
Nuove tecniche di ingegneria genetica

Situazione al
06/2021

Dopo le tecniche di ingegneria genetica di prima generazione, da alcuni anni ne sono state e ne vengono sviluppate di nuove, destinate a essere impiegate nella coltivazione di piante, nell'allevamento di animali e nella medicina umana, ma si sta lavorando anche a batteri e virus geneticamente modificati.

Tecniche classiche di ingegneria genetica

Nelle tecniche classiche di ingegneria genetica, come prima cosa viene realizzato artificialmente un costrutto genico in provetta (in vitro), che poi viene introdotto mediante un vettore (navetta di trasporto del materiale genetico) oppure mediante "bombardamento" di particelle (cannone genico) nell'organismo bersaglio, dove viene quindi incorporato in un punto casuale del genoma. Non è possibile controllare dove di preciso sul filamento di DNA verrà integrato il nuovo costrutto genico. Se nell'organismo bersaglio vengono trasferiti **geni derivati da organismi di un'altra specie** si parla di **trans-genetica** ovvero di un organismo **trans-genico**. Negli Stati Uniti, da oltre 20 anni vengono coltivate per il commercio piante transgeniche. Anche in Canada, Brasile e Argentina sono diffuse tali colture, si tratta quasi esclusivamente di soia, mais, colza e cotone. Grazie alla manipolazione genetica, la maggioranza di queste piante GM è tollerante a uno o più erbicidi (ad es. semi di soia in grado di tollerare il glifosato) oppure resistente a insetti che si nutrono della pianta, dal momento che quest'ultima produce una sostanza tossica, la tossina Bt (ad es. mais Bt).

Se nell'organismo target vengono invece trasferiti **geni derivanti dalla stessa specie ovvero da specie che possono incrociarsi tra loro**, si parla di **cis-genetica** ovvero di un organismo **cis-genico**. In tal caso, le naturali barriere di incrocio non vengono superate.

Non essendoci differenze per quanto concerne le tecnologie di trasferimento, la cisgenetica viene considerata tanto rischiosa quanto la transgenetica: l'inserimento della nuova sequenza genetica, sia essa transgenica o cisgenica, in un punto casuale può comportare effetti non voluti sui nuovi geni come pure sulle regioni genomiche adiacenti, tra cui la sintesi di proteine indesiderate.

Nuove tecniche di ingegneria genetica

Secondo i sostenitori delle nuove tecniche di ingegneria genetica, esse dovrebbero consentire di manipolare il genoma in maniera controllata, orientata e senza effetti collaterali considerevoli, con conseguente risparmio di tempo e denaro rispetto alle tecniche convenzionali. Le due principali tecniche nuove sono l'editing genomico e la tecnica dell'interferenza a RNA.

Editing genomico

Per "editing genomico" si intendono diversi procedimenti utilizzati per alterare geneticamente il genoma di piante, animali e uomini in maniera mirata. Come suggerisce il termine stesso dell'editing genomico (ingl. *genome editing* ovvero "riscrittura mirata del genoma") si tratta di una tecnica di precisione. Il principio di fondo di questa tecnica consiste nel taglio del DNA dell'organismo target in un determinato punto mediante le cosiddette "forbici molecolari". In questo specifico sito vengono successivamente inseriti nuovi geni nel genoma, vengono rimossi geni oppure modificati.

Tra le tecniche di editing genomico figura tra le altre la **CRISPR/Cas**, che si basa su un meccanismo naturale di difesa dei batteri. Mediante un vettore o un cannone genico si introduce nella cellula bersaglio un costrutto composto da un RNA-guida, prodotto artificialmente, e un enzima Cas9. Grazie alla sua struttura simile, l'RNA-guida "trova" il punto del filamento di DNA da modificare e lì si aggancia, dove l'enzima Cas9 taglia i due filamenti di DNA (rottura del doppio filamento). Nel punto di taglio può ora avvenire una "riparazione" spontanea della cellula, oppure si può miratamente rimuovere un segmento di DNA o anche inserirne uno nuovo (co-introdotta) per modificare le caratteristiche dell'organismo target. Le cellule manipolate geneticamente vengono in tal modo inizialmente coltivate in colture cellulari (in vitro) e solo in seguito trasferite in organismi completi.

Tecnica dell'interferenza a RNA

La tecnica dell'interferenza a RNA sfrutta una funzione di difesa naturale della cellula e consente di bloccare geni senza alterare la struttura del genoma. In questo procedimento, molecole di RNA a doppio filamento presenti in virus, ma non in piante e animali, vengono volontariamente introdotte nella cellula bersaglio. La sequenza di base di questo RNA corrisponde a quella del gene da silenziare. La cella reagisce in un primo momento scindendo l'RNA estraneo in frammenti e successivamente anche l'RNA messaggero a esso complementare, che trasmette l'informazione del gene da inibire. In questo modo viene bloccata la sintesi di proteine per le quali serve esattamente questo RNA messaggero.

In agricoltura, la tecnica dell'interferenza a RNA può essere impiegata, tra l'altro, contro virus o parassiti oppure per reprimere caratteristiche indesiderate delle piante. Un esempio di applicazione di questa tecnica è costituita dalle mele della varietà "Arctic" prodotte dall'azienda biotecnologica canadese Okanagan Specialty Fruits: sono mele che non anneriscono dopo essere state tagliate, risultando così fresche più a lungo. Negli Stati Uniti le mele "Arctic" vengono già coltivate e commercializzate sotto forma di fette di mela confezionate.

A chi torna utile l'ingegneria genetica nell'agricoltura?

Da quando esiste l'agrogenetica, i sostenitori argomentano che le tecniche connesse consentirebbero di aumentare la produzione agricola e di ridurre la fame e la povertà nel mondo come anche la creazione di piante resistenti ai parassiti e la riduzione dell'uso di pesticidi chimici sintetici. **Tutte queste premesse non solo si sono rivelate nella realtà non veritiere, ma, anzi, per taluni aspetti, gli effetti dell'uso dell'IG si sono rivelati peggiori delle aspettative.**

Così, oggi si sa che attraverso la coltivazione di piante GM in grado di tollerare erbicidi e il conseguente impiego massiccio di diserbanti (ad es. glifosato) le piante infestanti diventano resistenti agli erbicidi utilizzati. La conseguenza è l'applicazione di quantità ancor maggiori di diserbanti a spruzzo, in parte ancora più tossici.

Attraverso la coltivazione di piante Bt geneticamente manipolate, dopo alcuni anni i parassiti sviluppano resistenze nei confronti della tossina Bt e quindi, per un'adeguata lotta, occorrono maggiori quantità di insetticidi.

A trarre profitto dalla coltivazione di piante geneticamente modificate in grado di tollerare erbicidi e di piante Bt sono principalmente le multinazionali agrochimiche come Bayer/Monsanto, Syngenta o Pioneer, che vendono le sementi geneticamente modificate in soluzioni a pacchetto assieme ai pesticidi chimici sintetici.

Stando a quanto sostenuto dall'organizzazione tedesca "Welthungerhilfe", finora non è stato nemmeno possibile provare il presunto contributo dell'ingegneria genetica alla lotta contro la fame nel mondo. Ai consumatori, una caratteristica come la tolleranza agli erbicidi non procura alcun vantaggio. Anche alimenti sviluppati attraverso nuove tecniche di ingegneria genetica come mele e funghi che non anneriscono non offrono ai consumatori alcun valore aggiunto, bensì servono piuttosto a simulare freschezza in un prodotto che di fatto non è più fresco.

Nuova ingegneria genetica = nessuna ingegneria genetica?

Secondo i sostenitori dell'IG, i nuovi metodi di ingegneria genetica sarebbero molto precisi e conseguentemente non ci sarebbe alcun rischio di effetti indesiderati; i cambiamenti (cisgenici) conseguiti potrebbero teoricamente derivare anche da mutazioni spontanee e i prodotti finali così ottenuti non sarebbero comunque transgenici, in quanto non conterebbero materiale genetico esogeno. Usando tali argomentazioni, i sostenitori dell'IG intendono "ammorbidire" lo stato normativo attualmente in vigore nell'Unione europea e puntano all'obiettivo di non dover più etichettare, in futuro, gli organismi mutati con suddetti metodi come "geneticamente modificati". Nel luglio 2018 la Corte europea di giustizia (CGUE) ha infatti statuito che gli organismi ottenuti mediante nuove tecniche di ingegneria genetica costituiscono organismi geneticamente modificati (OGM) e, in linea di principio, sono soggetti a tutti gli obblighi correlati previsti dalla direttiva sugli OGM dell'Unione europea (procedura di autorizzazione, obbligo di etichettatura, ecc.). La lobby dell'ingegneria genetica, invece, si sta adoperando affinché "nuove" piante e animali geneticamente modificati possano essere commercializzati in futuro senza valutazione dei rischi, senza regolamentazione e senza etichettatura. Venendo meno la trasparenza, consumatori ma anche agricoltori non sarebbero più in grado di accertare se gli alimenti, le sementi, ecc. siano stati prodotti con le nuove tecniche sopra descritte, dal momento che queste, per legge, non verrebbero più classificate come tecniche di ingegneria genetica.

I rischi dell'ingegneria genetica

Preoccupazioni di carattere generale

Le conoscenze finora acquisite sul genoma e sul suo complesso funzionamento sono limitate e la funzione di ampie parti del genoma non è stata ancora oggetto di indagine. Oltre all'alterazione programmata, una modifica genetica potrebbe scatenare ulteriori reazioni indesiderate e imprevedibili.

Rischi per la salute

Praticamente non esistono studi indipendenti sugli effetti di un consumo a lungo termine di piante GM sull'uomo e sugli animali. L'Autorità europea per la sicurezza alimentare (EFSA), competente per la valutazione dei rischi, tiene conto in primo luogo di studi svolti per lo più solo per brevi periodi dalle aziende stesse che operano nel settore dell'ingegneria genetica. La questione se la tossina Bt possa danneggiare le cellule umane non è ancora stata chiarita. Studi del foraggiamento condotti sugli animali hanno rivelato possibili ripercussioni sui valori del sangue e sul sistema immunitario.

Rischi ecologici

Piante geneticamente modificate coltivate in campo aperto possono **diffondersi in modo incontrollato**, favorendo così anche il trasferimento delle modifiche genetiche ad altre piante non GM. Le piante modificate e i loro geni alterati sono irreversibili. Uccelli, insetti e il vento sono capaci di trasportare pollini di piante GM per molti chilometri. Particolarmente problematico è l'**esincrocio** di piante geneticamente manipolate nelle specie selvatiche con loro imparentate, come avvenuto in Canada con la coltivazione di colza GM. Nascono così cosiddette "super piante" resistenti contemporaneamente a più pesticidi.

Problematica è anche la coltivazione stessa: le piante geneticamente modificate vengono coltivate come **monocolture, con un impiego elevato di fertilizzanti e pesticidi**. Ciò va a impoverire il suolo, inquinare le acque freatiche e restringere l'habitat di molti organismi. La coltivazione di piante GM in grado di tollerare erbicidi e il correlato impiego di erbicidi provocano una **perdita di biodiversità** nei campi. La coltivazione di piante Bt resistenti agli insetti porta all'accumulo di tossina Bt nel terreno e nei corsi d'acqua e danneggia gli esseri viventi terrestri e acquatici. La tossina Bt prodotta dalle piante Bt colpisce non solo gli insetti dannosi ma anche altri insetti, tra cui gli "insetti utili".

Non da ultimo, per effetto della concentrazione nella coltivazione di alcune poche piante GM, vengono **soppiantate** magari **varietà tradizionali, adattate localmente**. La varietà e la diversità delle specie di piante agricole utili diminuisce ancor più rapidamente.

Assenza di ingegneria genetica addio?

Nonostante le rassicurazioni da parte delle multinazionali bio-tech secondo cui l'assenza di ingegneria genetica nell'agricoltura e la coltivazione di piante transgeniche potrebbero coesistere una accanto all'altra senza problemi, **la contaminazione di ambiente, sementi, mangimi e alimenti da parte di piante geneticamente manipolate è da tempo una triste realtà**. In Canada è evidente che già tutti i semi di colza sono geneticamente "inquinati"; negli Stati Uniti ampie porzioni di sementi di mais, soia e colza sono contaminate. L'agricoltura biologica e l'agricoltura convenzionale "OGM-free" risultano così minacciate nella loro stessa esistenza e sopravvivenza.

Rischi delle nuove tecniche di ingegneria genetica

I problemi principali dell'ingegneria genetica come l'esincrocio, la contaminazione o l'irreversibilità valgono anche per le nuove tecniche.

Tecniche come la CRISPR-Cas offrono la possibilità di penetrare nel genoma di organismi viventi più a fondo rispetto ai metodi classici. Esse consentono di modificare il DNA contemporaneamente in diversi punti (multiplexing), di disattivare intere famiglie di geni (duplicazioni di determinati geni) in un organismo e di produrre caratteristiche finora sconosciute. Ciò è correlato a grandi **fattori di insicurezza e rischi per uomo, animali e ambiente**. Rispetto ai metodi di miglioramento genetico tradizionali, la velocità con cui si possono generare mutazioni contribuisce ad aumentare ancora di più il potenziale di rischio.

Nell'editing genomico possono verificarsi effetti indesiderati quando la proteina Cas viene condotta dall'RNA-guida in un punto sbagliato del DNA, dove avviene poi il taglio del filamento di DNA. Inoltre, già nel caso di una coincidenza solo approssimativa, le forbici molecolari tagliano tra l'RNA-guida e il DNA cellulare.

Nel caso della tecnica dell'RNA a interferenza possono essere involontariamente disattivati, oltre ai brevi frammenti di RNA messaggero, anche geni diversi da quello target, ovvero quelli con sequenza combaciante. Sequenze coincidenti possono inoltre comportare blocchi indesiderati di geni in organismi non bersaglio.

Ingegneria genetica "Made in Alto Adige"?

Fino ad ora c'è stato ampio consenso sul fatto che l'Alto Adige debba essere e rimanere un territorio senza OGM. La legge provinciale n. 13 del 16 novembre 2006, modificata da ultimo il 17 gennaio 2011, **vieta, infatti, la semina in territorio altoatesino di piante geneticamente modificate**, al fine di proteggere l'ambiente, la biodiversità e l'agricoltura tradizionale. Gli animali, i cui prodotti (ad esempio latte) vengono etichettati come "OGM-free", devono essere alimentati esclusivamente con **mangimi "OGM-free"**. La **legge provinciale per la protezione dell'ambiente** (legge provinciale n. 6 del 12 maggio 2010) **proibisce** anche la diffusione di organismi geneticamente modificati in aree degne di protezione e stabilisce "zone cuscinetto" appropriate e misure precauzionali per la protezione delle specie animali e vegetali selvatiche. Last but not least, l'Alto Adige è membro ufficiale della **Rete europea delle Regioni "OGM-free"** (European GMO-Free Regions Network).

Eppure, entro il 2030 al Centro di Sperimentazione Laimburg verranno sviluppate varietà resistenti e robuste mediante moderni metodi di miglioramento genetico come l'editing genomico: così si legge letteralmente nel documento strategico per l'agricoltura dell'Alto Adige "Agricoltura 2030", che è stato presentato nel maggio 2021. La selezione e la presumibilmente successiva **coltivazione di piante geneticamente modificate in Alto Adige rappresenterebbe un radicale cambiamento di paradigma rispetto all'atteggiamento finora assunto nei confronti dell'ingegneria genetica in agricoltura**.

Ingegneria genetica nel piatto: no, no, no!

I consumatori in Europa hanno un atteggiamento molto scettico nei confronti dell'agrigenetica.

Una nutrita maggioranza di loro rifiuta l'utilizzo dell'ingegneria genetica in campo e nel piatto. Secondo uno studio condotto nel 2019 sulla consapevolezza ambientale, l'81% della popolazione in Germania sostiene il divieto dell'ingegneria genetica in agricoltura (Ministero federale per l'ambiente, la salvaguardia della natura e la sicurezza nucleare 2020). Il 69% degli italiani ritiene che alimenti geneticamente modificati siano meno sani rispetto a quelli prodotti in maniera tradizionale (sondaggio di Coldiretti/Ixè 2018). A livello di Unione Europea, l'86% delle persone che ha già sentito parlare di piante GM vuole che gli alimenti provenienti da tali piante vengano etichettati come tali. Solo il 3% sostiene che i prodotti realizzati con l'editing genomico non dovrebbero essere sottoposti a una valutazione dei rischi né etichettati (sondaggio Ipsos in tutti i 27 Paesi dell'Unione europea su incarico dei Verdi/frazione ALE nel Parlamento europeo 2021).

Il Centro Tutela Consumatori Utenti richiede quanto segue:

- **L'agricoltura dell'Alto Adige deve rimanere "OGM-free".** L'Alto Adige è un territorio troppo piccolo per coltivare piante geneticamente modificate accanto a piante prive di manipolazioni genetiche; una separazione delle due filiere di approvvigionamento non è attuabile.
- L'agricoltura altoatesina sottolinea in ogni occasione l'elevata qualità dei propri prodotti. La strategia "Agricoltura 2030" punta "a migliorare ulteriormente la qualità dei **prodotti altoatesini** e a far sì che si possano affermare sul mercato **come alimenti sani**" (citazione). Inoltre, si vuole aumentare la biodiversità dell'Alto Adige. **La rinuncia all'ingegneria genetica, anzi, il suo divieto, sono l'unica conseguenza logica.**
- L'ingegneria genetica non può essere introdotta in Alto Adige di soppiatto. Un cambio di paradigma così drastico non può avvenire senza **un dibattito pubblico su larga scala.** Una nutrita maggioranza di cittadini nell'Unione Europea rifiuta l'utilizzo dell'ingegneria genetica in agricoltura e ne sostiene il divieto.
- **Le nuove tecniche di ingegneria genetica vanno classificate come tali, con tutte le conseguenze giuridiche collegate,** come ha già statuito la Corte europea di giustizia nel 2018. I metodi, così come anche gli organismi (piante, animali) prodotti ricorrendo a essi, devono essere regolamentati almeno con lo stesso rigore riservato ai procedimenti o ai prodotti "classici" di ingegneria genetica. Indipendentemente dal fatto che l'organismo modificato sia classificato come "transgenico" o "cisgenico", si tratta sempre di tecniche di ingegneria genetica che intervengono nella cellula a livello del genoma e la modificano utilizzando materiale prodotto o congiunto artificialmente. Il processo in quanto tale deve essere soggetto a regolamentazione. Sia le nuove tecnologie genetiche sia gli organismi risultanti – anche se in essi il DNA "estraneo" potrebbe non essere più rilevabile – devono essere sottoposti a un processo di omologazione basato su una ricerca dei rischi esaustiva e indipendente.
- Attualmente non sono disponibili dati sui possibili effetti sull'ambiente e sulla salute dei prodotti ottenuti con le nuove tecniche di ingegneria genetica. L'utilizzo delle nuove tecniche di ingegneria genetica nella coltivazione di piante e nell'allevamento di animali e il trattamento in laboratorio e nell'ambiente degli organismi così risultanti devono pertanto avvenire sempre nel rispetto del **principio di precauzione** stabilito nei trattati dell'Unione europea. La politica

deve contrastare in modo risoluto qualsiasi tentativo di indebolire tale principio.

- Deve essere assicurata, senza compromessi, la salvaguardia della coltivazione di piante e dell'allevamento di animali senza tecniche di manipolazione genetica così come nell'agricoltura e nella produzione alimentare biologica e convenzionale. Il diritto di libertà di scelta deve essere garantito tanto ai consumatori quanto agli agricoltori. A questo scopo e al fine di preservare la varietà genetica, **occorre tutelare la produzione che non faccia ricorso a tecnologie genetiche.**
- È necessario fornire informazioni trasparenti sulle tecniche utilizzate nello sviluppo delle varietà. A tal fine, anche per i nuovi procedimenti di ingegneria genetica, deve valere un **obbligo di etichettatura esaustivo e completo.**
- Per rispondere al "supremo imperativo di preservare le aziende agricole a conduzione familiare", **l'Alto Adige ha bisogno di un'agricoltura contadina e orientata ai principi dell'ecologia.** L'utilizzo di organismi geneticamente modificati, al contrario, favorisce sia l'industrializzazione dell'agricoltura, sia la dipendenza dei contadini dalle grandi multinazionali agroalimentari.

Glossario (in ordine alfabetico):

Basi: i "mattoncini" che compongono il DNA e l'RNA vengono chiamati basi (nucleiche). Le quattro diverse basi del DNA codificano le informazioni ereditarie attraverso la loro sequenza. Due a due, le basi sono complementari tra loro e possono appaiarsi mediante legami chimici. Le coppie di basi uniscono i due filamenti singoli di DNA in un filamento doppio. Tre basi in successione codificano un aminoacido e così stabiliscono da quali aminoacidi vengono sintetizzate le proteine.

Bt: abbreviazione di bacillus thuringiensis. Questo batterio del suolo produce una proteina che è nociva per gli insetti che si nutrono di piante e per gli organismi che vivono nel terreno. I preparati contenenti la tossina Bt vengono impiegati come antiparassitari.

Piante Bt: con l'aiuto delle tecniche di ingegneria genetica, geni del bacillus thuringiensis vengono trasferiti a piante che producono la tossina Bt nelle loro cellule e che sviluppano così resistenza nei confronti dei parassiti.

Cromosomi: lunghe formazioni filamentose di DNA e proteine, che si trovano nel nucleo di ogni cellula e contengono le informazioni genetiche. Nell'uomo, 23 coppie di cromosomi, quindi 46 cromosomi, formano il genoma.

CRISPR: abbreviazione (ingl.) di *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats*. Si intendono brevi segmenti ripetuti di DNA contenuti nel genoma dei batteri. Fanno parte del sistema di difesa batterica dai virus.

DNA: il DNA (ingl. *Desoxyribonucleic acid*) è un'enorme molecola composta da due filamenti tra loro complementari, che si può presentare come una scala a pioli avvolta su se stessa (doppia elica). Le informazioni genetiche memorizzate nel DNA risultano dalla sequenza delle quattro basi diverse. Nella divisione cellulare, il DNA può aprirsi a mò di cerniera. Integrando i due filamenti singoli con un nuovo filamento complementare si ottengono due filamenti doppi: in questo modo il DNA raddoppia.

Gene: un gene è un segmento definito del DNA. I geni contengono informazioni ereditarie, che

definiscono determinate caratteristiche (ad es. il colore degli occhi).

Cannone genico: un apparecchio che serve a “sparare” a pressione nelle cellule DNA, con l’ausilio di piccole particelle di oro o tungsteno, rivestite di DNA (= bombardamento di particelle).

Genoma: si intende l’insieme delle informazioni genetiche in una cellula. Il genoma umano comprende dai 30.000 ai 40.000 geni.

GM: abbreviazione di “geneticamente modificato”.

OGM: abbreviazione di “organismo geneticamente modificato”.

In vitro: espressione (lat. “in vetro”) utilizzata per indicare processi che vengono svolti artificialmente al di fuori di un organismo vivente, ad esempio in una provetta in laboratorio.

Mutazione: alterazione delle informazioni genetiche mediante modifica della sequenza delle basi. Le mutazioni possono essere spontanee o casuali oppure indotte artificialmente.

RNA: l’RNA (ingl. *Ribonucleic acid*) ha una struttura simile al DNA, ma si presenta solo sotto forma di filamento singolo. Serve per la trasmissione delle informazioni memorizzate nel DNA. L’RNA viene denominato in base alla sua funzione, ad es.

- **RNA messaggero** (mRNA, ingl. “m” per *messenger*): l’RNA messaggero trasferisce le informazioni genetiche all’interno della cellula, dal nucleo della cellula ai ribosomi, dove vengono sintetizzate le proteine.
- **RNA guida** (gRNA, ingl. “g” per *guide*): l’RNA guida è un RNA prodotto artificialmente nell’ambito della tecnica CRISPR/Cas. La sequenza delle sue basi è tale che si confa precisamente al punto del DNA che si intende manipolare geneticamente. All’RNA guida è legata la proteina Cas9, che taglia il DNA.

Vettore: un sistema che aiuta a introdurre materiale genetico esogeno in cellule. Come vettori si utilizzano per lo più virus o piccole molecole di DNA ad anello provenienti da batteri.

Fonti:

- Sito internet del servizio informativo sull’ingegneria genetica, <https://www.keine-gentechnik.de/>
- Sito internet di Schweizer Allianz Gentechnikfrei, <https://www.gentechnikfrei.ch/de/>
- Brochure informativa sulle nuove tecniche di ingegneria genetica, Schweizer Allianz Gentechnikfrei, luglio 2018
- FAQ sulle nuove tecniche di ingegneria genetica, Schweizer Allianz Gentechnikfrei, giugno 2018
- Sito internet dell’Umweltinstitut München e.V.,
<http://www.umweltinstitut.org/themen/gentechnik/gentechnik-uebersicht.html>