

**Zeitschrift:** Bulletin Electrosuisse  
**Herausgeber:** Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik  
**Band:** 99 (2008)  
**Heft:** 5

**Artikel:** Le monde des particules élémentaires  
**Autor:** Gabathuler, Kurt / Rosenfelder, Roland  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-855830>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 29.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Le monde des particules élémentaires

## Aperçu des plus petits éléments de la matière et de leurs interactions

La création de la classification périodique des éléments de la table de Mendeleïev a permis, vers la fin du 19<sup>e</sup> siècle, de mettre de l'ordre dans les substances et composés chimiques alors connus. Cent ans plus tard, une étape semblable a été franchie à un niveau beaucoup plus fondamental, la création du modèle standard de la physique corpusculaire permettant de réduire les éléments du noyau atomique (protons et neutrons) à des composants élémentaires appelés quarks, de les classer en un schéma avec les électrons, neutrinos, etc. et d'expliquer leur comportement. Ce modèle standard décrit presque tous les phénomènes du monde inanimé – de la désintégration radioactive à l'évolution de l'univers après le big bang –, mais laisse sans réponse de nombreuses questions qui font l'objet d'une intense recherche.

La question relative aux plus petits éléments de la matière est vieille comme le monde. Les Grecs de l'Antiquité y donnaient une réponse plutôt philosophique qu'empirique en parlant des quatre éléments :

*Kurt Gabathuler, Roland Rosenfelder*

feu, eau, terre et air. Cependant, Démocrite supposait déjà que toute matière était constituée de composants indivisibles, les atomes. Mais il ne s'agissait que de spéculation jusqu'à ce que, deux millénaires plus tard, la chimie et la physique commencent à répondre peu à peu à cette question par des expériences.

Une grande étape a été franchie avec la classification périodique des éléments qui, au 19<sup>e</sup> siècle, a mis de l'ordre dans la multitude des composés chimiques en les ramenant à des éléments isolés, les atomes. Au début du 20<sup>e</sup> siècle, on a compris que ces atomes se différenciaient par leur noyau et leurs couches électroniques. Le noyau le plus simple est celui de l'atome d'hydrogène que l'on appelle également proton et qui est porteur d'une unité de charge exactement. Après la découverte, en 1932, d'un composant neutre du noyau, le neutron, la liste des particules élémentaires paraissait complète : protons, neutrons et électrons permettaient de combiner tous les éléments chimiques. La figure 1 représente la struc-

ture spatiale d'un atome. La masse est presque entièrement concentrée dans le minuscule noyau.

En 1937 cependant, on découvrit dans le rayonnement cosmique une nouvelle particule, qui fut plus tard appelée muon. Un lauréat du prix Nobel a résumé cette surprise malvenue en disant «Who ordered this?». Avec l'avènement des accélérateurs de particules dès 1950, le nombre de nouvelles particules a explosé. A la fin des années 60, en bombardant des protons avec des électrons, on a constaté à l'intérieur du

proton une structure granuleuse (figure 1). Et l'on a postulé l'existence de quarks permettant de combiner la plupart des particules.

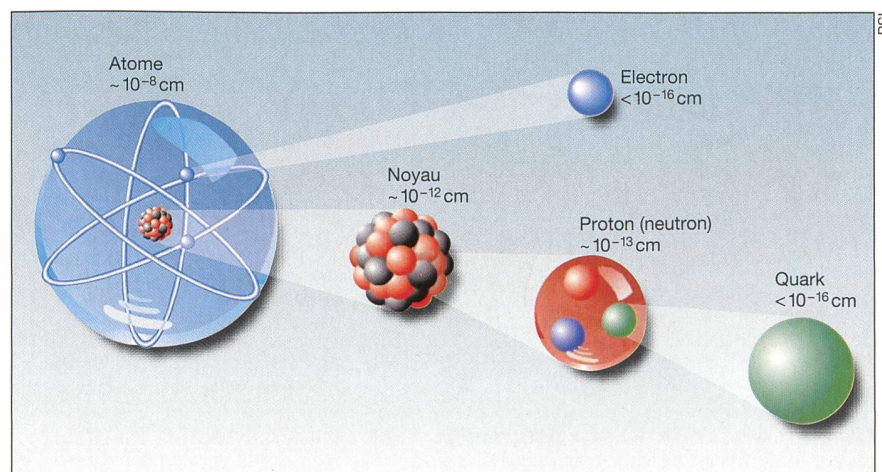
Dans l'entre-temps, deux types de neutrinos presque dénués de masse étaient venus s'ajouter à la liste des particules et l'on savait qu'il y avait pour chaque particule une antiparticule correspondante (par exemple le positron à charge positive comme antiparticule de l'électron).

Après un intense travail expérimental et théorique, on a établi au cours des premières années soixante-dix le modèle standard de la physique des particules qui réunissait en un schéma toutes les particules considérées alors comme élémentaires (quarks, électrons, muons, neutrinos).

### Le modèle standard

Le modèle standard de la physique des particules devrait à vrai dire être appelé théorie standard, étant donné que depuis plus de 30 ans, il explique (presque) tous les résultats expérimentaux et a réussi tous les tests. Dans toute nouvelle théorie plus poussée, il doit donc être inclus comme cas particulier, de même que la théorie de la relativité d'Einstein s'introduit dans la mécanique classique si toutes les vitesses sont petites par rapport à la vitesse de la lumière.

Les composants de la matière selon le modèle standard sont représentés à la fi-



**Figure 1 Les plus petites structures de la matière.**  
Selon les connaissances actuelles, l'électron et le quark sont dénués de structure.

| Particules de matière |        |         |        |           |           |            |         |
|-----------------------|--------|---------|--------|-----------|-----------|------------|---------|
| Charge                | Quarks |         |        | Leptons   |           |            | Charge  |
| $\frac{2}{3}$         | u      | c       | t      | $\nu_e$   | $\nu_\mu$ | $\nu_\tau$ | 0       |
|                       | up     | charm   | top    | Neutrinos |           |            |         |
| $-\frac{1}{3}$        | d      | s       | b      | e         | $\mu$     | $\tau$     | -1      |
|                       | down   | strange | bottom | Electron  | Muon      | Tau        |         |
| Famille               | 1.     | 2.      | 3.     | 1.        | 2.        | 3.         | Famille |

Figure 2 Système de classification périodique de la physique des particules.

Le «système périodique» de la physique des particules, comprenant 6 quarks et 6 leptons. On les partage en trois familles dont chacune comprend 2 quarks et 2 leptons (les antiparticules ne sont pas prises en compte).

figure 2: il s'agit des quarks et des leptons qui existent en trois familles (ou générations). Les particules de la première génération constituent l'essentiel du monde qui nous entoure: selon l'état actuel de nos connaissances, les électrons sont toujours élémentaires (c'est-à-dire ponctuels au moins jusqu'à des distances de  $10^{-16}$  cm), mais les protons et neutrons du noyau atomique sont composés de quarks u et d (ponctuels). Les quarks et leptons de la deuxième et de la troisième génération se forment brièvement lors de la collision de particules à haute énergie pour se désinté-

grer ensuite à nouveau. Par exemple, le muon est le cousin de l'électron, mais 200 fois plus lourd que celui-ci. Après 2  $\mu$ s, il se désintègre pour donner un électron et deux neutrinos.

Les particules de matière de la figure 2 réagissent mutuellement de diverses manières: les quarks sont soumis à une interaction appelée forte (force nucléaire), toutes les particules à charge électrique participent à la force électromagnétique que l'on connaît au quotidien et enfin, tous les leptons et quarks peuvent également présenter une interaction appelée faible (il

s'agit de la force responsable de certaines désintégrations atomiques).

En vertu de la théorie de la relativité restreinte, les effets ne peuvent être transmis instantanément, mais ont besoin d'un messageur qui transmet cette force à une vitesse maximale correspondant à celle de la lumière. En raison de fluctuations mécaniques quantiques (relation d'incertitude), des particules de force virtuelles peuvent être émises par une particule matérielle pour être absorbées à nouveau par une autre, ce qui se manifeste sous forme d'interaction entre ces deux particules (voir encadré page suivante). La force des interactions est décrite par des couplages (en fonction d'énergie). De telles particules de force peuvent cependant exister réellement et font également partie du modèle standard: le photon (quantum de lumière) pour la force électromagnétique, les gluons (de l'anglais glue = colle) pour l'interaction forte et les particules W et Z pour l'interaction faible. La figure 3 représente cet échange sous forme de ce qu'on appelle des diagrammes de Feynman qui contiennent en même temps des prescriptions précises sur la manière dont les processus correspondants doivent être calculés en théorie.

En principe, on devrait également tenir compte de la force de gravitation qui agit sur toutes les particules et est transmise par des gravitons hypothétiques. Cependant, la pesanteur entre les particules élémentaires est si faible que l'on peut sans autre la négliger dans le microcosme.

Le modèle standard n'est pas qu'une énumération des éléments constitutifs et de leurs interactions, c'est au contraire un modèle mathématique précis permettant de prédire les processus de diffusion et de désintégration des particules. Il est surprenant de constater que ces prévisions sont toujours confirmées par l'expérience avec une haute précision. Etant donné que les noyaux, atomes et molécules se composent de ces particules élémentaires, le modèle standard est un triomphe de la physique: à partir de quelques propriétés des quarks, leptons et particules de force, on peut déduire (en principe) toute la foule du monde inanimé et de ses phénomènes!

Le modèle standard est une synthèse unique en son genre de deux révolutions théoriques de la physique du 20<sup>e</sup> siècle, de la théorie de la relativité restreinte et de la théorie quantique (voir encadré). En même temps, elle poursuit le vieux rêve de l'unification des forces: de même que Maxwell, au 19<sup>e</sup> siècle, avait compris que l'électricité et le magnétisme étaient des manifestations distinctes de l'électromagnétisme, le modèle standard allie la force faible et la force électromagnétique. C'est pourquoi

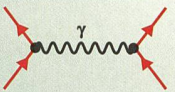
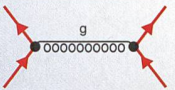
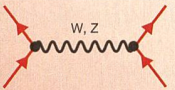
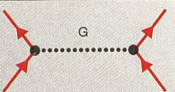
| Interaction       | Particules de force | Diagramme                                                                           |
|-------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| électromagnétique | photon $\gamma$     |  |
| forte             | gluon g             |  |
| faible            | W, Z                |  |
| gravitation       | graviton G          |  |

Figure 3 Interaction due aux particules de force.

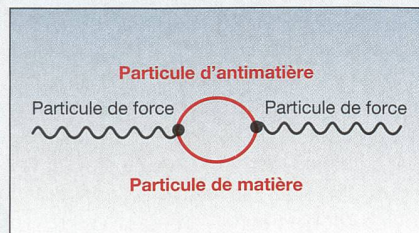
Les actions réciproques entre deux particules de matière se font par échange de particules de force, avec transmission d'impulsion et d'énergie. Ces phénomènes sont décrits au moyen de ce qu'on appelle les diagrammes de Feynman. Les flèches rouges représentent le mouvement de deux particules matérielles entre lesquelles une particule de force (ligne ondulée) est échangée.

## Relation d'incertitude, fluctuations quantiques et particules virtuelles

La théorie de la relativité restreinte d'Einstein datant de 1905 et la théorie quantique des années 20 du siècle dernier constituent la base théorique de la physique des particules. Un principe essentiel de la première est que, pour toutes les particules dans tout système, la vitesse de la lumière  $c$  est la plus grande vitesse possible. Il en résulte la célèbre équivalence de l'énergie et de la masse

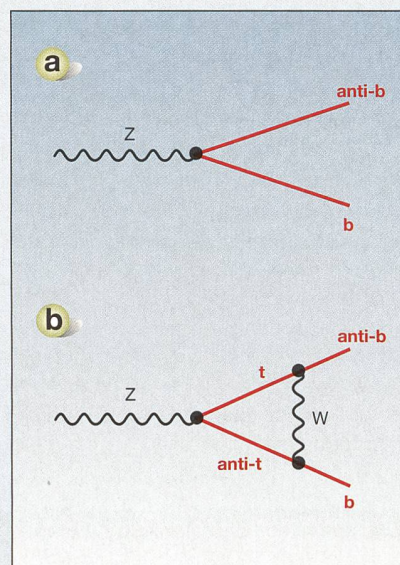
$E = m \cdot c^2$ . En vertu de la théorie quantique, toutes les particules sont en même temps des ondes dont la longueur d'onde est inversement proportionnelle à l'énergie. La synthèse des deux théories donne à prévoir qu'il doit y avoir des antiparticules présentant pratiquement les mêmes propriétés, mais de charge inverse.

Une relation d'incertitude particulière de la théorie quantique établit un lien entre le temps et l'énergie: des particules qui n'existent que pour des temps très courts n'ont pas d'énergie fixée avec précision. Il découle de l'équivalence de l'énergie et de la masse que des paires de particules peuvent se constituer spontanément et se détruire à nouveau après un temps très court. Ces particules n'existant que temporairement sont appelées particules virtuelles. La première figure représente un tel processus



selon la représentation des diagrammes de Feynman: une particule de force (un photon par exemple) se désintègre pour un temps très bref en une paire comprenant une particule et l'antiparticule correspondante (électron et positron par exemple). De telles fluctuations quantiques entraînent une dépendance d'énergie des différentes forces, étant donné que, suivant l'énergie disponible, différents types de particules virtuelles peuvent participer aux fluctuations quantiques. Cette dépendance énergétique a été confirmée exactement par l'expérience.

Ces fluctuations quantiques permettent également de prouver l'influence des particules qui, bien que ne pouvant être produites directement sur l'accélérateur étant donné l'énergie insuffisante, influencent néanmoins les valeurs de grandeurs définissables avec précision, en tant que particules virtuelles. La seconde figure représente comme exemple la désintégration d'une particule de force  $Z$  en une paire de quarks  $b$  (plus précisément: un quark  $b$  et un antiquark  $b$ ). Le processus direct  $a$ ) est modifié par le processus  $b$ ) qui passe par les quarks  $t$ . De tels effets, provoqués par des particules virtuelles (ici une boucle comprenant deux quarks  $t$  et  $W$ ) peuvent théoriquement être déterminés d'avance. Dans ce cas, la prévision dépendait de la masse du «top-quark» (encore hypothétique). Cette comparaison avec la probabilité relative de désintégration, déterminée avec précision par l'expérience,  $Z \rightarrow b + \text{anti-}b$  a permis une prédiction précise de la masse du top-quark avant que celui-ci ne fût découvert. Après avoir augmenté la puissance d'un accélérateur de particules aux USA, on a effectivement trouvé le top-quark en 1995 et sa masse était dans la plage prédite.



l'on parle également souvent de l'interaction «électrofaible».

## Expériences destinées à tester le modèle standard

Toute théorie physique n'a qu'un domaine de validité limité qu'il s'agit d'explorer. En physique des particules, on peut constater les écarts possibles, en gros, de deux manières. Aux hautes énergies, avec lesquelles on produit des particules (nouvelles) et mesure leur effet réciproque et leurs désintégrations, ou à basse énergie, où des mesures très précises permettent de constater des écarts par rapport aux valeurs prévues.

Dans le premier cas, on utilise des accélérateurs de plus en plus grands et d'immenses détecteurs. L'exemple le plus impressionnant est le Large Hadron Collider (LHC) qui doit être mis en service au milieu de l'année 2008 au Centre européen de physique des particules CERN près de Ge-

nève et fournir en 2009 de premiers résultats attendus avec impatience (figures 4 et 5).

Plusieurs universités et instituts de Suisse (les deux EPFs, l'Institut Paul Scherrer (PSI), les universités de Berne, Genève et Zurich) participent à ces expériences. Le LHC ouvrira un nouveau domaine énergétique, puisque des protons seront projetés les uns sur les autres de manière frontale avec des énergies de chaque fois 7 TeV (ce qui correspond à un potentiel d'accélération de chaque fois 7000 gigavolts). Selon les règles de la théorie quantique, le LHC est donc un immense microscope qui, à une longueur d'onde minime, étudiera les structures encore jamais vues de la matière. Il découle de l'équivalence de l'énergie et de la masse qu'une énergie élevée peut être utilisée à la production directe de particules lourdes. Un des objectifs essentiels du LHC est la découverte de la dernière particule non encore trouvée du modèle standard: la particule de Higgs. Cette

particule est déterminante pour la manière particulière de laquelle le modèle standard donne aux quarks, leptons et particules de force  $W$  et  $Z$  leur masse observée expérimentalement. Selon les prévisions du modèle standard, la masse de la particule de Higgs est dans une plage accessible au LHC. Mais il n'est pas exclu non plus que des particules entièrement nouvelles soient produites.

Dans le second cas – à basses énergies – une particularité de la physique quantique permet de distinguer dans des données de mesure précises les effets de particules lourdes encore inconnues, bien que l'énergie du procédé soit beaucoup plus faible que celle qui serait nécessaire à la production directe de ces particules. Cette contribution des particules virtuelles est une conséquence de la relation d'incertitude (voir détails dans l'encadré page 11).

On se concentre sur des processus qui, dans le modèle standard de la physique des particules, ne sont pas permis ou ne se

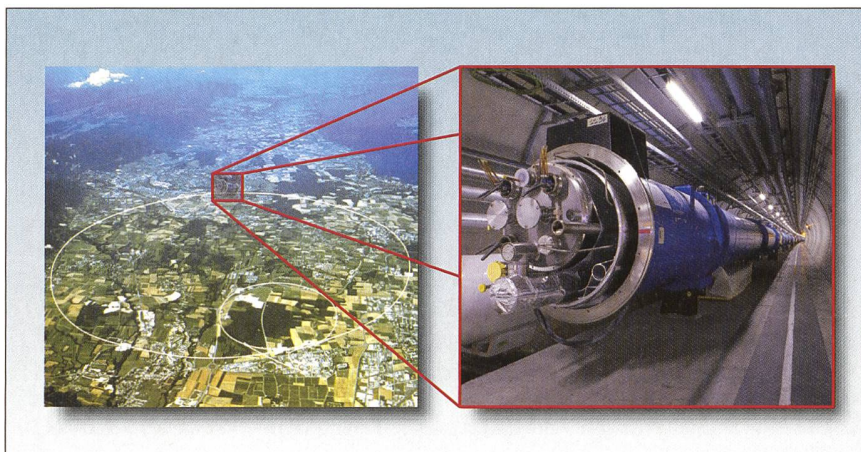


Figure 4 Large Hadron Collider près de Genève.

A gauche: vue aérienne du Centre européen de physique des particules CERN près de Genève avec son système d'accélérateurs souterrains. En bas à droite, on aperçoit Meyrin avec les laboratoires du CERN, en haut à droite le Lac Léman. Le grand tunnel annulaire dans lequel est exploité le Large Hadron Collider a une circonférence de 27 km. A droite: le tunnel est rempli à 65% environ d'aimants supraconducteurs qui maintiennent les rayons protoniques opposés sur une trajectoire circulaire.

produisent qu'avec une probabilité infiniment petite. La mesure univoque d'un tel processus serait un résultat signalant l'existence de nouveaux phénomènes en dehors du modèle standard si bien confirmé. Citons en exemple une expérience réalisée à l'accélérateur protonique à fort courant de l'Institut Paul Scherrer dans le but de réaliser la désintégration du muon en un élec-

tron et un quantum de lumière ( $\mu \rightarrow e + \gamma$ ). Dans le modèle standard, la désintégration du muon s'accompagne toujours de l'émission de neutrinos. Ce fait (incompris) a été observé jusqu'à présent dans toutes les désintégrations, mais l'expérience faite au PSI sera à même de permettre l'observation d'une désintégration  $\mu \rightarrow e + \gamma$  même encore parmi  $10^{14}$  désintégrations norma-

les du muon. Même si cette expérience (comme les précédentes, moins précises) ne trouve pas cette désintégration hypothétique, elle délimitera néanmoins fortement les théories proposées sur l'extension du modèle standard.

Il ne faut pas manquer de mentionner que ces expériences fort complexes ont aussi des conséquences technologiques étant donné que les exigences posées aux accélérateurs de particules, aux détecteurs et au traitement des données doivent souvent repousser les limites du possible. Un exemple bien connu en est le World Wide Web, développé tout d'abord au CERN pour l'analyse des données dans le cadre de collaborations internationales. Ou les détecteurs à pixels spéciaux développés au PSI pour le détecteur CMS au LHC, qui ont trouvé depuis une large plage d'application dans d'autres domaines.

### Au-delà du modèle standard

Le modèle standard laisse ouvertes de nombreuses questions, par exemple:

- Pourquoi y a-t-il trois familles?
- Que se passe-t-il avec des énergies très élevées? Y a-t-il une unification des interactions faibles et fortes?
- Les particules élémentaires sont-elles à leur tour composées ou existe-t-il une (super-)symétrie entre les différents groupes?
- Pourquoi y a-t-il dans le cosmos plus de matière que d'antimatière?
- Comment tenir compte de la gravitation?
- Quelle est la nature de la «matière sombre», de «l'énergie sombre» dont l'astronomie, ces dernières années, donne de plus en plus de raisons de penser qu'elles existent?

Ces derniers points font apparaître les liens croissants entre la physique des particules et l'astrophysique et la cosmologie. Le fait est que le big bang par lequel notre univers a commencé est un état dont l'immense énergie et la densité dépassent tout ce qui peut être créé en laboratoire. L'extension et le refroidissement de l'univers ont cependant abouti à des phases que nous comprenons bien grâce à l'actuelle physique des particules – par exemple la formation du fond cosmique de micro-ondes qui a été mesuré ces derniers temps par des satellites avec une précision toujours plus élevée.

### Perspective

Ces prochaines années, des questions déterminantes de la physique des particules seront soumises à une vérification expé-

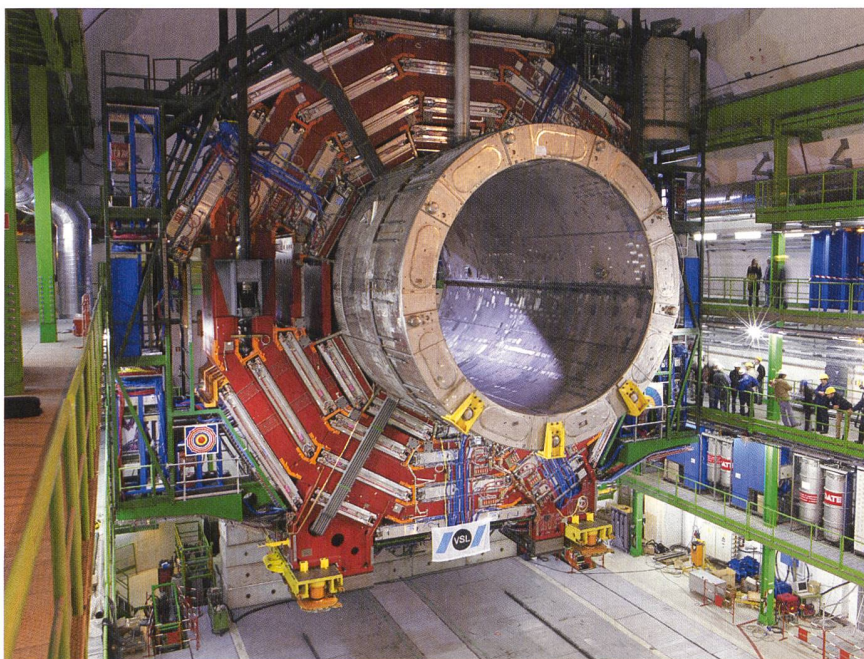


Figure 5 Détecteur de particules pour le projet LHC.

Le composant le plus lourd du détecteur CMS (Compact Muon Solénoïd) pesant 1920 tonnes a été abaissé en février 2007 dans un puits vertical de 78 m au moyen d'une grue spéciale, pour aboutir à une salle souterraine où les deux rayons protoniques opposés du LHC entrèrent en collision. Il se compose d'un solénoïde long de 12,5 m et d'un diamètre de 6 m, pouvant générer un champ de 4 teslas, ainsi que d'une partie du joug de réaction (en rouge) portant les détecteurs de particules. L'EPF de Zurich a largement contribué à la conception de la bobine de solénoïde à supraconduction. L'intérieur du solénoïde sera entièrement rempli de détecteurs. Tout au centre, il y aura un détecteur de pixels cylindrique construit par le PSI et l'Université de Zurich (diamètre 22 cm, longueur 55 cm). Le détecteur CMS pèsera au total environ 12 000 tonnes et sera construit dans le cadre d'une collaboration internationale de 160 hautes écoles et 2300 physiciens du monde entier.

rim mentale – et il est fort probable que beaucoup de nouvelles questions se poseront. Ceci sera dû avant tout à la mise en service du LHC. Mais on réfléchit d'ores et déjà à des accélérateurs plus perfectionnés, par exemple un accélérateur linéaire dans lequel électrons et positrons se bombarde-

raient mutuellement. Etant donné cependant son coût énorme, un tel «International Linear Collider» ne sera plus construit par des états isolés ou des organisations régionales, mais dans le cadre d'un projet mondial. Cependant, la question des plus petits composants de la matière continuera d'être

approfondie à l'avenir également par des expériences de haute précision et de faible énergie.

Après tout, le cosmos est lui aussi un laboratoire unique en son genre de production, d'accélération et de désintégration de particules élémentaires, ce qui fait que l'analyse des questions d'astrophysique et de cosmologie ne manquera de devenir un sujet toujours plus important de la physique des particules.

## Zusammenfassung

## Die Welt der Elementarteilchen

*Eine Übersicht über die kleinsten Bausteine der Materie- und deren Wechselwirkungen.* Mit der Schaffung des Periodensystems der Elemente konnte gegen Ende des 19. Jahrhunderts Ordnung in die vielen damals bekannten chemischen Stoffe und Verbindungen gebracht werden. Hundert Jahre später ist es in einem ähnlichen Schritt auf einem wesentlich grundlegenderen Niveau gelungen, durch die Schaffung des Standardmodells der Teilchenphysik die Bestandteile des Atomkerns (Protonen und Neutronen) auf elementare Bausteine (Quarks) zu reduzieren, diese zusammen mit Elektronen, Neutrinos etc. in ein Schema einzuordnen und ihr Verhalten zu erklären. Das Standardmodell beschreibt fast alle Phänomene der unbelebten Welt – vom radioaktiven Zerfall bis zur Evolution des Universums nach dem Urknall –, lässt aber noch viele Fragen offen, die intensiv erforscht werden. (Dieser Artikel ist im Bulletin SEV/VSE Nr. 7/2007 in deutscher Sprache veröffentlicht worden.)

## Information sur les auteurs

Dr **Kurt Gabathuler** a travaillé au CERN (Genève) et à Los Alamos (USA). De 1998 à 2006, il a dirigé le laboratoire de physique des particules de l'Institut Paul Scherrer (PSI).  
Institut Paul Scherrer, 5232 Villigen PSI,  
[kurt.gabathuler@psi.ch](mailto:kurt.gabathuler@psi.ch)

Dr **Roland Rosenfelder** a travaillé aux universités de Mayence (Allemagne) et Stanford (USA). Il est depuis 1987 collaborateur scientifique au PSI où il dirige actuellement le groupe de théorie du laboratoire de physique des particules.  
*Institut Paul Scherrer, 5232 Villigen PSI,  
 roland.rosenfelder@psi.ch*

## Ethernet bis an die Maschine

Ethernet erschien für den industriellen Einsatz lange Zeit ungeeignet. Inzwischen hat sich diese Technologie im Automatisierungsbereich etabliert. Industrial Ethernet hat allerdings nur noch wenig mit der über 25 Jahre alten Ursprungstechnologie z. T. zu tun. Die Priorisierung von Daten, kombiniert mit den Ethernet-Standards für Switching, Full-Duplex-Übertragung und die Möglichkeit der Skalierung der Bandbreite von 10 Mbit/s auf 100 Mbit/s oder 10 Gbit/s sind Meilensteine in der industriellen Kommunikation. Neue Technologien wie echtzeitfähiges Ethernet erhöhen die Stabilität der Automatisierungnetzwerke zusätzlich.

Hier haben sich zwei Alternativen herauskristallisiert: Der klassische R445-Staucher aus der Bärenhaut wurde modifiziert und als M12 bezeichnet. Die ersten Lecker können sich die Hersteller nicht auf einen gemeinsamen Standpunkt einigen. Der M12 ist ein kleinerer, kompakter Staucher, voran am Markt angekommen, der recht kompakt und sehr attraktiv wurde. Die in der industriellen Produktion des M12 eingesetzten Werkstoffe sind für Dauerzeiten bis 100.000 h (bei Eibert) von verschiedenen Herstellern freigegeben.

Die zweite Variante ist ein kompakterer R445-Staucher, eine für EPDM-M12-Verfahren geeignete Variante, die spezifischer ist. Die verschiedenen Hersteller (DAGNA, PNO und OVA) haben sich auf die zu verwendende Variante nicht einigen können. Die Hersteller des M12 lassen sich die Vorteile, die höchsten Anforderungen bezüglich Lebensdauer, Vibration und EP-Schnittzeit erfüllen, durch zusätzliche Schutzmaßnahmen direkt an der Maschine montieren. Damit kann die Produktionskosten (insbesondere

Ethernet-Netzwerkkomponenten für industrielle Applikationen erfüllen nicht nur die im Bürofeld gängigen Sicherheitsstandards, sondern besitzen darüber hinaus eine redundante 24-Volt-Spannungsversorgung, lassen sich auf Hochschulen montieren und nach dem »Plug-and-Work«-Prinzip (in Betrieb) setzen. Redundanzfunktionen gewährleisten die Verfügbarkeit der Netzwerke. So verfügen verschiedene Switches aus der Indu-

Jürgen Schmidt

... sowie auch von weiteren Anforderungen an die Netzeigenschaften bezüglich "Temperaturbereich, Schwach- und Blitzenempfindlichkeit, Schutz und Abgrenzung, Freigabe sowie an die Schutzart gegen das Eindringen von Wasser" auf. Die entsprechenden Stückkosten sind

Daniel lassen sich die Schwach- und Blitzenempfindlichkeit, die Temperaturbereich, Schutz, Vibration und IP-Schutzart erfüllen. Die vier weiteren Eigenschaften werden in der Maschine umgesetzt. Damit kann der vorstellbare Schweißprozess in der bedingungs- und anforderungsorientierten Werkzeugkonzeption bei

**Bild 1** In Robotern werden Thermoventile – als ideale TP-Prototyp, wie in der Box

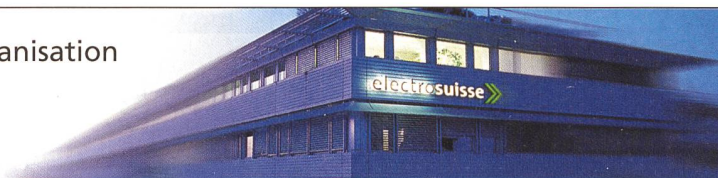


## Articles spécialisées sur Internet

**www.electrosuisse.ch/bulletin**  
**(Rubrique Articles spécialisés)**

# BULLETIN

Electrosuisse ist die führende Fachorganisation im Bereich der Elektrotechnik.



Die renommierte Fachzeitschrift Bulletin SEV/VSE publiziert fachliche Hintergrundbeiträge aus dem gesamten Bereich der Elektrotechnik – von Energietechnik über Energiewirtschaft und Umwelttechnik bis hin zu Informations- und Kommunikationstechnik.

Für das Bulletin SEV/VSE suchen wir eine(n)

## **Chefredaktor(in) / Verlagsleiter(in)**

Ihr Aufgabenbereich

- Führen des Verlagsgeschäfts (Budgetverantwortung) und des Redaktionsteams
- Akquisition und redaktionelle Bearbeitung von Fachbeiträgen und Brancheninformationen
- Unterstützung des Leiters Verbandsaktivitäten von Electrosuisse bei diversen Projekten wie beispielsweise dem Ausbau und der Festigung der Kontakte des Verbands zu den Schweizer Hochschulen und Fachhochschulen

Ihr Profil

- Abgeschlossenes Studium Elektrotechnik, Physik oder gegebenenfalls Maschinenbau, vorzugsweise an einer ETH/TU
- Nachgewiesene Führungserfahrung
- Stilsicheres Deutsch und gewandte Ausdrucksweise
- Gute Französischkenntnisse (mündlich und schriftlich)
- Schnelle Auffassungsgabe und gute Kommunikationsfähigkeiten
- Sie können komplexe technische Zusammenhänge sprachlich klar und verständlich formulieren
- Sie behalten auch in hektischen Situationen den Überblick

Wir bieten

- Interessantes, vielseitiges und selbständiges Arbeitsumfeld
- Leistungsgerechte Entlohnung mit erfolgsabhängigem Lohnanteil
- Sachgerechte und sorgfältige Einführung und Weiterbildung

Eintritt nach Vereinbarung. Arbeitsort ist Fehraltorf. Auf unserer Website [www.electrosuisse.ch](http://www.electrosuisse.ch) finden Sie weitere Informationen über Electrosuisse.

Interessiert? Dann senden Sie Ihre Bewerbungsunterlagen an:

Electrosuisse, Frau Vreni Furrer, Luppenstrasse 1, 8320 Fehraltorf.

Für weitere Auskünfte steht Ihnen unser Verlagsleiter, Herr Dr. Rolf Schmitz, Direktwahl 044 956 11 59, gerne zur Verfügung.

**SEV** Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik

**electrosuisse**