'.
Sucht man diese im Metier des Diagrammatischen und Graphematischen, bedarf es demnach des Blicks auf solche ‚interspatialen' Operationen und ihre vielfachen Varianten, die die ***visuelle Argumentation*** **im wesentlichen als eine topologische ausweist**.

(S.41) Fast man zusammen, ergibt sich, dass bei Text/daten- und Bild-Transformationen vor allem punktförmige Datensätze und linear-zeitliche Strukturen in räumliche Strukturen transferiert werden. Sie weisen einige Besonderheiten auf, die die Bild-‚Logik' im Vergleich zur diskursiven auszeichnet. So werden logische Relationen ebenso wie Sukzessionen und Grund-Folge-Verhältnisse in **topologische Ordnungsrelationen** überführt, die unter anderem die Darstellung netzartiger Verknüpfungen oder die Entdeckung impliziter Strukturen und deren Teilräume ermöglichen.

Implikationen sowie Kausalitäten lassen sich zwar lediglich in Form von Simultaneitäten, Differenzen als Kontraste oder Komplementaritäten, ‚Und'- oder ‚Oder'-Relationen in Gestalt von Überschneidungen bzw. Vereinigungen darstellen, doch so, dass sie wiederum stets *beide* Alternativen sichtbar machen und damit neue Lösungen anbieten.

Bleibt zudem in der visuellen Darstellung eine adäquate Repräsentation der Aussagenlogik wegen fehlender Negation problematisch, werden umgekehrt, anders als in diskreten Texturen, Proportionalitäten, Richtungen, Pfadabhängigkeiten, Verteilungen oder Isomorphien direkt sichtbar.

Operative Bildlichkeit. Von der ‚Grammatologie' zu einer ‚Diagrammatologie'? Reflexionen über erkennendes ‚Sehen" (2009) Sybille Krämer

In: Logik des Bildlichen

(S.99/Abschnitt) Gerichtetheit
Räume sind gerichtet: es ist unser Körper, der in dem uns umgebenden Raum für eine elementare Orientierung (etym.: ‚Einosten') sorgt, indem vorne und hinten, oben und unten, innen und außen, zentral und peripher ein grundständiges Gefüge von Verhältnissen verkörpert, das bis in vielfältige metaphorische Erweiterungen hinein für uns universelle Ordnungsrelationen stiftet.
Der für die operative Bildlichkeit charakteristische Verzicht auf die Tiefendimension, die Konzentration auf die Zweidimensionalität der Fläche als Ordnungs- und Anordnungsraum lässt dann umso deutlicher ausgezeichnete Grundschemata des **topologisch Verknüpfbaren** hervortreten:
die Hauptachsen sind dabei oben unten und unten, rechts und links, inmitten und randständig.
Und das alles ist nur möglich, weil so – wie bei allen Bildern – die Fläche der Einschreibung sowohl ausgedehnt, wie auch klar begrenzt ist.

Sybille Krämer beschreibt hier primär die zugrundeliegende mediale Formatierung und die leibliche Orientierung in Bezug auf eine definierte Fläche und keine topologischen Beziehungen.

Wissen als Bild. Zur diagrammatischen Kunstgeschichte (2009) Astrit Schmidt-Burkhardt

In: Logik des Bildlichen

(S.170) Das historische Wissensbild ist ein „Konfigurationsraum" (Bachelard), der durch das In-Beziehung-Setzen von Daten und Fakten Sinneffekte erzeugt. Die Sichtbarkeit von Zahlen, Namen und Begriffen, die an ein zweidimensionales Zeichensystem gebunden ist, eröffnet einen kognitiven Denkraum, der konventionelle Vorstellungen von Wissensbildern zu sprengen vermag, sobald man damit ein System aus kausal-logischen Relationen des Nacheinander, der Über- und Unterordnung erstellt. Es kommt die **topologische Relationalität der Daten** an.
Dabei genügt es nicht wie bei Max Deri, einfach einen rasterraum zu Skizzieren und darin am Beispiel der Malerei des 19. Jahrhunderts einen Zweiländer-Vergleich über einen Zeitraum von 100 Jahren anzustellen.

Astrit Schmidt-Burkhardt nimmt in ihren Formulierungen auf die Graphentheorie Bezug.

Topologie – Topology (2013) Hg. Christophe Girot u.a.

(S.14) … Topologen aber ordnen den Raum.

(S.14) … Ordnen selbst ist Ästhetik.

(S.15) Viele Probleme sind solche räumlicher Verortung. Topologie ist die Praxis der richtigen Ordnung durch die Erfahrung von Schönheit. Sie ist ein proportionales In-Beziehung-Setzen.

(S.16) … Topologie schafft Beziehungen und schätzt die Gleichzeitigkeit des Unentscheidbaren: Urwald neben Acker neben Industrie.

(S.18) Topologie liest den gesamten Raum als Gefüge von Spuren und sucht nach Strukturen: Topologisches Gestalten bedeutet nicht die Implementierung stets neuer Elemente, sondern die Vermittlung zwischen dem Gegebenen, einem bewährten Gestaltungswissen und den Wünschen der Menschen.

(S.20) … Das topologische Naturverständnis ist ein ästhetisches: daraus spricht uns eine Aufgabe an.

(S.23) Topologie ist die Praxis der richtigen Ordnung durch die Erfahrung von Schönheit.

(S.23) Topologie ordnet die disziplinären Einzelinteressen der Gestaltung des Raumes unter.

LANDSCRIPT 3 / TOPOLOGY (2013) Hg. Christophe Girot u.a.

(S.92) Topology is based on the meaning of a terrain, not only technically, but also culturally and symbolically, because it relates to the genealogy of place.

(S.102) Topology is about the primacy of the actual terrain over an idealized vision; and letting a terrain speak in this manner brings something quite new to the discipline. There remains the challenge of how to recover meaning in a landscape with which we seemingly lost touch.

(S.114) Topology is about design in an age of geographic information.

Literatur

A
Spatial Data Modelling for 3D GIS (2008) **Alias Abduhl-Rahman, Morakot Pilouk**
Das Knotenbuch. Einführung in die mathematische Theorie der Knoten (1995) **Colin C. Adams**
4000 Jahre Algebra. Geschichte – Kulturen – Menschen (2000) **H.W. Alten, A. Djafari Naini, B. Eick**, u.a.
Visual Thinking (1969/2004) **Rudolf Arnheim**
B
Graph Theory 1736-1936 (1976/2006) **N.L. Biggs, E.K. Lloyd, R.J. Wilson**
Elements of Mathematics – General Topology Chapters 1-4 (1971/1989) **N. Bourbaki**
Elements of Mathematics – General Topology Chapters 5-10 (1974/1989) N. Bourbaki
Mathesis & Graphé. Leonhard Euler und die Entfaltung der Wissenssysteme (2010)
Hg. **Horst Bredekamp, Wladimir Velminski**
Technik – Macht – Raum. Das Topologische Manifest im Kontext interdisziplinärer Studien (2018)
Hg. **Andreas Brenneis, Oliver Honer, Siana Keesser, Annette Ripper, Silke Vetter-Schultheiß**
Qualité(s) & Philosophie(s): Topologie des qualités (2011) **Sonia Bressler**
CD
Intuitive Topology (2001) **Roberto Casati**
Figuring Space. Philosophy, Mathematics, and Physics (1993/2000) **Gilles Chatelet**
Woran erkennt man Strukturalismus (1973/1975/1992) **Gilles Deleuze**
Die Falte. Leibniz und der Barock (1988/1995) Gilles Deleuze
Topologie der Kontrolle? Mathematisierbarkeit mit Deleuze (2019/PhD) **Kai Peter Denker**
Tasten Riechen Schmecken. Eine Ästhetik der anästhesierten Sinne (2005) **Madalina Diaconu**
Graphentheorie (2006) **R. Diestel**
Topological (in) Hegel (2015/DISS) **Borislav G. Dimitrov**
Architecture Drawing Topology (2017) Ed. **Cort Ross Dinesen** u.a.
Cartography, Morphology, Topology (2010) Ed. **Cort Ross Dinesen** *(vergriffen)*
Mit <Pluralen Bildern> zu einer Diagrammatik der Korrelation (2015/www) **Gerhard Dirmoser**
Genau und anders. Mathematik in der Kunst von Dürer bis Sol Lewitt (2008) Hg. **Wolfgang Drechsler**, MuMoK
Geschichten im Raum und Raumgeschichte, Topologie und Topographie: Wohin geht die Wende zum Raum?
(ca. 2008-2015) **Jörg Dünne**
Handbuch Literatur & Raum (2015) Hg. **Jörg Dünne, Andreas Mahler**
E
Kafkas Ausstieg, Blanchots Milieu. Von der Produktivität unterirdischer Architekturen (2013) **Anna Echterhölter**
(In: Die Räume der Literatur)
Point-set topological spatial relation (1991) **Max J. Egenhofer, Robert D. Franzosa**
(In: INT. J. GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS, 1991, Vol. 5, No. .2, 161-174)
Imagine Math 3 (2015) Ed. **Michele Emmer**
Die Entstehung der Knotentheorie. Kontexte und Konstruktionen einer modernen mathematischen Theorie
(1999) **Moritz Epple**
F
Jenseits des Raumes: Zur filmischen Topologie des Urbanen (2010) **Laura Frahm**
On Folding. Towards a New Field of Interdisciplinary Research (2016)
Ed. **Michael Freidman, Wolfgang Schäffner**
Topology and Phenomenology in Landscape Architecture (2017) **Anette Freytag**
(In: Landschaftsarchitekturtheorie (2018) Hg. Karsten Berr)
G
Mathematics + art. A cultural history (2016) **Lynn Gamwell**
Diagrammatik und Philosophie (1992) Hg. **Petra Gehring, Thomas Keutner, Jörg F. Maas**, u.a.
Visual Thinking in Mathematics. An Epistemological Study (2007) **Marcus Giaquinto**
The ecological approach to visual perception (1986/2015) **James J. Gibson**
The Topology of Chaos (2011) **Robert Gilmore, Marc Lefranc**
Topologie – Topology (2012) Ed. **Christophe Girot**
Landscript 3 – TOPOLOGY (2013) Ed. **Christophe Girot, Anette Freytag, Albert Kirchengast,**

Dunja Richter, Wilhelm Krull, Antje Stokman
Geometrie und ihre Anwendungen in Kunst, Natur und technik (2007) **Georg Glaeser**
The Structure of Appearance (1951) **Nelson Goodman**
Sprachen der Kunst (1995) Nelson Goodman
Shape from Positional-Contrast. Characterising Sketches with Qualitative Line Arrangements (2007) **Björn Gottfried**
La Topologie ordinaire de Jacques Lacan (1985) **Jeanne Granon-Lafont**
Die Ausdehnungslehre von 1844 oder - Die lineale Ausdehnungslehre ein neuer Zweig der Mathematik (1878) **Hermann Grassmann**
Topologie. Zur Raumbeschreibung in den Kultur- und Medienwissenschaften (2007) Hg. **Stephan Günzel**
Raum. Ein interdisziplinäres Handbuch (2010) Hg. Stephan Günzel
Raumtheorie. Grundlagentexte aus Philosophie und Kulturwissenschaften (2006) Hg. **Stephan Günzel, Jörg Dünne**

H IJK

The social logic of space (1984) **Bill Hillier, Julienne Hanson**
Topology-based Methods in Visualization (2007) Hg. **Helwig Hauser, Hans Hagen, Holger Theisel**
Space is the Machine: A Configurational Theory of Architecture (1996) **Bill Hillier**
Topologien der Bilder (2008) Hg. **Inge Hinterwaldner, Carsten Juwig, Tanja Klemm, Roland Mexer**
Urbane Topologie. Architektur der randlosen Stadt (2002) **Joachim Huber**
Graphen, Netzwerke und Algorithmen (1994) **Dieter Jungnickel**
Bildtopologie. Spielräume des Imaginären nach Henri Bergson und Marcel Duchamp (2016/DISS) **Sarah Kolb**
Figuration, Anschauung, Erkenntnis. Grundlinien einer Diagrammatologie (2016) **Sybille Krämer**
Zur Zeichenpotenz der Topologie von liturgischen Räumen. Eine semiotische Medienanalyse weltlicher Inszenierungen in evangelischen Kirchenräumen (2015/DISS) **Julia Stephanie Kretschmer-Wachsmann**

L

Origami Design Secrets. Mathematical Methods for an Ancient Art (2003) **Robert J. Lang**
Topisches Sozialsystem – Die Einführung der japanischen Lehre vom Ort in die Systemtheorie und deren Konsequenzen für eine Theorie sozialer Systeme (2003) **Thomas Latka**
Topology: On the Design of Contemporary Landscape (2013) **Andreas Lechner** (In: Journal of Landscape Architecture (2013) Vol. 1, Issue 1)
3D Geo-Information Sciences (2009) **Hg. Jiyeong Lee, Siyka Zlatanova**
Mathe+Matics of Space (2011 AD Architectural Design No. 212) **George L. Legendre**
Topology and dynamics of chaos – In Celebration of Robert Gilemore's 70th Birthday (2013) Ed. **Christophe Letellier, Robert Gilmore**
Esprit (November 1963) **Claude Lévi-Strauss** [zitiert von G. Deleuze]
Principles of Topological Psychology (1936/2013) **Kurt Lewin**
Kurt Lewin. Werkausgabe – Band 4. Feldtheorie (1982) Hg. Carl-Friedrich Graumann
Indiskrete Semantik. Kognitive Linguistik und neurowissenschaftliche Theoriebildung (2002) **Erika Linz**

M

Linienwissen und Liniendenken (2017) Hg. **Sabine Mainberger, Esther Ramharter**
Fact or Fuzzy? On the Topology of Space Perception in Digital Architecture (2008/www) **Thomas Markussen**
Elemente der Musikinformatik (2006) **Guerino Mazzola**
A Computational Introduction to Digitale Image Processing – 2nd Edition (2016) **Alasdair McAndrew**
Abstract art now – strictly geometrical? (2006) Ed. **Lida von Mengden**
Epistemologien des Ästhetischen (2015) **Dieter Mersch**
Logik des Bildlichen. Zur Kritik der ikonischen Vernunft (2009) Hg. **Martina Heßler, Dieter Mersch**

N

Jean-Luc Nancy (...)
The spatiotemporal representation of dance and music gestures using Topological Gesture Analysis (TGA) (2010) **Luiz Naveda, Marc Leman**
Formen der Wirklichkeit und der Erfahrung. Henri Bergson, Ernst Cassirer und Alfred North Whitehead (2015) **Viola Nordsieck**
The new structuraliosm. Design, engineering and architectural technologies (2010) Ed. **Rivka Oxman, Robert Oxman**

P
Topological Methods in Data Analysis and Visualization II (2012) **Ronald Peikert**, Hamish Carr, Helwig Hauser, Raphael Fuchs
Topological Methods in Data Analysis and Visualization III (2014) **Ronald Peikert**, Peer-Timo Bremer, Ingrid Hotz, Valerio Pascucci
Topological Methods in Data Analysis and Visualization IV (2017) Hamish Carr, Christoph Garth, Tino Weinkauf
Der Strukturalismus (1968/1973) **Jean Piaget**
Topologie. Falten, Knoten, Netze, Stülpungen in der Kunst und Theorie (2009) Hg. **Wolfram Pichler, Ralph Ubl**
Topologie des Bildes. Im Plural und im Singular (2010) **Wolfram Pichler** (in: das Bild im Plural. Mehrteilige Bildformen zwischen Mittelalter und Gegenwart (2010) Hg. David Ganz u. Felix Thürlemann)
Bildoberflächen, topologisch gewendet. Zur Kunstgeschichte des Möbiusbandes seit ca. 1935 (2010) **Wolfram Pichler** (in: Lob der Oberfläche. Zum Werk von Elfriede Jelinek (2010) Hg. Thomas Eder, Juliane Vogel)
Architekturgeometrie (2010) **Helmut Pottmann, Andreas Asperl, Michael Hofer, Axel Kilian**
R
Shadows of Reality. The Fourth Dimension in Relativity, Cubism, and Modern Thought (2006) **Tony Robbin**
Die Ordnung der Zeit (2018) **Carlo Rovelli**
Und wenn es die Zeit nicht gäbe? (2018) Carlo Rovelli
S
Mathematische Bilder (2009) **Martina Schettina**
Bilder des Sozialen. Das Netzwerk in der soziologischen Theorie (2014) **Tobias Schlechtriemen**
Ort und Verortung. Beiträge zu einem neuen Paradigma interdisziplinärer Forschung (2017) Hg. **Annika Schlitte, Thomas Hünefeldt**
Diagrammatik-Reader – Grundlegende Text aus Theorie und Geschichte (2016) Hg. **Birgit Schneider, Christoph Ernst, Jan Wöpking**
Das transplane Bild. Raumwissen jenseits der Perspektive (2010) **Jens Schröter**
Topologien der Kritik. Kritische Raumkonzeptionen bei Gilles Deleuze und Michel Serres (2011) **Doris Schweitzer**
Hermes IV. Verteilung (1977/1993) **Michel Serres**
Hermes I. Kommunikation (1968/1991) Michel Serres
Der Parasit (1980/1987) Michel Serres
Die fünf Sinne (1985/1993) Michel Serres
Atlas (1994/2005) Michel Serres
Michel Serres - Aufklärungen. Fünf Gespräche mit Bruno Latour (1992/2008)
Poesis and enchantment in topological matter (2013) **Xin Wie Sha**
Laws of form. Gesetze der Form (1969) **George Spencer-Brown**
T
What Shape Is Space? A primer fort he 21st century (2018) The Big Idea, **Giles Sparrow, Matthew Taylor**
Graphentheorie. Eine anwendungsorientierte Einführung (2003) **Peter Tittmann**
Topologie – Ein Lesebuch von den elementaren Grundlagen bis zur Homologie und Kohomologie (2017) **Fridtjof Toenniessen**
UVW
Leonhard Euler - Die Geburt der Graphentheorie (2009) Hg. **Wladimir Velminski**
Performative Topologies for Musical Expression (2018) **Jens Vetter**
Masters of Origami – Die Vielfalt der Faltkunst (2005) **Tom Wallmann**, Hangar 7
Art and Representation. New Principles in the Analysis of Pictures (1997) **John Willats**
Making Sense of Children's Drawings (2005) John Willats
Raum und Wissen. Elemente einer Theorie epistemischen Diagrammgebrauchs (2016) **Jan Wöpking**
6000 Jahre Mathematik. Eine kulturgeschichtliche Zeitreise. II: Von Euler bis zur Gegenwart (2009) **Hans Wußing**
Filmtheoretische Schriften Bd.2 – Grundzüge einer Topologie des Narrativen (2014) **Klaus Wyborny**