

Latar belakang informasi pada pembangunan berkelanjutan



<http://www.oc-praktikum.de>

Ringkasan

Pembangunan berkelanjutan telah menjadi konsep terdepan pada abad ke 21. ¹. Pembangunan berkesibambungan memaparkan suatu pembangunan, yang sesuai dengan kebutuhan-kebutuhan generasi saat ini tetapi tidak membahayakan kesempatan bagi generasi yang akan datang untuk memenuhi kebutuhan mereka. Di Eropa istilah tersebut berasal dari bidang kehutanan, saat ini "pembangunan berkesimbangan" telah menjadi tujuan penting bagi semua bidang kehidupan seperti ekonomi, ekologi, dan kesetimbangan sosial.

Pembangunan dan pembentukan masa depan kita telah menjadi diskusi internasional seperti pada pertemuan tingkat tinggi Konferensi di Rio de Janeiro dan di Johannesburg. Tetapi ini juga menjadi topik pada tingkat nasional di berbagai negara. Sebagai contoh di Jerman "Enquete-Commission" dari 13 Bundestag (Parlemen) Jerman telah membentuk undang-undang "perlindungan manusia dan lingkungan" untuk mendalami dan bekerja pada kebutuhan pembangunan berkelanjutan. Di laporan akhir dari komisi ini empat atau 5 aturan telah didefinisikan, yang berkaitan perlunya pembangunan berkelanjutan di Jerman. Konsep ini telah diterima oleh beberapa penguasa terdepan (atas) di berbagai bidang baik ekonomi maupun politik. Tetapi untuk menjalankan dasar-dasar ini ke dalam praktek, saat ini perusahaan-perusahaan juga memerlukan konsultan sebagai pengarah, yang kompeten untuk menjalankan aturan-aturan pembangunan berkelanjutan di bidang khusus mereka.

Dengan demikian, aplikasi suatu model baru pembangunan berkelanjutan di bidang pendidikan adalah sangat diperlukan. Meskipun konsep pembangunan berkesinambunagn telah diterima secara umum, ada beberapa masalah bagaimana meningkatkan dan mengevaluasi tujuan umum tersebut. Sebagai contoh, sangat jelas bahwa definisi tentang kebutuhan primer berbeda antara orang satu dengan orang lain, dari negara satu dengan negara lain, dan dari benua satu dengan benua yang lain.

¹Many thanks to Kristian Fried, The University of Kansas Medical Center, for contributing the main part of the translation of the article originally written in German.

Apa arti pembangunan berkelanjutan

Pembangunan berkelanjutan, juga disebut pembangunan kuat, tahan, atau efisien [1] pertama kali didefinisikan di tahun 1987 oleh Komisi Dunia pada Lingkungan dan Pembangunan, ketuai oleh Gro Harlem Brundtland, yang merupakan perdana menteri Norwegia pada saat itu. Pada laporan kahir dari komisi itu yang berjudul "Masa Depan Kita Bersama", juga disebut Brundtland-Report [2] embangunan berkelanjutan didefinisikan sebagai suatu:

Pembangunan yang sesuai dengan kebutuhan-kebutuhan saat ini tanpa mengkompromikan kemampuan generasi yang akan datang menyesuaikan kebutuhan-kebutuhan mereka...

Dengan kata lain, pembangunan adalah esensial untuk pemenuhan kebutuhan manusia dan meningkatkan kualitas kehidupan manusia. Pada saat yang sama pembangunan harus berlandaskan pada efisiensi dan penggunaan lingkungan yang bertanggungjawab dari seluruh sumberdaya masyarakat yang langka: alam, manusia, dan sumberdaya ekonomi.

Sejarah Pembangunan Berkelanjutan

Ide saat ini mengenai pembangunan berkelanjutan dapat dikilas balik pada waktu atau era modern (modern times). Pertimbangan pada kebutuhan bagi generasi mendatang, akan tetapi, merupakan pandangan lama. Bukti-bukti awal yang terdokumentasi telah ditemukan pada sejarah suku Irokoses di Amerika Utara. Kepala suku mereka diharapkan memperhatikan kebutuhan generasi mendatang [3, 4].

Di Eropa, ide pembangunan berkelanjutan pertama kali dikembangkan di bidang kehutanan. Seawal abad ke 13, di sana ada beberapa aturan tentang kesinambungan penggunaan kayu (Hukum kehutanan Nuremberg dari 1294) [5]. Masalah penebangan bersih (clear cut) tanpa memperhatikan penghutanan kembali telah didiskusikan oleh Carlowitz, seorang bangsawan dari Saxony dalam papernya: "Sylvicultura Oeconomica-instruksi untuk penanaman alamiah dari pohon liar" (1713). Calrowitz meminta untuk mempelajari "world's book of nature". Ia meminta bahwa manusia harus menyelidiki aturan-aturan alam, dan selalu, secara terus menerus dan "perpetuirlich". Carlowitz memohon di dalam bukunya beberapa hal pada konstruksi rumah seperti peningkatan isolasi melawan panas dan dingin, ia meminta penggunaan tungku pelebur dan kompor hemat energi, dan penghijauan terjadual dengan penanaman dan penebangan. Akhirnya, ia meminta "surrogata" atau "penggantian" fungsi daripada kayu [6].

Berdasarkan ide-ide ini Georg Ludwig Hartig mempublikasikan sebuah paper pada tahun 1795 yang berjudul, "Instructions for the taxation and characterization of forests", untuk menggunakan kayu seefektif mungkin, tetapi juga mempertimbangkan kebutuhan generasi yang akan datang [7, 8]. Ide mengenai pembangunan berkelanjutan telah lahir. Akan tetapi, tujuan ini sebenarnya lebih cenderung kepada ekonomi dan sosial alamiah. Perlindungan daripada lingkungan dan alam adalah melebihi atau diluar ruang lingkup akhir-akhir ini. Prinsip-prinsip awal ini mengenai pembangunan berkelanjutan hanya dibatasi pada bidang kehutanan dan tidak diperluas di bidang lainnya.

Istilah kesinambungan di dalam konteks perlindungan alam and biosfer dunia pertama kali digunakan pada tahun 1980-an, di dalam program "World Nature Protection for Conservation of Nature (IUCN)" dan "World Wide Fund for Nature (WWF)". Ini artinya dan tujuannya adalah penggunaan sistem biologi yang ada tanpa mengubah karakteristik esensialnya [9].

Ide dari konsep ini kemudian lebih lanjut diperluas dengan penggunaan "pembangunan berkelanjutan". Aspek ekonomi ditambahkan pada aspek ekologi dan sosial terdahulu seperti dinyatakan oleh the Brundtland Report pada 1987. Dari asal muasalnya pada istilah dan ide telah digunakan dan disempurnakan. Tanda kemajuan berikut dibentuk badan PBB "United Nations's Conference on Environment and development" (UNCED) yang diselenggarakan di Rio de Janeiro. Sekitar 170 negara menandatangani Agenda 21 dengan "pembangunan berkelanjutan" sebagai tujuan global (dunia) [10]. Karena karakter global dari Agenda 21 tidak terlalu jelas pada beberapa aspek. Ini menggambarkan hanya pada tujuan global tetapi tidak menunjukkan jalan untuk mencapainya. Dengan demikian, 'spirit' daripada Agenda 21 terlihatnya lebih penting daripada kata-kata dari dokumen: hanya kerja sama dan kemitraan global antar negara dapat memecahkan masalah ekologi dan sosial dunia yang sangat penting. Di laporan akhir "Concept Sustainability, from Theory to Application" atau "Konsep Kesinambungan, dari Teori sampai Aplikasi", aturan-aturan umum telah didefinisikan [11].

Komisi juga menyatakan "pelestarian dan peningkatan ekologi, ekonomi, dan barang-barang sosial" sebagai tujuan utama pembangunan berkelanjutan. Itu menunjuk pada tiga kolom yang sama mengenai kesinambungan bertumpu pada ekologi, ekonomi, dan masyarakat. Laporan juga mendefinisikan langkah praktis dan cara-cara pada bagaimana mencapai tujuan kesinambungan. Pada bulan Juni 2001, anggota Uni Eropa bertemu di Goetheburg, Swedia untuk mendiskusikan masa depan Eropa dan mempertimbangkan petunjuk umum, pada kebijakan dengan hasil sebagai berikut:

Pembangunan berkesimbangan berarti memenuhi kebutuhan generasi saat ini tanpa membahayakan kebutuhan generasi yang akan datang. Dengan demikian, adalah penting untuk membangun kebijakan ekonomi, ekologi, dan kebutuhan sosial dengan cara sinergis yang mana mereka saling kuat-menguatkan satu sama lain. Jika ini tidak mungkin untuk memberhentikan kecenderungan yang mengancam kualitas hidup yang akan datang, kebutuhan biaya dari masyarakat akan meningkat secara dramatik dan tendensi negatif akan menjadi tidak dapat balik. Konsul Eropa menerima dengan baik pengumuman Komisi Pembangunan Berkelanjutan dengan solusi penting untuk memberhentikan kecenderungan negatif.

The European policy agrees to go a common way of sustainable development and to establish the general conditions for this way. The coming years will show how well the defined model can be realized. This is the main task for politics, but other subjects like non governmental organizations (NGO) and associations of industry and organizations for the protection of nature play also an important part to develop the model of sustainable development.

Aturan Ekonomi

Enquete Commission seperti tersebut di atas dari ke 13 Parlemen Jerman [11] mengusulkan aturan-aturan ekonomi berikut ini demi pembangunan berkelanjutan:

1. Sistem ekonomi harus memenuhi secara efisien kebutuhan individu dan sosial. Untuk itu, aturan ekonomi harus dibentuk sedemikian sehingga akan meningkatkan inisiatif personal (tanggung jawab pribadi) dan keinginan tiap individu melayani kebutuhan umum (tanggung jawab umum) demi keamanan kebaikan (well-being) dari populasi saat ini dan yang akan datang. Ini harus diorganisasi sedemikian sehingga kepentingan individu dan umum dapat bertemu satu dengan yang lain. Tiap anggota masyarakat mendapatkan keuntungan dari sistem sosial, menurut pembayaran personal (individu) terletak pada sistem sosial dan menurut kebutuhan khusus.
2. Harga-harga harus selalu memberikan fungsi sebagai pemandu penting dari pasar. Mereka harus mencerminkan ketersediaannya sumberdaya, produksi, barang dan jasa.
3. 1. Kondisi lingkungan sekitar untuk kompetisi perlu memperbolehkan pasar berfungsi secara baik untuk diciptakan, dan dipertahankan, inovasi dipacu, keputusan jangka panjang akan diuntungkan dan kemajuan sosial akan ditingkatkan untuk mengarah pada kebutuhan masa mendatang.
4. 1. Efisiensi ekonomi dari masyarakat dan dasar produksi, hubungan sosial dan manusia harus berlanjut sepanjang masa. Mereka harus meningkat bukan saja kualitas tetapi juga meningkat kuantitasnya.

In a **feature article (German)** the economic requirements for a sustainable development from the perspective of chemical industry are described.

Peraturan Ekologis

Komisi Enquete berjudul "Protection of Man and Environment" (Perlindungan Manusia dan Lingkungan) di 13th German Bundestag (parlemen Jerman) tahun 1997 telah mendefinisikan pembangunan yang berkelanjutan (sustainable development) sebagai tujuan utama untuk menetapkan dan meningkatkan prestasi ekologis, ekonomi, dan sosial [11]. Ini berkaitan dengan model tiga kolom yang setara untuk keberlanjutan ekologi, ekonomi, dan permintaan sosial.

Komisi Enquete Jerman tersebut mengajukan peraturan ekologis untuk pembangunan yang berkelanjutan seperti berikut ini:

1. Pemakaian sumber daya yang dapat diperbaharui seharusnya tidak melebihi kemampuan regenerasi sumber daya tersebut. Ini berhubungan dengan kebutuhan performa ekologi yang berkelanjutan (contohnya [paling tidak] keberlanjutan kapital ekologis yang ditentukan oleh fungsinya).
2. Emisi untuk lingkungan seharusnya tidak melebihi kapasitas ekosistem-ekosistem individu

3. Kurun waktu dampak antropogenik untuk lingkungan harus seimbang dengan kurun waktu kemampuan proses alami dalam lingkungan yang berkaitan untuk bereaksi
4. Resiko dan bahaya untuk kesehatan manusia yang disebabkan oleh aktivitas antropogenik harus di minimalisasi.

Peraturan Sosial

Akhirnya, Komisi Enquete tersebut mengajukan peraturan social untuk keberlanjutan seperti berikut ini:

1. Negara sebagai badan sosial konstitusional seharusnya menetapkan dan menjunjung tinggi derajat manusia dan perkembangan karakter manusia secara bebas untuk sekarang dan masa depan, untuk menjaga kedamaian sosial.
2. Setiap anggota masyarakat mendapat manfaat dari masyarakat sesuai dengan kontribusinya untuk sistem jaminan sosial dan juga jika kurang mampu.
3. Each member of the society has to pay a solidary contribution to the community according his or her capability.
4. Sistem jaminan sosial (social security system) hanya bisa tumbuh bergantung pada standar ekonomi.
5. Potensi produktivitas seluruh masyarakat dan cabangnya seharusnya tetap dilangsungkan juga untuk generasi masa depan.

Keberlanjutan dalam Kimia

Kimia dalam konteks pembangunan berkelanjutan pada waktu yang sama adalah suatu kesempatan dan juga suatu resiko. Resikonya tinggi, yang ditunjukkan oleh bencana di Seveso (Italia), Bhopal di India dan Sandoz Corp. di Basle, Swiss. Ditambah, efek yang terlihat kurang penting seperti emisi di mana-mana dan akumulasi POP (persistent organic pollutants) juga berasal dari industri kimia.

Di samping bahaya seperti ini, kimia menawarkan potensi yang besar untuk pembangunan berkelanjutan [12]. Industri kimia dapat mendukung pembangunan yang mengarah ke gaya hidup masyarakat yang lebih baik sesuai kompetensi dalam bidang transformasi produk dan materi.

Produksi materi insulasi untuk gedung umum dan pribadi adalah contoh kontribusi kimia yang baik dalam proses ini. Energi yang diperlukan untuk produksi materi seperti ini disimpan dalam tahun pertama operasi dengan mengurangi keperluan pemanasan [13]. Pengurangan energi yang dipakai untuk pemanas gedung dalam jangka panjang menjadi mungkin. Contoh yang lain adalah pengembangan catalytic converter (pengubah katalis) untuk kendaraan

bermotor, yang menyebabkan emisi berkurang secara besar-besaran. Ini mengakibatkan peningkatan yang signifikan dalam kualitas udara di lingkungan kita. Dalam bab-bab berikut ini, pandangan dan pernyataan organisasi perdagangan dan industri kimia tentang masalah pembangunan berkelanjutan akan dibahas.

Perspektif Organisasi Lingkungan

Kini, ada peraturan yang ditetapkan oleh badan legislatif dalam sebagian besar negara modern tentang masalah lingkungan seperti chemical compounds dan perbaikan pabrik kimia. Peraturan ini adalah hasil dari diskusi kontroversial pada tahun 1980-an tentang peran kimia. Kemarahan sosial yang ditunjukkan, seperti "Seveso ist überall" (Seveso di mana-mana) [14] telah mereda. Ditambah, NGO lingkungan telah terlibat dalam kebijakan politik tentang masalah kimia. Bukan diskusi tentang kimia dan tenaga nuklir, melainkan topik kontroversi lainnya yang mengambil peran penting sekarang. Di antaranya, isu perkembangan genetika dan radiasi non-ionizing dari telepon seluler. Kerjasama antara organisasi lingkungan dengan industri kimia telah dikembangkan yang menghasilkan publikasi seperti "Sustainable Development - Vom Leitbild zum Werkzeug" (Pembangunan Berkelanjutan - dari konsep menjadi alat) oleh perusahaan Hoechst [15]. Kerjasama ini berbuah "Product Sustainability Assessment (PROSA)" (Evaluasi Keberlangsungan Produk) yang diaplikasikan dalam sejumlah bidang. Kerjasama yang hampir sama menghasilkan topik "PVC und Nachhaltigkeit" (PVC dan Keberlanjutan). [16].

Tujuan akhir dan mutlak dari pembelajaran model adalah untuk mengintegrasikan aspek-aspek seperti perspektif ekonomi, sosial, dan ekologi untuk mencapai pertimbangan holistik produk kimia tersebut.

Pandangan Federasi dan Perusahaan

Kecelakaan di pabrik kimia, peningkatan kepekaan penduduk terhadap lingkungan, dan peningkatan tekanan politik mengakibatkan perusahaan dan organisasi kimia untuk memikirkan aktivitas mereka secara global. Alasan ini menyebabkan konsep umum "responsible care" (perawatan yang bertanggung jawab) pada akhir tahun 1980-an; industri kimia mengambil inisiatif untuk memperbaiki aktivitas mereka dengan alasan keselamatan, kesehatan, dan perlindungan lingkungan, mandiri dari peraturan legislatif. Perbaikan signifikan telah dicapai berdasarkan konsep ini selama beberapa tahun terakhir, khususnya dalam bidang perlindungan lingkungan. Sebagai contoh, emisi gas berbahaya dalam industri kimia telah berkurang secara drastis dengan kombinasi panas dan kekuatan (cogeneration) [17]. Akan tetapi, permintaan untuk model "sustainable development" (pembangunan berkelanjutan) melebihi apa yang terkandung dalam konsep "responsible care" (perawatan yang bertanggung jawab).

Organisasi industri kimia nasional dan internasional [18, 19, 1] dan juga beberapa perusahaan [20, 21, 22] yang terkait mendiskusikan permintaan tersebut dan mengetahui prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan. Namun, mereka meminta tidak hanya hukum nasional melainkan juga hukum internasional untuk mempromosikan pembangunan berkelanjutan pada level global [1]. Lebih dari 100 perusahaan global telah bersatu untuk membentuk **World Business Council of Sustainable Development** (WBCSD) atau Dewan Bisnis Dunia untuk Peman-

gunan Berkelanjutan. Organisasi ini mengembangkan konsep dan prinsip baru pembangunan berkelanjutan untuk perusahaan kimia, seperti dalam bidang eco-effectiveness (keefektifan lingkungan) atau sumber daya yang dapat diperbaharui [23].

Keberlanjutan dalam Pendidikan Kimia

Tantangan pembangunan berkelanjutan untuk kimia mencakupi tiga area keberlanjutan. Tidak semua pertanyaan dapat dijawab saintis dari satu bidang karena kompleksitas pertanyaan. Jadi, saintis dari bidang-bidang yang berbeda diperlukan. Tugas utama dari pandangan ilmu pengetahuan adalah pengembangan proses dan prosedur yang berkelanjutan dari segi ekologis (ecologically sustainable). Suatu proses dapat dipandang ecologically sustainable jika pemakaian sumber daya (input, kondisi produksi, dan hasil dari proses tersebut) mendekati dengan angka minimal. Itu tidak berarti solusi dan cara lain tidak ada, yang dapat dibidang lebih memenuhi kriteria ecologically sustainable.

Untuk pengembangan proses-proses tersebut, saintis dengan pengetahuan dasar dalam bidang transformasi materi diperlukan. Bersama itu, mereka seharusnya juga mempunyai pemahaman tentang permintaan baru seperti berikut ini:

- Aplikasi kondisi reaksi alternatif yang hemat energi dan ramah lingkungan dengan memakai reaksi catalytic dan enzymatic
- Aplikasi teknik alternatif untuk reaksi panas seperti reaksi fotokimia dan elektrokimia, teknik microwave dan solar
- Aplikasi reaksi kemo-, regio, dan stereoselektif yang modern
- Pemakaian materi awal dan intermediat yang hemat sumber daya, dan pemakaian sumber daya yang dapat diperbaharui
- Pemakaian larutan yang ramah lingkungan
- Pendaaurulangan compound dan larutan cadangan

Permintaan untuk ahli kimia diringkas dalam karya tulis Eissen et al. "10 Years after Rioconcepts for Contribution of Chemistry towards Sustainable Development" [24].

Institut virtual telah mengembangkan konsep-konsep menarik yang menggunakan prinsip green chemistry (kimia hijau). Konsep-konsep tersebut telah dijabarkan menjadi 12 prinsip umum [25]:

1. Lebih baik mencegah adanya limbah daripada membersihkan atau memroses limbah setelah dihasilkan.
2. Metode sintesis seharusnya didesain untuk memaksimalkan penggabungan semua materi yang dipakai dalam proses pembuatan produk akhir.

3. Jika mungkin, metodologi sintesis seharusnya didesain untuk memakai dan membuat zat yang memiliki kadar racun yang rendah atau tidak sama sekali terhadap kesehatan manusia dan lingkungan.
4. Metode kimia seharusnya didesain untuk menjaga keefektifan fungsinya bersamaan mengurangi kadar racun.
5. Pemakaian zat suplemen (contoh: larutan, bahan pemisah, dll.) seharusnya tidak perlu, dan tidak berbahaya jika digunakan.
6. Keperluan energi seharusnya dikenal untuk dampak lingkungan dan ekonominya dan seharusnya diminimalisasi. Metode sintesis seharusnya dilaksanakan dalam suhu dan tekanan yang atmosferik.
7. Bahan mentah seharusnya dapat diperbaharui daripada menghabiskan, jika mungkin secara teknis dan ekonomi.
8. Penyimpangan yang tidak perlu (blocking group, proteksi/deproteksi, modifikasi sementara terhadap proses fisik/kimia) seharusnya dihindari jika mungkin.
9. Catalytic reagents/ reagen katalis (seselektif mungkin) lebih baik dibandingkan stoichiometric reagents/ reagen stoichiometric.
10. Produk kimia seharusnya didesain jadi pada akhir masa berfungsinya tidak berada di lingkungan dan terurai menjadi produk penguraian yang tidak berbahaya.
11. Metode analisis seharusnya dikembangkan lebih lanjut dalam proses monitoring dan kontrol sebelum pembentukan zat berbahaya.
12. Zat dan bentuk zat yang dipakai dalam proses kimia seharusnya dipilih untuk meminimalkan kemungkinan bencana kimia, termasuk pelepasan, ledakan, dan kebakaran.

Di samping permintaan yang disebutkan, pemahaman pertimbangan-pertimbangan juga diperlukan. Hanya dengan cara ini bahaya lingkungan yang ditimbulkan reaksi dapat dioptimalisasi menjadi minimal. Contoh berikut akan menjelaskan cara tersebut:

Efek dari reaksi terhadap lingkungan, seperti racun terhadap manusia dan alam, eutrofikasi, dan perubahan iklim dipengaruhi oleh banyak faktor. Dampak lingkungan dari reaksi ditentukan tidak hanya oleh reagen dan auxiliary compounds yang dipakai, tetapi juga oleh energi yang diperlukan untuk proses tersebut. Jumlah efek yang dihasilkan suatu reaksi akan dijelaskan oleh bentuk 1. Cara dengan langkah-langkah dapat digunakan untuk mencapai kondisi reaksi dengan dampak lingkungan yang lebih kecil. Ketika seseorang merencanakan reaksi dengan cara terintegrasi, banyak faktor yang harus dipertimbangkan: langkah pre-equilibrium, energi produk intermediet, dan perubahan yang mungkin terhadap keadaan reaksi jika larutan membahayakan lingkungan. Dengan optimalisasi seperti ini, bentuk 2, yang lebih diinginkan daripada bentuk 1, dapat didapatkan. Ketika semua parameter suatu reaksi telah dioptimalisasi, bentuk 3 diperoleh karena usaha optimalisasi. Sekarang perubahan utama terhadap keadaan reaksi diperlukan untuk perbaikan untuk mendapatkan eco-efficiency (keefektifan

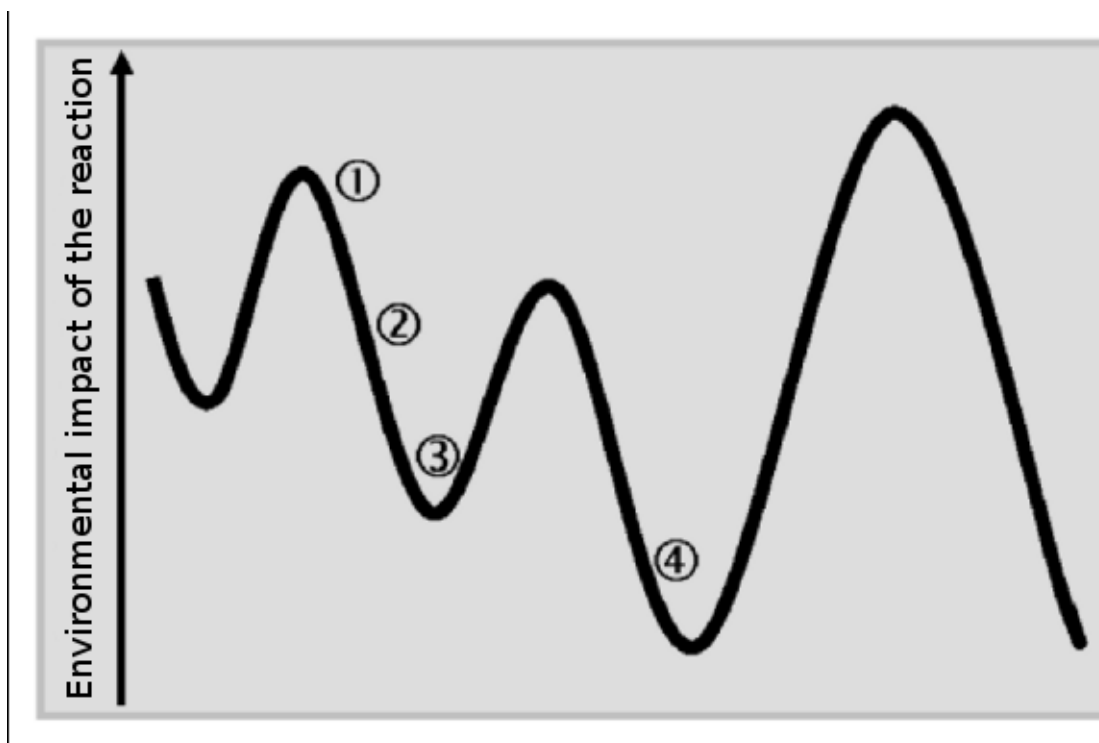


Figure 1: Possible states of environmental impacts of reactions

alam), contohnya untuk memperoleh bentuk 4. Perbaikan esensial dapat menjadi kegunaan katalis istimewa atau aplikasi bahan dasar yang lain untuk menghasilkan produk reaksi yang sama.

References

- [1] Sustainable Development: Wegweiser für die Zukunft. Technical report, Verband der Chemischen Industrie e.V., Frankfurt, 1999.
- [2] World Commission on Environment and Development. *Our Common Future*. Oxford University Press, Oxford, 1987.
- [3] W. Sachs. Das Kyoto-Protokoll: Lohnt sich seine Rettung? *Blaetter für deutsche und internationale Politik*, Juli 2001, 2001.
- [4] T. Mergelsberg. *Nachhaltigkeit - Was ist eigentlich Nachhaltigkeit*. Mergelsberg, 2000.
- [5] M. Held. Geschichte der Nachhaltigkeit. *Natur und Kultur*, 1(1):17–31, 2000.
- [6] U. Grober. Der Erfinder der Nachhaltigkeit. *Die Zeit*, 25.11.99:98, 1999.
- [7] F. Greis. *Wörterbuch zur lokalen Agenda 21*. Universität Mainz, 1997.

- [8] M. Krott. Sonderdruck Zukunft Holz - Die Wurzeln des Prinzips der Nachhaltigkeit. *Die Welt*, 17.10.2001:S. 16.
- [9] Nachhaltiges Deutschland, Wege zu einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung. Technical report, Umweltbundesamt, Berlin, 1997.
- [10] Report of the United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro. Technical report, United Nations, 1992.
- [11] Konzept Nachhaltigkeit - Vom Leitbild zur Umsetzung. Technical report, Deutscher Bundestag, Enquete-Kommission Schutz des Menschen und der Umwelt des 13. Deutschen Bundestages, Berlin, 1998.
- [12] S. Böschen, D. Lenoir, and M. Scheringer. Sustainable chemistry: starting points and prospects. *Naturwissenschaften*, 90(3):93 – 102, 2003.
- [13] Kunststoff ist Klimaschutz. Energiesparen, Ressourcen schonen. Technical report, Verband Kunststoffherzeugende Industrie (VKE), Frankfurt, 2001.
- [14] E.R. Koch and F. Vahrenholt. *Seveso ist überall - Die tödlichen Risiken der Chemie*. Fischer, Frankfurt, 1980.
- [15] C. Ewen, F. Ebinger, C.-O. Gensch, R. GriesShammer, C. Hochfeld, and V. Wollny. *Hochst Nachhaltig*. Öko-Institut Verlag, Freiburg, 1997.
- [16] Steuerungsgruppe zum Dialogprojekt PVC und Nachhaltigkeit und Arbeitsgemeinschaft PVC und Umwelt e.V., editor. *PVC und Nachhaltigkeit: Systemstabilität als Massstab. Ausgewählte Produktsysteme im Vergleich*. Deutscher Instituts-Verlag, Köln, 1999.
- [17] Responsible Care Bericht 2001. Daten der chemischen Industrie zu Sicherheit, Gesundheit, Umweltschutz. Technical report, Verband der Chemischen Industrie e.V., Frankfurt a.M., 2001.
- [18] The ICCA Chemical Sector Report to UNEP for the World Summit on Sustainable Development. Technical report, International Council of Chemical Associations, 2002.
- [19] CEFIC Statement on an integrated approach towards Sustainable development. Technical report, European Chemical Industry Council (CEFIC), Brüssel, 2000.
- [20] Sustainable Development Report 2001. Technical report, Bayer AG, Leverkusen, 2001.
- [21] Konzern-Umweltbericht. Technical report, Schering AG, Berlin, 2000.
- [22] Umweltbericht 2000. Technical report, BASF AG, Ludwigshafen, 2000.
- [23] Case Studies. Technical report, World Buisness Council of Sustainable Development, Genf, 2002.

- [24] M. Eissen, J.O. Metzger, E. Schmidt, and U. Schneidewind. 10 Jahre nach Rio - Konzepte zum Beitrag der Chemie zu einer nachhaltigen Entwicklung. *Angew. Chemie*, 114(3):402–425, 2002.
- [25] P.T. Anastas and J.C. Warner. *Green Chemistry: Theory and Practice*. Oxford University Press, Oxford, 1998.

update April 24, 2008