

Benjamin Steininger
Oberflächenwissen im Untergrund
Bemerkungen zur Technizität der Landschaft

Der Graubündner Ofenpass ist ein Mischwesen. In 2150 Metern Meereshöhe verbindet er das untere Engadin mit dem gerade noch schweizerischen Münstertal und weiter mit Tirol. Er ist gleichzeitig uralt und vergleichsweise neu, ein Wildpfad aus menschenloser Vorzeit, und als Verkehrsweg für Last- und Personenkraftwagen doch einer der jüngsten Alpenpässe. Als Hybrid zwischen Vorzeit und Gegenwart, zwischen Natur und Technik hat Vilém Flusser die Passstraße in seinen Essayband „Vogelflüge“ aufgenommen (Flusser 2000: 7f). Landschaften sind in diesen „Essays zu Natur und Kultur“ immer wieder Anlass für Flussers Überlegungen. „Die Zeder im Park“ als triumphierender Fremdling zwischen all den bodenständigen Nussbäumen im Anjou, „Kühe“ als optimale Maschinen, „der falsche“ – nämlich zur Unzeit ausgebrochene – „Frühling“ – die Landschaften beginnen zu flirren, je öfter man sie durchschreitet, je genauer man die einzelnen Gegenstände betrachtet. In der Bewegung, im Wechsel der Perspektive kommt ein Grundzug von Landschaft überhaupt in den Blick. Der kategoriale Status scheinbar einfachster Formationen ist hier nie ganz festzulegen, hartnäckig changieren die Dinge in der Landschaft zwischen einem natürlichen und einem technischen Aspekt. Gehört eine vor Urzeiten dem Wald abgetrotzte Wiese zum technischen Teil der Landschaft, oder legt gerade sie „die Essenz der Natur“ frei (Flusser 2000: 90), wie Flusser selbst annimmt?

Es sind beschauliche Szenerien, über die Flusser an das für die Moderne und Postmoderne so brisante Spannungsfeld von Natur und Kultur heranführt: der Blick in den Regen vor dem Fenster, der Gang durch den Park, der Nebel in einem Hochtal. Der vorliegende Essay setzt ebenfalls an einer Alltagserfahrung an, am Blick durch die Windschutzscheibe. Tankstellen, Lärmschutzwände, Gewerbegebiete, dazwischen Maisfelder und Raps, auf einer Industriebrache Reste von Trockenrasen und Holunderbüsche, daneben ein Solarpark. Wild- und Signalbrücken an der Autobahn, auf der rechten Spur eine Lkw-Kolonne, als Begleitgrün und Windschutz noch mal weiter rechts Hecken aus Haselnuss, Hainbuche und Ahorn. Die deutsche Landschaft fliegt als Technolandschaft vorbei, geformt und überformt von Verkehr, Industrie und industrialisierter Landwirtschaft.

Automobiler Massenverkehr und industrialisierte Landwirtschaft sind ganz offenkundig Insignien gegenwärtiger Landschaft. Worauf aber verweisen Maisfelder und Tankstellen? Nicht nur als Bild, sondern ganz real? Wie lassen sich hier Natur und Technik in einem exemplarischen,

flirrenden Wechselspiel begreifen, welche Essenz der Natur wird womöglich auf einem kunstdüngergesättigten Rapsfeld freigelegt? Eine für ihren automobilen Anblick, wie für das landwirtschaftliche Funktionieren der modernen Technolandschaft ebenso zentrale wie obskure Landmarke soll in diesem Beitrag angesteuert werden, ein Unort, den kaum jemand überhaupt zur Landschaft rechnen würde: die chemische Fabrik und darin eines ihrer wichtigsten Grundprinzipien, die Katalyse.

Es wird herangeführt an einen typisch modernen Knotenpunkt von Natur und Kultur, aber auch von Mikro- und Makroebene, von planetarischer und molekularer Ordnung. Ähnlich wie Flussers flirrende Landschaften, die zwischen technischem und natürlichen Aspekt changieren, ist auch diese Landmarke in ihrem Status nicht festlegbar. Fluchtpunkt, an dem die Technolandschaft der Gegenwart *in nuce* reflektiert werden soll, sind molekulare Mikrolandschaften in den Labors und Fabrikationsanlagen, katalytisch aktive Oberflächen von Festkörpern. Hier, in den Bergen und Tälern im Mikroformat, auf energetischen Passübergängen und chemischen Bruchzonen finden genau die Prozesse chemischer Kommunikation statt, ohne die unsere Maisfelder und Tankstellen nicht das wären, was sie sind. Bewusst verortet sich diese medientheoretische Überlegung im Raum des Realen, im krude Materiellen, nicht in Abbildern, Information und Programmen von Landschaft. Offenkundig ist das globale Dorf der Medien eben kein Dorf, denn es ist ja auch keine Landschaft der Subsistenz und der geschlossenen Kreisläufe, die uns umgibt. Medientheorie darf von den offenen Materialströmen und von den schmutzigen Materialeffekten also nicht abstrahieren. Die Denkbewegung verknüpft dabei unterschiedliche Schichten von Landschaft, die Mesosphäre der erlebten Landschaft, die Mikrosphäre ihrer technologischen Konstitution, und die Makrosphäre des Globalen, ohne die in der Moderne Landschaften nicht zu denken sind. Chemische Kommunikation, aktive Oberflächen – auch wenn die landschaftsbildende Technologie der chemischen Industrie in Vilém Flussers „Essays zu Natur und Kultur“ nur sehr entfernt gestreift wird, so sind es nicht zuletzt derartige Denkfiguren, die den Fluchtpunkt dieses technikhistorischen Ausritts in Sichtweite des Flusserschen Denkens verorten.

Globale Landschaft

Auf ganz unterschiedliche Weise ist das, was wir Landschaft nennen, immer schon ein Mischwesen. Die Landschaft ist Schauplatz einander widerstrebender, aber auch einander verstärkender Dynamiken. Kräfte des Anorganischen und des Lebendigen, Natur und Technik bilden Strukturen und bauen sie gleichzeitig wieder ab. Landschaft ist aber nicht nur ein dynamisches Mischwesen. Sie ist auch ein Hybrid aus gegebenem und gemachtem. Die Medien der Darstellung, Malerei

bis Photometrie bis MMS bestimmen das Bild der Landschaft und lenken den Blick. Auch durch ihre verkehrstechnische Erschließung, durch Eisenbahn, Autobahn, Fahrrad bis Flugzeug ist Landschaft nicht einfach gegeben, sondern technisch vermittelt. Aber auch auf ganz grundlegende Weise, nämlich in ihrer materiellen Gestalt, in Vegetation, Tierwelt, Hydrologie und Boden haben die allermeisten Landschaften, mit denen wir zu tun bekommen, etwas von Menschen gemachtes, kultiviertes. Natur- aber auch Kulturgeschichte ist in der Landschaft gespeichert, dauerhafter als in jedem anderen Archiv, wenn auch schwerer zu lesen. Nicht nur Flussers „Zeder im Park“, auch vermeintliche Buchenurwälder verdanken sich einem technischen Eingriff in neolithischen Rodungskulturen (Küster 1995: 105). Gleichzeitig sind Landschaften aber auch nie ganz Kultur. Der Kontrollverlust, das Irrationale, das Ungestüme, nach klassischer Lesart Natur also, liegt jeder noch so gezähmten Landschaft unmissverständlich zu Grunde. Selbst in der kultiviertesten Parkanlage brechen Schneckenplagen aus, selbst den ältesten Olivenhain kann der Frost zerstören, selbst der betonierte Hinterhof setzt irgendwann Moos an. Landschaften sind auf unkürzbare Weise Gewebe aus beidem, aus Natur und Kultur. Welcher Anteil faktisch überwiegt, oder zu überwiegen scheint, unterliegt dabei großen Verschiebungen, je nachdem, in welchem historischen oder geographischen Raum man sich befindet. Vilém Flusser etwa verortet seine Essays zu Natur und Kultur explizit in einer europäischen, gezähmten Landschaft: in Alpentälern, an der Loire, auf Reisen durch Mitteleuropa. In Brasilien wären die Essays „nicht mit der Natur, sondern gegen sie geschrieben worden“ (Flusser 2000: 127). Eine feindliche Natur treibt die Menschen in den Tropen in die dichtbesiedelten Zentren, während in den gemäßigten Zonen, in der umgepflügten Landschaft Europas, der Raum außerhalb der Zentren zu einer Zone der Erholung geworden ist. Landschaften sind also auf unterschiedliche Weise gemacht, und sie sind daher auch auf unterschiedliche Weise dazu geeignet, die Grenzziehungen von Natur und Kultur zu reflektieren. Die brasilianische Erfahrung ist dabei die eindeutig ältere. Während nahezu der gesamten Kulturgeschichte müssen sich die geschützten Innenräume der Kultur, also Städte, aber auch die sie umgebenden und verbindenden Kulturlandschaften mühsam gegen das Außen der Natur behaupten. In der Moderne hat sich dieses Verhältnis auf erstaunliche Weise gedreht. In einem nicht weniger als planetarischen Maßstab erscheint nicht mehr Natur, sondern Industrie und damit Technik als bestimmender Faktor für Landschaften. Landwirtschaft ist von einer Institution zur Ansammlung von Sonnenlicht zu einer Institution zur Verteilung fossiler Energie mutiert. Über Kunstdünger und Motorisierung wird mehr Energie in eine Landschaft investiert, als ihr in Form von pflanzengebundener Sonnenenergie entnommen werden kann. Und es sind auch nicht mehr einzelne, abgrenzbare Kulturlandschaften, die sich hier entlang einer Küste, dort in einem fruchtbaren Hügelland und wieder anderswo über einem besonders wichtigen Rohstofflager erstrecken, ja nicht mal mehr einzelne Kontinente erscheinen als wirklich signifikante Land-

schaft der Gegenwart. Auf der gesamten Erdoberfläche sind Anzeichen einer technischen Überformung greifbar. Zwar sind weitere Prognosen errechnet und modelliert, bewegen sich also im labilen Wissensraum der Simulation, die Brisanz der Anzeichen ist aber real. Veränderte Biodiversität, Erosion, Klimawandel sind Schlagworte jeder Diskussion über Landschaft. Die Spur der Technik reicht – wenn man von außererrestrischer Apparatur absieht – von den tiefsten Erz- und Erdölbohrungen in der Lithosphäre bis zu den höchsten Schichten der Atmosphäre, und damit zu den flüchtigsten und mobilsten Anteilen jeder Landschaft. So ungreifbar klein der Anteil von CO₂ in der Atmosphäre auch sein mag – mit 0,039 % ist dieser Schlüsselstoff der Gegenwart ja weiterhin kaum mehr als ein Spurengas – die systemischen Effekte einer von fossilen Rohstoffen befeuerten Moderne lassen über das Medium der Luft keinen Winkel der Erde unberührt. Was als Naturlandschaft erfahren wird, ist nicht selten Sekundärnatur. Industriebrachen, von Verkehrswegen abgeschnittene Gelände oder alte Technikbauwerke bilden oft artenreichere Biotope als die offene Landschaft selbst (vgl. Rheinberger 2005: 46f.). Vom Anthropozän, von einem vom industrialisierten, industrialisierenden Menschen gemachten, und schon gegenwärtig im geologischen Maßstab erkennbaren, neuen Erdzeitalter sprechen die Klimawissenschaftler. Von der Brisanz dieser planetarischen Diagnosen kann das Nachdenken über die Landschaften der Gegenwart kaum absehen. Umgekehrt darf die planetarische Totale aber auch nicht den Blick verstellen auf weiterhin kleinteilige Mischwesen, auf die – mit den berühmten Vokabeln des Wissenssoziologen Bruno Latour – „Hybride“, und „Quasi-Objekte,“ die die planetarischen Prozesse tragen, und an denen sich entsprechend das aktuelle Gewebe aus Natur und Kultur exemplarisch studieren lässt (Latour 1995: 145ff).

Katalytische Industrie

Einer der Grundzüge der modernen Technologie ist zweifellos Beschleunigung. Verkehrsmittel, Medientechnik, Finanzwesen, Produktion – überall werden immer höhere Geschwindigkeiten die Regel. Auch in einem globalen Maßstab, in der globalen Landschaft, ist das Phänomen greifbar, und zwar auf drastische Weise. Prozesse, die bislang in evolutionären, also außermenschlich langsamen Zeiträumen vor sich gingen, laufen in den letzten gut 200 Jahren in historischer, menschlich erlebbarer Zeit ab: Verbreitung und Verdrängung von Flora und Fauna, verstärkte Erosion und Sedimentation, etc. Eine der Grundlagen für diese Beschleunigung selbst naturhistorischer Prozesse ist bekanntermaßen die Umstellung des globalen Energiesystems von einem solaren, auf ein fossiles Regime. Das seit Beginn der Moderne typische, kontinuierliche ökonomische Wachstum, ist ohne den Zustrom von prähistorischen Energiemengen aus der Tiefe nicht denkbar.

Prähistorische Natur, prähistorische versunkene Landschaften und Lebensformen tragen die moderne Technik und Wertschöpfung. Während sich das moderne Leben von aktuellen Wirkkreisen des Natürlichen also immer mehr entkoppelt, schreibt es sich in immer tiefere Schichten der organischen Naturgeschichte ein, mit immer ausgreifenderen Folgen.

Einer der Industriezweige innerhalb dieses fossilen Energieregimes, der maßgeblich, und auf mehreren Ebenen zur Beschleunigung der Moderne beiträgt hat und dabei nachhaltige Spuren auf dem gesamten Planeten hinterlässt, ist die chemische Industrie. Die modernen Wachstumsraten hängen nicht zuletzt am Vermögen genau dieser Industrie, Stoffe zu veredeln, aus Grundstoffen wie Kohle oder Erdöl, Kalk, Wasser und Luft die ganze Palette der modernen Materialien zu erzeugen: Kraftstoffe, Baustoffe, Kunststoffe. Und es sind nicht nur buchstäbliche Kunststoffe, die dabei entstehen. Wachstum auch im physischen Sinne, das Wachstum von Pflanzen und Tieren unterliegt einer chemisch industriellen Beschleunigung, denn es sind erst industriell erzeugte Kunstdünger, die die Ertragssteigerungen der modernen Landwirtschaft ermöglicht haben. Wachstum ist damit ein Industrieprodukt. Es ist aber umgekehrt, und hier beginnt die chemische Fabrik selbst kategorial zu flirren, ein quasinatürliches Prinzip der Beschleunigung, das das Wachstum der chemische Industrie trägt, und das ab 1900 randständige Farbenproduzenten zu Pfeilern der modernen Wertschöpfung werden lässt: das Prinzip der Katalyse.

Katalysatoren sind in der Chemie Stoffe, die scheinbar durch pure Anwesenheit, nämlich ohne im Produkt vorzukommen, Geschwindigkeit und Richtung chemischer Reaktionen verändern können. Reaktionen zwischen Stoffen, die ansonsten nur langsam und mitunter sogar unterhalb der Schwelle der Messbarkeit ablaufen, gehen plötzlich rasch vor sich, wenn ein Katalysator hinzutritt. Sowohl in der Welt des Anorganischen, wie im Organischen sind derart katalytische Reaktionen ubiquitär. Als technischer Begriff ist Katalyse zwar ein Produkt der modernen Wissenschaft, als Naturprinzip ist die Katalyse so alt wie das Universum. Die Entstehung des Lebens, und jede Lebenstätigkeit von Organismen seither ist ohne die Wirkung von Biokatalysatoren, von Enzymen aller Art, von hochspezifisch aktiven Stoffen also, die die tausenden von gleichzeitigen Reaktionen des Stoffwechsels, der Vererbung etc. in den Zellen der Pflanzen und Tiere koordinieren, nicht denkbar. Aber auch als Kulturprinzip ist die Katalyse faktisch uralte. In Form von Fermentation und Gärung ist die unmaßstäbliche Wirkung von Stoffen seit Entstehung der Kultur wohl bekannt. In einem mikrochemischen Sinn ist sogar einer der Gründungsakte der Kultur überhaupt, die Entdeckung und Nutzung des Feuers nicht ohne katalytisch wirksame Spurenelemente möglich. Von einem destruktiven, zu einem konstruktiven Faktor, von einem rätselhaften Signum des Verfalls, ausgesprochen etwa in der biblischen Metaphorik des Sauerteigs, zu einem Wachstumsprinzip der modernen Kultur und Industrie wird Katalyse aber erst am Ende des 19. Jahrhunderts. Wirkung durch Gegenwart – so der nebulöse Fachterminus bis dahin – wird im

Licht der neuen, thermodynamisch informierten Chemie neu definiert: Katalyse ist seit Wilhelm Ostwalds klassischer Definition die messbare Beschleunigung von bereits stattfindenden, chemischen Reaktionen durch einen in der Reaktion nicht verbrauchten Stoff. Sowohl die Lösung, aber auch die Bindung von Stoffen kann katalytisch beschleunigt werden. Eine dunkle Kraft wird, quantitativ gebändigt, zum Wachstumsmotor neue chemischer Wissenschaften. Aus qualitativer Fermentforschung wird moderne Biochemie. Weltwirksam wird die Katalyse aber vor allem in der chemischen Industrie. Wie mit einer Zeitmaschine wird in den chemischen Fabriken die Uhr vorgestellt, Prozesse, die andernfalls Jahre bis Jahrzehnte dauern würden, laufen in wenigen Minuten oder Sekunden ab.

Auf welche Weise das Molekulare und das Planetarische, Natur und Industrie hier neue Allianzen eingehen und dabei beginnen, Landschaften zu überformen, zeigt schon das erste Großprojekt der katalytisch fundierten Industrie, die Bindung des Stickstoffs der Atmosphäre. Es ist eine globale, und zwar landwirtschaftliche Problemlage am Ende des ersten, industrialisierten Jahrhunderts, an der die chemische Industrie zu einem planetarischen Faktor wird. Anders als in den geschlossenen Stoffkreisläufen der Vormoderne unterliegen die Böden in einer von Verstädterung und Transport geprägten Industrielandschaft einer fast systematischen Auszehrung. Sinkende Erträge stehen einer wachsenden Bevölkerung gegenüber. Die bekannten, großen Auswandererwellen sind nicht zuletzt eine Folge dieser Krise. Zwar ist das chemische Prinzip der Düngung durch Phosphat, Kali und Stickstoff seit Liebig bekannt, aber nicht alle diese Düngemittel lassen sich ohne weiteres von außen heranzuführen. Stickstoff ist zwar in der Atmosphäre nahezu unbegrenzt vorhanden, ihn in gebundene Formen, also in Nitrate zu überführen, scheint aber technisch um 1900 noch Zukunftsmusik. Und die natürlichen Vorkommen an gebundenem Stickstoff sind begrenzt. Im Pamphleten wie William Crookes „The Wheat Problem“ oder Wilhelm Ostwalds „Stickstoff – Eine Lebensfrage“ wird das Problem einer breiten Öffentlichkeit bekannt (Crookes, 1899, Ostwald, 1904). Die insbesondere für das kaiserzeitliche Deutschland dramatische Pointe: es sind Abbaugelände auf der anderen Seite des Globus, in der chilenischen Küstenwüste Atacama, auf der die Nahrungsmittelproduktion via Nitratdünger aufgebaut ist. Und es ist auch noch nicht mal nur die Landwirtschaft, die auf Chilesalpeter nicht verzichten kann. Die kolonialen Nitrate sind zudem für jede Art von Munition essenziell. Eine Seeblockade würde insbesondere Deutschland hart treffen. Eine der extremsten Landschaften der Erde, eine nahezu wasserlose Wüstenei in Südamerika liefert um 1900 also das Potenzial zu Ernährung und Zerstörung auf der anderen Seite des Globus. Dieses geostrategische Spannungsfeld zu entlasten, wird zur Aufgabe einer daran erst entstehenden, chemischen Großindustrie. In einer technowissenschaftlich Kraftanstrengung – zeitgenössisch vergleichbar wohl nur noch mit dem Bau des Panamakanals als einer ebenfalls planetarischen Abkürzung – gelingt es schon vor dem Ersten

Weltkrieg, in völlig neu gestalteten Hochdruckreaktoren den Stickstoff der Luft mit Wasserstoff zu Ammoniak zu binden, unter dem entscheidenden Beschleunigungseinfluss von Katalysatoren. Einige der extremsten technischen Produktionslandschaften sind die Folge. Über einhundert Atmosphären Druck und fünfhundert Grad Celsius, völlig extraterrestrische Bedingungen also, an denen zeitgenössische Materialwissenschaft fast verzweifelt sind notwendig, um nach dem Verfahren von Haber-Bosch die neuen Moleküle zu bilden. Allein für die Suche nach optimalen Katalysatormassen entsteht eine eigene Forschungslandschaft, denn die im Labormaßstab verwendeten, kostspieligen Elemente Osmium oder Uran wären für eine Massenproduktion von x tausend Jahrestonnen nicht geeignet. X tausend Einzelexperimente werden unter der Regie des Chefkatalytikers Alwin Mittasch in den Labors der BASF durchgeführt, um billigere Katalysatormassen zu erzeugen. Kunststoffe erster Ordnung lassen sich nur durch Kunststoffe zweiter Ordnung erzeugen, um die natürlichen Nitratlager durch künstlich zusammengesetzte Moleküle zu ersetzen, werden in einem Akt zweiter Ordnung zunächst die natürlichen Katalysatormetalle ersetzt, durch künstlich zusammengesetzte Kontaktmassen, so genannte Mehrstoffkatalysatoren auf der Basis von Eisen. Die planetarischen Folgen dieser Innovation sind bekannt: Der Erste Weltkrieg kann stattfinden, auch, wenn kurz nach Kriegsausbruch tatsächlich keine Tonne Chilealpeter mehr deutsche Häfen erreicht. In Ludwigshafen und später Leuna werden gigantische Anlagen zur Ammoniaksynthese aus dem Boden gestampft. Die Schlachtfelder Europas, die hier entfesselten Energien der Geschütze und Granaten sind der Wiederhall dieser neuen, chemischen Produktionsanlagen. Die Extrembedingungen, unter denen die Moleküle industriell zusammengesetzt werden, nehmen die Extrembedingungen, unter denen sie entladen werden, gleichsam vorweg. Militärisch verliert Deutschland zwar den Krieg, ökonomisch und technologisch gewinnt die chemisch katalytische Industrie aber immer weiter an Boden. Von einem der größten Importeure von Nitraten wird Deutschland zum größten Exporteur des neuen Düngemittels. Die grüne Revolution in der Landwirtschaft wird mit chemischen Mitteln möglich. Fast wie in Flussers „falschem Frühling“ ist das Wachstum von Ackerfrüchten jetzt auch im Normalfall chemisch beschleunigt. Und weitere Ersatzstoffe folgen. Gummi, Methanol, schließlich Kohlebenzin und Kunstfasern – nimmt man die schon um 1900 erfolgte Ersetzung des tropischen Farbstoffs Indigo hinzu und die allerdings vorkatalytische Ersetzung von Rohrzucker durch Rübenzucker – so erscheint die geopolitische Diagnose des dubiosen, österreichischen Rohstoffschriftstellers Anton Zischka von der „Brechung des Rohstoffmonopol der Tropen“ durchaus zutreffend (Zischka 1940: 172). Was zuvor in tropischen Wüsten, Urwäldern und Sumpfgebieten evolutionär entstanden war, wird jetzt an Orten wie Ludwigshafen und Leuna industriell ersetzt und womöglich noch übertroffen. Polymere und andere Kunststoffe haben gleich gar keine natürlichen Vorläufer mehr, Nylon ist durchaus mehr als künstliche Baumwolle. Aus wenigen Grundstoffen und be-

trächtlichen Mengen an Energie lässt sich ein ganzes Universum an Stoffen erzeugen. Fossile Energie treibt damit nicht mehr nur vergleichsweise stumpfe Dampfmaschinen an – via chemischer Industrie greift sie milliardentonnenschwer in den Stoffwechsel des Planeten selbst ein. Von der Chemie der Kohle aus, von der Veredelung fester Rohstoffe zur Erzeugung flüssiger Motorenkraftstoffe wird ab den 1930er Jahren auch die Petrolchemie katalytisch infiziert. Maisfelder und Tankstellen haben seither die selbe technische Basis. Über die interkontinentale Kooperation der IG Farben und der Standard Oil entsteht das moderne, katalytisch informierte Raffineriesystem mit seinen grandios gesteigerten Ausbeuten. Wie aus dem Nichts werden ungeahnte Energiebeträge verfügbar, wenn die Moleküle des Erdöls nicht nur destilliert und damit sortiert, sondern katalytisch umgewandelt werden. Es ist dieses Kunstprodukt, ein Artefakt und kein Rohstoff mehr, der als Kraftstoff des 20. Jahrhunderts Geschichte macht und Landschaften prägt.

Mikrolandschaften

Laborlandschaften und Produktionsanlagen stellen bereits einen Typus kleinteiliger Landschaft dar, der von einzelnen Ortschaften aus ganze Kontinente beeinflusst. Ihnen zu Grunde liegen aber nochmals kleinteiligere Landschaften, um sie soll es im folgenden Abschnitte gehen, um energetische Höhenprofile zur Deutung des chemischen Geschehens bzw. um die Landschaften auf den katalytischen Oberflächen selbst.

Eine Form der katalytischen Mikrolandschaft ist ein Medieneffekt, ein Effekt der Darstellung energetischer Verhältnisse. Tatsächlich ist das katalytische Geschehen nicht ohne ein Verständnis der Energetik von chemischen Reaktionen überhaupt zu deuten. Damit eine Reaktion zustande kommt, muss eine gewisse Aktivierungsenergie aufgebracht werden, eine Schwelle, die für manche Stoffsysteme zu hoch liegt. Der Katalysator eröffnet in einer derart blockierten Situation einen anderen, trotz Umweg einfacheren Weg. Den Kern des katalytischen Prozesses bilden labile, äußerst kurzlebige Verbindungen zwischen den Ausgangsstoffen und dem Katalysator. In einer Art chemischem Zyklus kommt zunächst – im Fall einer katalytischen Synthese – eine Verbindung zwischen dem ersten Reaktionspartner und dem Katalysator zustande, ein kurzlebige, aber – im Gegensatz zur Ausgangslage – reaktionsfreudige Zwischenverbindung, die ihrerseits schon Sekundenbruchteile später mit dem zweiten Ausgangsstoff reagiert, und zwar dergestalt, dass der Katalysator wieder freigesetzt wird. Ein neuer Zyklus kann beginnen.¹ Wie ein Prozessor, wie ein

¹ Im Fall einer katalytischen Lösung läuft der Vorgang umgekehrt ab, wiederum bildet sich ein Zwischenprodukt, das dann nochmals weiterreagiert.

chemischer Schalter pendelt der Katalysator zwischen dem Zustand der Bindung und der Lösung hin und her, er schaltet sich aus und wieder ein, und stiftet bzw. löst so Verbindungen zwischen Stoffen, die ohne sein Zutun nicht zustande gekommen wären, da die energetischen Schwellen zur Lösung oder Bindung ohne Katalysator zu hoch lägen. Kaum eine Darstellung oder Erklärung der Katalyse verzichtet hier auf das landschaftliche Bild des Gebirgspasses. Während die energetische Schwelle der nicht katalysierten Reaktion als Gipfel dargestellt wird, bildet der Katalysator den Gebirgspass, den Sattelpunkt, über den Täler bequem verbunden werden können. Regelrechte Höhenprofile werden erstellt, um die energetische Landschaft und den bestgeeigneten Passübergang auf der Basis von Mess- und Rechenwerten zu beschreiben. „Coulombsche Gruben“, „Sattelgebiete“ von „Resonanzgebirgen“ – wie Bergsteiger, bzw. besser wie Trassierungsingenieure orientieren sich die chemischen Energetiker in ihrem Gelände (vgl. Frankenburger 1937: 30, Polanyi 1932: 293f.).

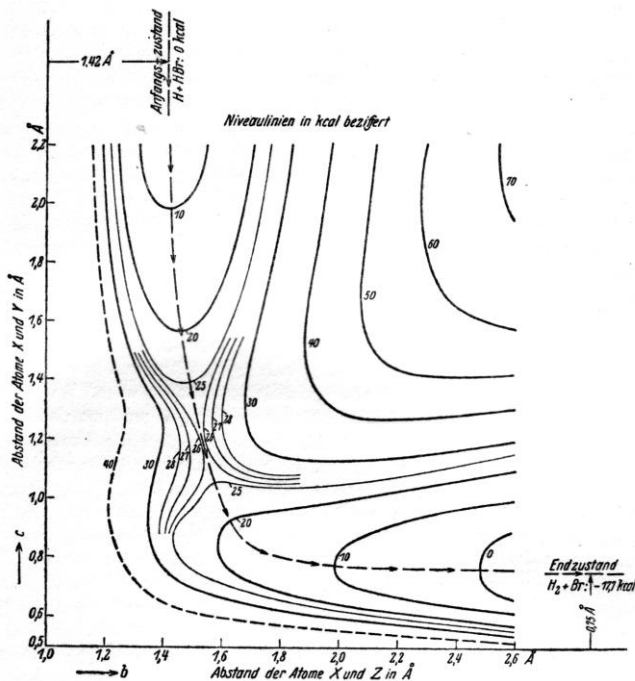


Fig. 8. Energiediagramm des Vorgangs $H + HBr \rightarrow H_2 + Br$ als Funktion der Abstände zwischen den 3 beteiligten Atomen (nach Polanyi, Z. physik. Chem. (B) 12 (1931) 279).

Abbildung 1: Energetischer Passübergang (Frankenberger 1937:31)

Und wie in realen, technisch erschlossenen Passlandschaften geht es auch hier um den optimalen Punkt, der – ganz analog zum Straßen- oder Schienenbau – mit dem optimalen Katalysatormaterial auf die energetisch effizienteste Weise überschritten werden soll. Und wie bei echten Ge-

birgspässen wird bei diesem Akt der Kultivierung auch hier alten Wildpfaden gefolgt, bereits existierenden, natürlichen Materialeffekten.

Während es sich bis hierher aber selbstverständlich um keine wirklichen Gebirgspässe, ja noch nicht einmal um echte Landschaften handelt, sondern um allenfalls geländartige Visualisierungen von Mess- und Rechenwerten, erscheinen die echten katalytischen Oberflächen, an und in denen die labilen Zwischenprodukte gebildet werden, tatsächlich als eine Art Mikrogelände. Es ist die exakte räumliche Gestalt dieser Oberflächen, die den katalytischen Prozess des Ein- und Ausschaltens trägt. Und es sind explizit topochemische Überlegungen, die diese räumliche Gestalt deuten. „Alles ganz schön oberflächlich“ titelt etwa die Max-Planck-Gesellschaft in Extrabroschüren zur katalytischen Wissenschaft, im festen Wissen, dass diese Art von Oberflächenwissen gerade nicht im vagen und bedeutungslosen verbleibt, sondern an die Grundpfeiler weltwirksamer Prozesstechnik rührt, an die Konstitution neuer Materialien, neuer Verfahren (Max-Planck-Gesellschaft 2008). Terminologisch geht es um Oberflächen, um zweidimensionale Objekte also, tatsächlich aber um ausgedehnte, räumliche Zonen. Die Grenzflächen, an denen die katalytischen Effekte stattfinden, bezeichnen gerade keine trennscharfen Grenzen, sondern Zonen des Übergangs, der Begegnung. Es ist ein Ineinandergreifen unterschiedlicher Phänomene, physikalischer Phasen, Materialien, chemisch energetischer Regime, das den katalytischen Vorgang trägt. In besonderem Maß trifft auf diese mikrophysikalischen Grenzzonen zu, was Rainer Guldin für Vilém Flussers Begriff der Grenze herausgearbeitet hat: „Grenzen sind keine klaren Linien, sondern verworrene Zonen, an den sich die Phänomene kreuzen und vermischen. Widersprüchliche, ambivalente Schwellengebiete.“ (Guldin 2011: 40). Überlappungen, „graue Zonen,“ „struppige Mengen,“ „weiße Stellen“ – so Flussers Denkfiguren, – ein „no man’s land,“ das aber hier gerade nicht einem Niemand, sondern gleichermaßen beiden aneinandergrenzenden Phänomenblöcken angehört, derart breite Grenzzonen sind konstitutiv für genau die physikochemischen Prozesse, die an katalytischen Grenzflächen beobachtet werden; bezeichnenderweise von einer Wissenschaft, die selbst physikochemisch für ein Jenseits messerscharfer Disziplinengrenzen steht. Auch Flusser hat gerade diesen disziplinären Graubereich zwischen Physik und Chemie, den Bereich also, wo sich das Wissen von Stoffen und Kräften, von irreversiblen und reversiblen Prozessen gegenseitig aneinander ansteckt, als besonders fruchtbar beschrieben. Nur weil in diesen physikochemischen, katalytischen Grenzzonen unterschiedliche Phasen ineinander greifen, weil hier räumlich eine besondere Zone der Begegnung vorliegt, kann sich prozessual besonderes ereignen.

Eine Achse der Überlappung, des Ineinandergreifens ist in der Vertikalen, am Übergang von Festkörper zu Umgebung auszumachen. Gasförmige Grenzschichten mit speziellen physikalischen Eigenschaften und darunter ausgedehnte Porensysteme, innere Oberflächen also, deren chemische und energetische Konstitution sich vom Kerngebiet des Festkörpers erheblich unter-

scheidet, diese zerklüfteten, geschichteten, intermedialen Räume zwischen fester Phase und gasförmiger Umgebung erscheinen fast als eine Art mikrokosmisches Gegenstück zur Erdoberfläche mit ihrer Abfolge aus Atmosphäre, Biosphäre und in der Tiefe schließlich anorganischer Lithosphäre. Wie eine Art mikroplanetarischer Andockvorgang wird der Weg der Partikel durch die Grenzschicht und hinunter in die porösen Landschaften auf dem Festkörper beschrieben. Gigantische Räume tun sich auf diesen Mikroflächen auf: mehrere hundert bis tausend Quadratmeter pro Gramm verwendeter Platin- oder Zeolithmasse. Differenziert ist aber nicht nur das Höhenprofil dieser Grenzflächen, auch in der Horizontalen, dort wo sich also in den Poren und an den Kanten feste und gasförmige Moleküle begegnen, liegen genau die besonderen, topochemischen Strukturen vor, an denen die Partikel andocken, und verändert wieder abheben. Einen Raum der Grenze gibt es hier nicht nur zwischen Oben und Unten, zwischen fest und gasförmig, auch auf diesen Oberflächen grenzen unterschiedliche, chemisch kristalline Distrikte aneinander. Besonders Zonen der Störung, Punkte oder Linien, an denen die stoffliche und energetische Homogenität der Oberfläche gebrochen wird, geometrisch exponierte Grate, aber auch topochemisch exponierte Störungen etwa im Gitternetzwerk der Kristalle, die für katalytische Zwischenverbindungen besonders geeignet erscheinen. Störung, dieser in der Medientheorie so fruchtbare Begriff, ist hier mikrochemisch implementiert. Doch während Störungen etwa von Nachrichtenkanälen eher indirekt den Erkenntnisprozess fördern, so sind Störungen hier unmittelbar produktiv, liefern doch sie erst die Struktur, an denen der katalytische Prozess ablaufen kann. Hier liegen tatsächlich Landschaften vor, gegliederte Flächen, mit besonderen „Bezirken“ und „aktiven Zentren,“ Punkten also, an denen besonders produktive, weil besonders labile Verhältnisse herrschen. Manchmal sind es auch „aktive Linien“ (alle Schwab 1931: 193), Linien die über Korngrenzen verlaufen, an denen die energetischen Verhältnisse zur flüchtigen Bindung vorliegen.

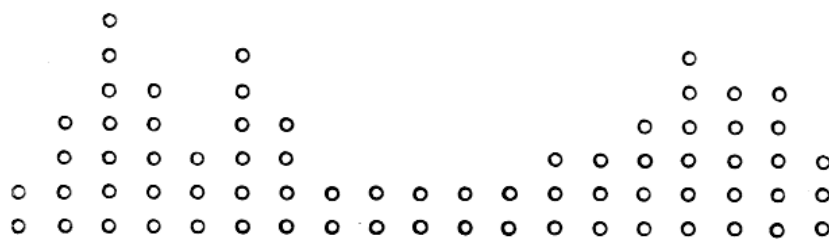


Fig. 35. Profil einer Katalysatoroberfläche nach TAYLOR.

Abbildung 2: Taylors erstes Schema besonders exponierter, aktiver Landmarken in einer katalytischen Oberfläche (Schwab 1931: 194)

Ein einzelnes, besonders exponiertes Platinatom erscheint mitunter „wie die Hauptstadt eines zentralistisch regierten Staates, die das Leben eines großen Gebietes beleben oder abdrosseln kann“ (Schwab 1931: 212). Ohne faktische Resonanzen im Kosmos herbeizubehaupten; gewisse, atmosphärische Analogien zwischen unseren Kulturlandschaften und diesen Mikroflächen bestehen schon. Auch in unserer Mesosphäre sind ja Grenzen mitunter besonders lebendige Zonen des Austauschs, und Städte, also Zentren, erscheinen im Gegensatz zum Land als Gebiete mit labileren, aber gerade darum auch entwicklungsfähigeren Strukturen. Und umgekehrt zeigt die Übertragung topographischer, hierarchischer Termini auf die Ebene der Mikrolandschaften an, dass hier tatsächlich Gelände kultiviert, ja operativ von den Technikern dieser Flächen bestellt werden. Im Fall der Mikrolandschaften sind es molekulare Details, die entscheiden, welche Art der Landschaft vorliegt, ob es eher eine noch gegebene Natur- oder eine schon geformte Kulturlandschaft handelt, die dann in das industrielle, im großen Sinn landschaftsgestaltende System eingebaut wird. Maßgeschneiderte Katalysatoroberflächen, eine technisch erzeugte Anordnung also hochproduktiver, aktiver Zentren und Zonen werden in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts möglich. Die Spezifik aber, die biokatalytische, also natürliche Raumstrukturen bieten, die Fähigkeit einer Oberfläche, ganz genau ein Substrat, einen Ausgangsstoff zu katalysieren und alle anderen Substanzen unbehelligt zu lassen, dieses Höchstmaß an prozesstechnischer Effizienz wird von den Industrieprodukten, von den Planlandschaften unter den Katalysatoroberflächen noch nicht erreicht. Der von Vilém Flusser in seinem Essay „Wunder“ zitierte Molekularbiologe Jacques Monod (Flusser 2000: 103) zieht Ende der 1960er Jahre hier noch eine scharfe Grenze zwischen Natur und Kultur. Während sich etwa allosterische Enzyme, Moleküle also aus dem Reich des Lebendigen, in einem Akt elementarer Kommunikation regelrecht „erkennen“ – so Monods beziehungsreiche Formulierung (Monod 1975: 56) – ist dieser exakte Dialog den Industriemolekülen versagt. Vergleichsweise plump, mit vergleichsweise hoher Streubreite werden an Industriekatalysatoren ganze Bündel an unterschiedlichen Molekülen gebildet. Tatsächlich wird aber auch diese letzte Grenze attackiert, immer feinere, der Performanz der Bakterien und Mikroben immer besser abgelauchte Katalysatoroberflächen werden entwickelt, hochgezüchtet, so die dafür oft verwendete, nur noch entfernt gärtnerische Vokabel. Ob hier das Industriesystem biologisiert wird, oder nicht umgekehrt das Leben industrialisiert, ist eine offene Frage.

Wachstum und Erosion

Die Technologie der katalytischen Ober- und Grenzflächen steht immer wieder auf der Grenzscheide zweier Welten. Leben und Industrie, Natur und Technik, Aufbau und Abbau von Mole-

külen, Zerstörung und Ernährung sind an diesem schillernden Knotenpunkt, ähnlich wie in den flirrenden Landschaften Flussers, nicht immer scharf voneinander zu trennen. Und es sind nicht nur akademische Gegensätze, die hier technisch konvergieren. Die blutgetränkten Schlachtfelder Europas im Ersten Weltkrieg, die kunstgedüngten Getreidefelder Amerikas sind bizarrerweise Effekte einer Technologie. In Baton Rouge am Mississippi und in Auschwitz-Monowitz werden dann nach denselben Patenten katalytische Hydrierwerke zur Treibstoffproduktion errichtet. Beide Bewegungen des Zweiten Weltkriegs, der deutsche Vormarsch, wie die Befreiung Europas hängen an katalytischer Technik.

Ambivalent sind die Spuren der industriellen Katalyse, der Mikrooberflächen bis hinein in die gegenwärtigen, globalen Landschaften an der Erdoberfläche. Ein uneingeschränktes „Lob der Oberfläche“ fällt dabei schwer. „Jedes Ökosystem hat heute technologische Aspekte,“ schreibt der Wissenschaftshistoriker Hans-Jörg Rheinberger, und umgekehrt zeige sich immer mehr, dass auch kein technisches System ohne ökologische Komponenten auf Dauer überlebensfähig sei (Rheinberger 2005: 46). Katalyse ist einerseits *green technology* par excellence. Chemiker träumen schon davon, auf der Basis von CO₂ die Motorentreibstoff der Zukunft zu erzeugen. „Die belebte Natur hat über Jahrmillionen Lösungen gefunden, mit Molekülen wie CO₂ zu arbeiten. Davon können wir lernen. [...] In der Chemie sind [...] Photokatalysatoren entwickelt worden, die CO₂ mithilfe von Licht in andere Stoffe als Kohlenhydrate umwandeln“ (Forum Chemie macht Zukunft 2008). Gerade als hocheffiziente, fast schon biotische Technik ist Katalyse aber der Wachstumsmotor keines Natur- sondern eines Industrieorganismus. Und ebenso, wie der Drei-Wege-Kat zwar Schadstoffe neutralisiert, Mobilität aber ankurbelt, treibt auch hier noch so grüne Technologie nur technologische, also falsche Blüten. Und es ist nicht nur ökonomische und materielle Akkumulation, sondern auch Dissipation, nicht nur lebensähnliche, negentropische Strukturbildung, sondern auch die Erosion von Struktur, die mit Hilfe des katalytischen Prinzips beschleunigt wird. Hier tut sich eine interessante Gegenparallele zu Flusser auf. Negentropie ist einer der Grundbegriff seiner Kommunikationstheorie. In einem thermodynamisch auf Verlust von Struktur gepolten Universum erscheint die Kraft der Kultur, insbesondere durch Information Struktur zu bewahren und aufzubauen, fast schon als „widernatürlich“ (Flusser 1996: 40); jedenfalls, wenn man die anorganische Natur in den Blick nimmt, für den Bereich des Lebendigen ist negentropische Strukturbildung ja ebenfalls konstitutiv. Als eine Art Schutzraum, als dem physischen Kräftespiel entzogener Bereich fungiert Kultur in Flusser Essays der „Vogelflüge“. Der Regen, die Stürme, sie alle bleiben durch eine Glasscheibe – einen Kunststoff also – von den Innenräumen der Kultur getrennt. Das *tool* der Katalyse lässt sich kaum mehr einer derart klaren Dichotomie aus natürlichen und technischen, aus bedrohlichen und beruhigenden Kräften zuordnen. Katalysatoren gehören gerade durch ihren posttechnischen, protobiotischen Status zu einem zutiefst

ambivalenten Apparatepark. Die katalytischen Prozesswirbel finden gerade nicht nur außerhalb der Fensterscheibe statt, sie reichen hinein in die geschütztesten Innenräume der Kultur, ja der Körper selbst. Es ist die Technisierung natürlicher Vorgänge, auch und insbesondere durch das Mittel der Katalyse, von dem nicht mehr nur Fortschrittsversprechen, sondern auch neue Formen der Bedrohung ausgehen. Kultur steht hier längst nicht mehr nur für Strukturbildung in einem chaotischen natürlichen Universum, Kultur steht auch für einen besonderen Typus der Auflösung natürlicher Strukturen. In der globalen Landschaft sind beide Dynamiken zu greifen, die Verdichtung, wie die Auszehrung. Vilém Flussers gemächlicher Gebirgspass taugt nur noch zum Teil als Bild für diese rasante Art der planetarischen Abkürzung. Die Stoffe, die in diesem geologisch/chemisch/industriellen System auf noch nie dagewesene Weise veredelt werden, die der Luft, und den Böden aller Landschaften und Kontinente entnommen und zu neuen Molekülen gebündelt werden, die dann über Ackerflächen, Motoren oder andere Organe in den gesamt-kulturellen Stoffwechsel eingehen, werden in ebenfalls noch nie dagewesenem Tempo wieder in alle Winde zerstreut. Personen-, Güter- und Abfallverkehr tragen die Massen, aber auch die massenhaften Spuren der neuen, postnatürlichen Materialien nach überall hin. Eine ganze Welt geht ein in die katalytische Technologie, ein Integral ganz unterschiedlicher Landschaften: Wüste und Ackerland, Forschungs- bis Mikrolandschaften. Und verändert geht eine Welt, geht ein neues globales Amalgam aus Natur und Kultur aus ihr hervor.

Literaturverzeichnis

- Crookes, William (1899): *The Wheat Problem*, London.
- Flusser, Vilém (1996): *Kommunikologie*, in: ders. hrsg. von Stefan Bollmann: *Schriften* Bd. 4, Bensheim.
- Flusser, Vilém (2000): *Vogelflüge. Essays zu Natur und Kultur*, München, Wien.
- „Forum Chemie macht Zukunft“ in: *Süddeutsche Zeitung* Nr. 232 (2008), S.5.
- Frankenburger, Walter (1937): *Katalytische Umsetzungen*, Leipzig.
- Guldin, Rainer (2011): *Ineinandergreifende graue Zonen. Vilém Flussers Bestimmung der Grenze als Ort der Begegnung*, in: Kleinschmidt, Christoph, Hewel, Christine: *Topographien der Grenze. Verortungen einer kulturellen, politischen und ästhetischen Kategorie*, Würzburg S. 39-48.
- Küster, Hansjörg (1995): *Geschichte der Landschaft in Mitteleuropa. Von der Eiszeit bis zur Gegenwart*, München.
- Latour, Bruno (1995): *Wir sind nie modern gewesen. Versuch einer symmetrischen Anthropologie*, Berlin.
- Max-Planck-Gesellschaft, Hg. (2008), *Techmax*, Ausgabe Sommer 2008, S.1
- Monod, Jacques (1975): *Zufall und Notwendigkeit. Philosophische Fragen der modernen Biologie*, München
- Ostwald, Wilhelm (1904): *Stickstoff, eine Lebensfrage*, In: ders., *Abhandlungen und Vorträge allgemeinen Inhaltes (1887-1903)*, Leipzig 1904, S. 326-336, zuerst in: *Schwäbischer Merkur* 1903.
- Polanyi, M. (1932): *Fortschritte der Theorie chemischer Reaktionen*, in: *Die Naturwissenschaften* 1932, S.289- 296.
- Rheinberger, Hans-Jörg (2005): *Iterationen*, Berlin.
- Schwab, Georg Maria (1931): *Katalyse vom Standpunkt der chemischen Kinetik*, Berlin

Zischka, Anton (1940): Wissenschaft bricht Monopole. Der Forscherkampf um neue Rohstoffe und neuen Lebensraum, Leipzig.