

Prescriptions de raccordement pour les postes de transformation à moyenne tension au Grand-Duché de Luxembourg

En cas de litige, la version allemande est déterminante !

Version: 2018 .01

Les gestionnaires des réseaux du
Grand-Duché de Luxembourg

Sommaire

Introduction	5
1. Champ d'application	6
2. Généralités	7
2.1 Dispositions et prescriptions	7
2.2 Procédure de déclaration et documents relatifs au raccordement	8
2.3 Déroulement du chantier et mise en service	9
3. Raccordement au réseau	10
3.1 Principes de la détermination du point de raccordement au réseau	10
3.2 Limite de propriété	11
3.3 Télécommande centralisée à basse fréquence	11
4. Poste de transformation	11
4.1 Bâtiment	11
4.1.1 Généralités	11
4.1.2 Détails concernant la construction	12
4.1.3 Champs électriques et électromagnétiques	15
4.2 Partie électrique	15
4.2.1 Généralités	15
4.2.2 Résistance aux courts-circuits	16
4.2.3 Protection contre les surtensions	16
4.3 Installations de distribution	16
4.3.1 Circuits et configuration	16
4.3.2 Exécution	17
4.3.3 Identification et étiquetage	17
4.4 Équipements d'exploitation	17
4.4.1 Appareillages	17
4.4.2 Transformateurs	18
4.4.3 Postes avec plusieurs transformateurs	18
4.4.4 Télécommande et liaison informatique au centre d'exploitation du GRD	18
4.4.5 Dispositifs de protection	19
4.4.6 Installation de mise à la terre	21
4.4.7 Accessoires	22
5. Comptage pour facturation et mise à disposition des données	23
5.1 Généralités	23
5.2 Mesure basse tension	25
5.3 Mesure moyenne tension	25
5.4 Mesure de contrôle	25
5.5 Mesure en triangle	25
5.6 Décomptage GRD	26
5.7 Mesure de comparaison	26
5.8 Dispositifs de transmission des données	26
6. Exploitation du poste de transformation	26
6.1 Généralités	26
6.2 Conventions d'exploitation	26
6.3 Accès	27
6.4 Zone de disponibilité / Commande	27
6.5 Maintenance	27

6.6	Pannes	28
6.7	Obligations complémentaires	28
7.	Systèmes de stockage et installations de production avec ou sans exploitation parallèle jusqu'à 36 MW	28
7.1	Généralités	28
7.2	Déclaration des installations de production	30
7.3	Protections sur les installations de production	30
7.3.1	Généralités	30
7.3.2	Dispositifs de protection réseau (protection de découplage)	31
7.4	Contrôles de conformité	32
8.	Perturbations sur le réseau du GRD	33
8.1	Généralités	33
8.1.1	Variations de tensions admissibles	33
8.1.2	Papillonnements	33
8.1.3	Harmoniques et interharmoniques	33
8.1.4	Encoches de commutation et tensions asymétries	34
8.2	Comportement en puissance réactive	34
8.3	Dispositions contre les chutes de tension et les coupures d'alimentation	34
8.4	Installations utilisant des fréquences porteuses sur le réseau client	35
9.	Modifications, extensions, mises hors service et démontage	35
10.	Références normatives	36
10.1	Directives et ordonnances UE	36
10.2	Normes CENELEC incluant l'indication de la prescription DIN VDE et des règles d'application VDE en vigueur correspondantes	36
10.3	Prescriptions VDEW / BDEW / VDN et autres réglementations et obligations	39
Annexe A1	Schémas électriques des postes de transformation les plus courants	42
Annexe A2	Concepts comptage - schémas standard	51
Annexe A3	Formulaire de procès-verbal de mise à la terre	59
Annexe A4	Schémas de câblage des dispositifs de protection du réseau (découplage)	60

Introduction

Les présentes prescriptions de raccordement pour les postes de transformation à moyenne tension (TAB-MT) visent à assurer une intégration réglementaire des postes moyenne tension de plus de > 1 kV à < 60 kV dans le réseau de distribution du gestionnaire de réseau de distribution (ci-après désigné GRD). Elles incluent les points essentiels de la pratique pour la planification, la construction, le raccordement et l'exploitation des postes de transformation.

Ces prescriptions ont été approuvées en vertu de l'art. 5 alinéa 3 de la loi modifiée du 1^{er} août 2007 (*Organisation du marché de l'électricité*) par l'ILR (*Institut Luxembourgeois de Régulation*) et peuvent être utilisées dans le cadre de contrats de raccordement au réseau et de relations d'utilisation du raccordement.

Les développements ci-après comportent également un certain nombre d'aspects relatifs aux installations électriques du client commutées en aval des postes de transformation.

L'objectif est d'apporter au GRD ainsi qu'aux clients et aux entreprises chargées de l'étude, de la construction, de la modification et de l'exploitation des postes de transformation, une aide à la planification et au travail afin de résoudre les questions associées aux postes de transformation.

Les prescriptions de raccordement ont été élaborées en collaboration avec tous les GRD du Grand-Duché de Luxembourg. Ces dispositions visent à répondre aux exigences du marché libéralisé de l'électricité en prenant en compte les intérêts des clients.

Ces prescriptions remplacent les « prescriptions de raccordement pour les postes de transformation à moyenne tension au Luxembourg » (version : 200908.03) et définissent l'interface entre le réseau public moyenne tension et l'installation client.

Les installations électriques doivent respecter les exigences fondamentales de la Directive 2014/30/UE sur la compatibilité électromagnétique (CEM), les dispositions de la loi du 27 juin 2016 (*compatibilité électromagnétique*) ainsi que de la loi du 17 mai 2017 (*prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des salariés aux champs électromagnétiques*). Concernant les aspects non couverts par la Directive, les normes du CENELEC (Comité Européen de Normalisation Electrotechnique), ou si elles ne sont pas encore disponibles, les prescriptions VDE sont à respecter, tout en permettant la mise en circulation d'appareils assurant un niveau de protection équivalent au niveau requis.

Toute exigence portant sur la conformité à des normes nationales ou à des normes européennes non harmonisées ne s'applique pas au matériel qui a été fabriqué et/ou certifié en accord avec les normes ou les prescriptions techniques d'un État membre de l'Union Européenne, d'un État de l'AELE ou de la Turquie, partie à l'accord sur l'Espace économique européen, et offrant avec la présente réglementation un niveau de protection équivalent.

1 Champ d'application

Les Conditions techniques de raccordement pour les postes de transformation moyenne tension > 1 kV à < 60 kV (TAB-MT) s'appliquent à la construction neuve, à la transformation, à l'extension, à l'exploitation, au démantèlement ou au démontage de postes de transformation (installations de consommation et de production, collecteurs et installations mixtes) raccordées ou devant être raccordées au réseau moyenne tension du GRD. Elles s'appliquent également en cas de modification de la capacité de raccordement au réseau ou du concept de protection. Le client supporte les coûts des mesures de suivi qui sont engagées de ce fait sur ce raccordement au réseau. Cette directive s'applique comme indiqué également aux postes électriques de chantier ainsi qu'aux installations moyenne tension en aval des postes de transformation (p. ex. sous-station) ou aux réseaux basse tension du client.

Les TAB-MT définissent en particulier les obligations de moyen du GRD, du constructeur, du bureau d'études ainsi que du preneur du raccordement et de l'exploitant des installations (installations client).

La version 200908.3 des Conditions techniques de raccordement pour les postes de transformation moyenne tension expire après une période transitoire d'un an. La période transitoire ne s'applique qu'aux postes de transformation dont la construction est prévue ou en cours à la date de l'entrée en vigueur des dispositions présentes, et pour lesquelles le GRD a déjà reçu une demande.

Le client s'engage à assurer le respect des conditions de raccordement et à en apporter la preuve sur demande. Il garantit que les personnes qui utilisent avec lui le raccordement respectent également cette obligation. Le GRD se réserve le droit de vérifier que les conditions de raccordement sont respectées. En cas de défauts susceptibles de perturber le fonctionnement du réseau, l'utilisation en aval du raccordement peut être suspendue jusqu'à ce que le défaut ait été éliminé. Du fait du contrôle de l'installation client et de son raccordement au réseau de distribution, le GRD décline toute responsabilité concernant la sécurité de l'exploitation de l'installation client.

Les questions relatives à l'application de ces conditions de raccordement doivent être clarifiées avec le GRD avant le début des travaux. Ceci vaut aussi pour les modifications et les extensions des postes de transformation et des éventuelles sous-stations en aval.

Si des parties du poste de transformation appartiennent ou relèvent de la responsabilité d'exploitation du GRD, des dispositions particulières s'appliquent selon les modalités du GRD.

Seuls les installateurs agréés en possession des autorisations en cours de validité exigées au Luxembourg ou du GRD peuvent être mandatés pour réaliser l'installation.

Les références, publications et normes mentionnées dans les notes de bas de page sont nécessaires à l'application du présent document et doivent être prises en compte en conséquence.

Les précisions et les explications sur les termes et abréviations utilisés dans ce document figurent dans la directive BDEW « Installations de production sur le réseau moyenne tension » ou dans les documents suivants (vraisemblablement le règlement d'application VDE VDE-AR-N 4110).

2 Généralités

2.1 Dispositions et prescriptions

La règle est que les installations client soient construites et raccordées compte tenu des règlements et prescriptions (notamment de l'ITM - *Inspection du Travail et des Mines*), des recommandations de l'AAA (*Association d'Assurance Accident*), selon les règles reconnues de la technologie, en particulier les directives européennes ainsi que des normes du « *Comité Européen de Normalisation Electrotechnique* » (CENELEC) et des normes internationales (CEI) ou, jusqu'à la publication de ces dernières, des dispositions DIN-VDE en vigueur. Par ailleurs, les prescriptions en matière de prévention des accidents ainsi que les directives complémentaires spécifiques au réseau du GRD sont obligatoires.

Par ailleurs, les codes réseau européens (notamment les directives RfG/DCC) s'appliquent également. Les exigences générales publiées après la consultation prédéfinie sur les installations de consommation (conformément à la Directive (UE) 2016/1388) et sur les installations de production (conformément à la Directive (UE) 2016/631) sont publiées sur les pages Internet du GRD respectif.

En l'absence de normes, règlements d'application ou directives applicables en la manière, il convient de se reporter aux publications citées dans les présentes TAB-MT du « *Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.* » (BDEW) ou aux documents suivants (vraisemblablement le règlement d'application VDE-AR-N 4110), sans prétention à l'exhaustivité.

Il incombe au client/preneur du raccordement au réseau d'obtenir toutes les autorisations officielles (telles que permis de construire et d'exploitation, permis de l'autorité de gestion des eaux, de l'autorité environnementale, de l'ASTA, etc.).

Une attention particulière doit être portée aux points suivants:

- Type de raccordement, p. ex. câble, ligne aérienne, bouclage, dérivation
- Tracé du raccordement au réseau du GRD sur un terrain privé
- Qualité / fiabilité de la fourniture
- Niveau de tension, point de raccordement au réseau et point de connexion du réseau
- Comptage
- Rapports de propriété
- Mise à disposition de terrains et, le cas échéant, de locaux
- Intégration au concept de protection réseau du réseau moyenne tension en amont

Le GRD peut demander des modifications et des compléments aux postes à installer si cela est nécessaire pour permettre un fonctionnement sûr et sans problème du réseau électrique. Les modifications et les extensions doivent être justifiées techniquement par le GRD.

L'installateur est responsable de réaliser les installations dans les règles de l'art. L'installateur doit confirmer par écrit au propriétaire ainsi qu'au GRD, que l'installation réalisée est conforme aux réglementations, directives et autres spécifications techniques citées dans les prescriptions de raccordement (attestation de l'installateur). Dans le cas où ces prescriptions de raccordement ne seraient pas respectées, le GRD est en droit de déconnecter l'installation client du réseau.

Le propriétaire du poste de transformation doit assurer le fonctionnement réglementaire de son installation conformément aux directives, normes et exigences d'entretien en vigueur.

Le propriétaire est responsable du bon fonctionnement des éléments de l'installation ¹ présents dans sa zone de disponibilité. Le propriétaire est autorisé à mandater des tiers pour la gestion de son poste de transformation. Les rapports de propriété du poste de transformation sont décrits dans le contrat de raccordement au réseau.

Le GRD décline toute responsabilité pour les réceptions, autorisations ou participations effectuées par le GRD dans le cadre de la présente prescription technique.

2.2 Procédure de déclaration et documents relatifs au raccordement

La planification du raccordement du poste de transformation au réseau moyenne tension doit être assurée en accord étroit avec le GRD.

Le preneur du raccordement ou son mandataire pose auprès du GRD une demande de raccordement ² et fournit tous les documents requis :

- le preneur du raccordement, le propriétaire du terrain (s'ils sont différents),
- la situation du terrain à raccorder au réseau,
- la destination du bâtiment (industriel, bâtiment résidentiel, ...),
- le type d'installation (construction neuve, extension, démantèlement),
- le besoin de puissance ou la capacité de production prévue des installations de production (EZA) y compris l'indication de la source d'énergie primaire,
- le besoin éventuel de courant de construction (raccordement provisoire),
- le type de charge et
- la date de raccordement (prévue)

Le GRD définit ensuite le type du raccordement réseau. Le GRD et le client conviennent, sous réserve des dispositions légales :

- l'emplacement du poste de transformation et le tracé des lignes du GRD en tenant compte des contraintes administratives,
- la configuration de l'installation de distribution moyenne tension,
- les dispositifs de protection de réseau requis pour les cellules de bouclage respectivement d'alimentation et de transformation,
- la télécommande / le contrôle à distance requise et les dispositifs automatiques de commutation automatique nécessaires,
- la nature et l'emplacement des dispositifs de mesure,
- la limite de propriété,
- l'éventuelle utilisation conjointe du poste de transformation par le GRD,
- le volume des prestations fournies par le client et le GRD.

En temps opportun avant le début de la construction et à la commande des principaux composants du poste de transformation, le client ou l'installateur mandaté transmet au GRD les documents ci-après en triple exemplaire et, si le GRD en fait la demande, également sous forme électronique au format dwg ou pdf.

- Plan de situation coté 1:2500 du terrain avec l'indication de l'emplacement du poste de transformation, du tracé des lignes de raccordement planifiée du GRD, ainsi que les constructions existantes et planifiées.
- Schéma fonctionnel monophasé de l'ensemble de l'installation de distribution moyenne et basse tension, y compris les transformateurs, les dispositifs de mesure, de protection et de commande, les types, les longueurs et les sections des câbles ; les caractéristiques techniques.

¹ Voir EN 50110-1 (DIN VDE 0105-1) – Fonctionnement des installations électriques ainsi que DIN VDE 0105-100 – Fonctionnement des installations électriques – Partie 100 : Règles générales.

² Dans le cas où cela est prévu par la procédure du GRD, les pré-imprimés ou les formulaires de déclaration présents sont à utiliser.

- Plans de construction et schémas des installations de distribution basse tension avec des dispositifs de mesure du GRD.
- Disposition du comptage et des équipements de transmission des données.
- Plans et dessins en coupe, de préférence à l'échelle 1:50, des locaux d'exploitation électriques pour l'installation de distribution moyenne tension et les transformateurs. Ces dessins doivent également représenter le tracé des lignes et l'accès (personnes et véhicules de dépannage) jusqu'au poste de transformation.
- Dans le cas des postes intérieures l'attestation de protection contre les risques liés aux arcs électriques (p. ex. le calcul de pression) ainsi que la conception de l'installation d'aération et de ventilation.
- Accord concernant l'emplacement et l'exploitation du poste de transformation et du tracé des lignes du GRD entre le propriétaire de la construction et du terrain et le constructeur ou l'exploitant du poste de transformation, s'il s'agit de personnes différentes.
- Documents techniques et plans de câblage des dispositifs de coupure et de protection des disjoncteurs à moyenne tension avec une protection de surintensité (protection contre le courant maximum indépendante de la durée de courant) et également des relais de découplage d'une installation de production.

Le client ou son mandataire reçoit en retour un exemplaire des documents revêtu du cachet du GRD. L'approbation a une durée de validité limitée d'une année et se limite à confirmer les besoins du GRD. Les annotations du GRD sont prises en compte lors de la réalisation par l'installateur lors de l'exécution des travaux. Les travaux de construction et de montage ne peuvent commencer qu'après transmission des documents autorisés chez le client ou son mandataire, et quand le GRD est en possession de l'offre de raccordement validé par le client.

Si le raccordement d'installations de production sont prévues, les certificats correspondants des installations et des unités de production doivent être présentés avec la demande de raccordement, si cela est exigé par le GRD, conformément au code réseau des dispositions de raccordement pour les producteurs d'électricité (NC RfG « *Network Code Requirements for Generators* »).

2.3 Déroulement du chantier et mise en service

Le début des travaux de construction et la date d'achèvement prévue sont communiqués au GRD.

Le GRD est en droit de s'informer à tout moment de l'état d'avancement des travaux de construction et de montage.

L'achèvement du poste de transformation doit être déclaré au GRD dans un délai d'au moins deux semaines avant la mise en service souhaitée. Le GRD se réserve le droit d'effectuer une inspection visuelle, en collaboration avec un représentant du client, afin de s'assurer que l'installation a été réalisée dans le respect des prescriptions. Si des défauts sont constatés, le GRD peut suspendre la mise en service jusqu'à ce que les défauts soient éliminés. Le GRD décline toute responsabilité pour la sécurité de fonctionnement de l'installation client.

Lors de la réception du poste de transformation par le GRD, et au plus tard 1 semaine avant la mise en service, les documents ci-après doivent être transmis au GRD :

- un procès-verbal de mesure de mise à la terre ainsi qu'un plan de situation de l'installation de mise à la terre,

- les procès-verbaux d'essais des transformateurs (procès-verbal In-Rush, si cela est demandé par le GRD) et des dispositifs de protection mis en œuvre,
- le cas échéant, la description avec les documents des tests des dispositifs de transmission des données,
- d'éventuelles déclarations de conformité supplémentaires requises ainsi que des attestations de constructeurs.

D'autres documents peuvent, le cas échéant, être nécessaires en fonction de la réalisation technique du raccordement au réseau.

Les conditions requises pour la mise en service sont l'accès sans risque et la possibilité de verrouiller les locaux d'exploitation électriques, ainsi que la présence d'une issue de secours conforme à la réglementation. D'autres conditions doivent en outre être satisfaites :

- Contrat de raccordement au réseau juridiquement signé entre le preneur du raccordement et le GRD,
- Contrat d'utilisation du réseau juridiquement signé entre l'utilisateur du réseau et le GRD,
- Si nécessaire, attestation de l'affectation à une zone d'équilibrage (p. ex. contrat de fourniture d'électricité).
- Comptage opérationnel,
- Le cas échéant, liaison de données pour la transmission de commandes, de messages et de valeurs de mesures depuis et vers le centre de contrôle du GRD.

L'installation est mise en service en présence du GRD.

Avant la remise des clés du poste par le constructeur du poste au titulaire du poste, le constructeur est tenu d'assurer la formation électrotechnique de la personne mandatée par le client, conformément aux prescriptions en matière de prévention des accidents. Une personne formée en électricité selon la norme EN 50110-1 (VDE 0105-1) est une personne ayant reçu des instructions adéquates d'un électricien qualifié, afin d'éviter les dangers pouvant découler de l'électricité.

3 Raccordement au réseau

3.1 Principes de la détermination du point de raccordement au réseau

Le prélèvement ou l'alimentation en énergie électrique passe par un raccordement au réseau assurant la liaison entre l'installation client et le réseau moyenne tension du GRD.

Le raccordement au réseau des installations client est généralement assuré par l'intégration à une ligne en boucle. Dans les régions rurales dans lesquelles le réseau est peu développé, on peut se contenter d'une liaison en antenne. Les frais du raccordement au réseau sont à la charge du client.

L'appréciation de la possibilité de raccordement compte tenu des réactions de réseau et de l'augmentation de la tension repose sur l'impédance du réseau au point de raccordement (y compris les niveaux de tension en amont), sur la puissance de raccordement ainsi que sur la nature et le mode de fonctionnement de l'installation client. En fonction du niveau de la puissance de raccordement (consommation ou alimentation), la détermination du point de raccordement au réseau peut exiger des mesures étendues. En fonction de la nature et de la portée de la mesure, sa mise en œuvre peut prendre plus de temps, qui est communiqué au preneur du raccordement par le GRD. Il est donc nécessaire de planifier en temps utile le raccordement au réseau en accord avec le GRD.

Les schémas de principe pour le raccordement d'installations client au réseau moyenne tension sont représentés à l'annexe A1.

3.2 Limite de propriété

La limite de propriété est définie entre le preneur du raccordement et le GRD dans le contrat de raccordement au réseau. Sauf disposition contraire, la limite de propriété se situe au niveau des raccords terminaux des câbles moyenne tension du GRD arrivant dans l'installation client. Ceci ne concerne pas les équipements appartenant au GRD pour la localisation des pannes, la mesure et la liaison informatique.

3.3 Télécommande centralisée à basse fréquence

Si le GRD utilise une installation à télécommande centralisée, il peut demander des mesures afin d'éviter les perturbations inadmissibles de la télécommande par des équipements d'exploitation de l'installation client (p. ex. des condensateurs).

Si une installation à télécommande centralisée est créée à une date ultérieure, les selfs antiharmoniques et/ou autres dispositifs éventuellement requis doivent être montés par le constructeur de l'installation avant la mise en service de la télécommande centralisée à basse fréquence.

Les circuits de filtrage dimensionnés de manière inadaptée peuvent absorber une part excessivement élevée de l'énergie des systèmes à télécommande centralisée. Ce point doit être pris en compte dans le dimensionnement et le réglage des circuits de filtrage.

Si le client utilise des équipements électriques dont le fonctionnement peut être perturbé par des émissions par télécommande centralisée, il doit veiller à éviter toute perturbation dans son installation, en installant des moyens techniques appropriés ou en choisissant des appareils adaptés.

Les fréquences des télécommandes centralisées sont les suivantes :

Secteur de réseau Creos	283 1/3 Hz et 725 Hz
Secteur de réseau Sudstroum S.à r.l. & Co s.e.c.s.	425 Hz
Secteur de réseau Electris	316,7 Hz
Secteur de réseau Ville d'Ettelbruck	420 Hz

4 Poste de transformation

4.1 Bâtiment

4.1.1 Généralités

Les cabines préfabriquées en usine conformément à la norme DIN EN 62271-202 (VDE 0671-202) doivent posséder la qualification à l'arc électrique interne IAC AB 16 kA/1 s.

Les postes de transformation intégrées dans un bâtiment doivent être réalisées, dans la mesure du possible, au niveau du sol, contre des murs extérieurs. Dans le cas contraire, un nouveau poste de transformation doit être installé au maximum au 1^{er} sous-sol³. Les portes d'accès ne doivent pas être intégrées à la sécurité du bâtiment. Les portes d'accès éventuellement sous alarme doivent comporter un autocollant correspondant. Par ailleurs, le local du poste de transformation doit être en mesure de résister à la surpression résultant d'un

³ Les modifications apportées aux installations existantes aménagées en dessous du 1^{er} sous-sol sont autorisées sous réserve du respect de toutes les dispositions en termes de sécurité et qu'une mise en œuvre du poste de transformation n'est pas réalisable en raison de contraintes liées à la construction.

défaut d'arc électrique. A la demande du GRD, le constructeur de l'installation doit présenter l'attestation correspondante (p. ex. un calcul de pression).

Le poste de transformation et le local contenant le dispositif de mesure doivent être accessibles en toute sécurité aux agents du GRD à tout moment, y compris en dehors des heures de service normales. Les véhicules du GRD (p. ex. camion et/ou véhicule de mesure et d'intervention pour le dépannage) doivent pouvoir accéder au poste à tout moment. Il convient de privilégier un accès direct et une voie de transport à partir d'une voie publique. Le chemin d'accès au poste à partir de la porte d'entrée du bâtiment ne doit pas avoir une longueur supérieure à 30 m. Dans le cas contraire, il convient de mettre en place un regard à câbles distinct d'une longueur ne dépassant pas 30 m depuis l'extérieur jusqu'à l'intérieur du poste de transformation, afin de pouvoir rentrer les câbles de mesure et de contrôle.

Afin d'éviter des dysfonctionnements, le poste de transformation doit être protégée de manière fiable contre l'intrusion d'animaux, de corps étranger et d'humidité, en particulier au niveau des orifices de ventilation, des passages de câbles et des portes. Aucune ligne tierce (p. ex. conduite de gaz, d'eau, de chauffage, d'air) ne doit passer à travers le poste de transformation si elle n'est pas requise pour le fonctionnement de cette dernière.

Les postes aériennes sur mâts ne sont installées que par le GRD.

4.1.2 Détails concernant la construction

Les dispositions ci-après s'appliquent à tous les types de postes dès lors qu'ils s'appliquent au type de poste choisi.

Il convient d'utiliser des éléments de construction résistant à la corrosion ou protégés contre la corrosion.

Accès et portes

Les portes doivent s'ouvrir vers l'extérieur. Dans le cas où elles se trouvent à l'intérieur d'un bâtiment et/ou elles font office de porte coupe-feu, elles doivent se fermer de manière automatique. Dans le cas contraire, les portes doivent être équipées d'un arrêt de porte. Les portes doivent être aménagées de manière à ce qu'une clé soit nécessaire pour les ouvrir de l'extérieur (p. ex. un pommeau fixe) tout en permettant de sortir de l'installation sans utiliser de clé (fonction antipanique).

Des panneaux d'avertissement (Attention tension dangereuse) complétés par le panneau rédigé en deux langues (« Hochspannung, Lebensgefahr »/ « Haute tension, danger de mort ») doivent être apposés sur les portes des locaux moyenne tension et des transformateurs. L'accès au local basse tension doit être signalé par un panneau d'avertissement (avertissement tension dangereuse).

Les couloirs de service et les issues de secours doivent avoir une largeur minimum de 1000 mm. Les portes ouvertes des installations de distribution moyenne tension ainsi que, le cas échéant, des armoires de télécommande et de batteries doivent se fermer dans le sens du chemin de fuite et ne doivent pas gêner la voie d'évacuation, de même que d'éventuels objets et équipements.

Toutes les portes sur le chemin d'accès au poste doivent être équipées de verrous du GRD. Le GRD fournit, à la charge du client, le/les cylindres de fermeture de son système de fermeture. Le GRD recommande de prévoir le montage de verrous pour deux cylindres de fermeture. Dans le cas où il ne serait pas possible de monter ces verrous, il y aura lieu de convenir d'une solution équivalente avec le GRD.

Fenêtre

Les locaux du poste de transformation ne doivent pas comporter de fenêtres pour des raisons de sécurité. Si des fenêtres sont toutefois montées, elles doivent être conformes à la norme EN 61936-1 (DIN VDE 0101-1).

Contraintes climatiques, ventilation et détente de pression

Il est nécessaire d'assurer une aération et une ventilation suffisante ainsi que, le cas échéant, un dispositif de détente de pression. Les valeurs indiquées dans la norme EN 61936-1 (DIN VDE 0101-1) pour la contrainte climatique (climat intérieur) doivent être respectées. Sauf convention contraire, les classes climatiques suivantes doivent être respectées :

- La température ambiante ne dépasse pas 40 °C et sa valeur moyenne mesurée sur une période de 24 h ne dépasse pas 35 °C :
- La température ambiante la plus basse est de -5°C (classe « moins 5 local intérieur »).
- La valeur moyenne de l'humidité relative de l'air ne dépasse pas la valeur de 70 % au cours d'une période de 24 h.

La formation d'eau de condensation doit être évitée par des mesures appropriées (p. ex. chauffage et ventilation).

La ventilation des locaux « transformateur » doit être conçue pour la perte de chaleur attendue de la somme des transformateurs, en tenant compte d'éventuelles augmentations ultérieures de la puissance du/des transformateur(s). Les ouvertures d'aération et de ventilation doivent être conduites directement vers l'extérieur. La protection contre l'infiltration d'eau de pluie et de corps étrangers et la protection contre les intrusions selon l'indice de protection IP 23-DH selon EN 60529 au moins, ainsi que la protection contre les insectes doivent être garanties. En cas de ventilation forcée, les thermostats doivent être montés sur des murs facilement accessibles afin de permettre une utilisation et une vérification aisée en toute sécurité.

Dans le cas des postes intérieures, les ouvertures de décompression doivent être conçues de telle sorte qu'en cas de défaut d'arc dans l'installation de distribution, la charge de pression ne dépasse pas le dimensionnement de l'ouvrage. Les ouvertures de décompression doivent être orientées vers l'extérieur tout en assurant la protection des passants. Le cas échéant, ceci peut être obtenu à l'aide des orifices de ventilation.

Dans les locaux d'installation de distribution à parois en briques et dont le volume est inférieur à 45 m³, il convient d'assurer la limitation de pression à l'aide d'ouvertures de ventilation d'une surface de 2 m². S'il est prévu qu'il n'y ait aucune ouverture d'aération ou que les ouvertures soient plus petites, un calcul de la pression relatif au local doit être présenté.

Dans le cas de parois isolantes, le preneur du raccordement doit prévoir des mesures de construction visant à fixer les armoires de distribution, de mesure et de commande. Si nécessaire, les éléments de fixation doivent être ignifuges.

Planchers

Si les installations de distribution moyenne tension sont posées sur des planchers intermédiaires, la construction porteuse du plancher intermédiaire, y compris les supports doit être boulonnée à la construction du bâtiment.

Les plaques du plancher intermédiaire doivent avoir au moins la classe de matériaux de construction B1 (matériaux de construction ignifuges selon les normes DIN 4102 et EN ISO 11925-2). Une clé pour déverrouiller les plaques du plancher et une ventouse de levage pour enlever les plaques de base doivent être fournis.

Les plaques du plancher doivent rester en place en cas d'arcs électriques entraînant une charge de pression et ne doivent pas mettre l'opérateur en danger. L'utilisation de grilles est interdite. En cas de détente de pression vers le bas, les plaques sont boulonnées/verrouillées

par le constructeur de façon à maintenir la pression. La réduction de la pression dans la zone située sous le plancher intermédiaire, p. ex. dans un local transformateur adjacent, s'est avérée efficace.

À partir d'une hauteur du double plancher de 1 m, le GRD peut exiger en outre l'installation d'une échelle fixe permettant d'accéder au double plancher.

Mesures de protection acoustiques et bacs de rétention d'huile

Les émissions sonores des transformateurs (bruit aérien et bruit de structure) sont prises en compte lors de la planification de la construction. L'utilisation de transformateurs à faible bruit est recommandée.

Dans le cas de transformateurs remplis de liquide, tout liquide isolant qui s'échappe doit être récupéré. A l'exception des cabines préfabriquées et testées en usine, des bacs de récupération en acier inoxydable doivent être installés conformément à la norme DIN EN 61936-1 ainsi qu'aux obligations administratives et aux autorisations d'exploitation. En fonction du type et de la taille de l'installation, le GRD peut exiger des mesures de protection supplémentaires, telles que des couches de ballast dans les bacs collecteurs.

Pose des câbles du GRD

Le cheminement des câbles du GRD ne doit pas être recouvert de bâtiments, d'arbres ou de buissons à racines profondes et doivent être accessibles à tout moment en cas de défaut.

Il convient de prévoir pour l'introduction des câbles GRD dans le bâtiment de faire réaliser un nombre suffisant de passages à câbles et des tuyaux vides entre la limite de propriété et la paroi du bâtiment. Si nécessaire, des regards à câbles supplémentaires doivent être prévus selon les spécifications du GRD. Il convient d'utiliser, le cas échéant, des constructions spéciales pour les passages de câbles. Il convient également de définir en accord avec le GRD la réalisation des regards, conduites, chemins et caves à câbles, destinés à recevoir les câbles GRD, en prenant en compte notamment les rayons de courbure des câbles d'au moins 800 mm ainsi que leur protection mécanique. Il convient de réaliser la liaison par câble la plus courte, de l'introduction des câbles à l'installation de distribution moyenne tension. L'étanchéité à l'eau sous pression et au gaz des passages de câbles, qui doivent également être fournis par l'installateur pour les câbles GRD, doit être garantie.

Coffret des auxiliaires

Des circuits fusibles séparés comme indiqué ci-après sont à prévoir:

- Éclairage poste 10A/230 VAC,
- Au moins une prise de courant de 16A,
- Protection du transformateur,
- Télécommande 10A/400 VAC.

L'éclairage et les détecteurs d'incendie éventuellement prévus doivent être installés de telle sorte que les ampoules et les détecteurs d'incendie puissent être remplacés ou testés en toute sécurité. Une intensité lumineuse suffisante d'au moins 200 lux doit être prévue.

Un éclairage de sécurité selon DIN VDE 0100-560 en plus de l'éclairage général doit être prévu dans les installations de distribution intérieures de bâtiments ouverts au public.

Prise de terre de fondations

Une prise de mise à la terre selon DIN 18014 doit être installée dans les fondations réalisées sur place, et une cosse de raccordement doit être prévue dans le poste de transformation. Le point de raccordement devrait se trouver sous le double-plancher.

Les postes extérieurs doivent toujours être équipés d'une de terre de commande de potentiel.

4.1.3 Champs électriques et électromagnétiques

Lors de la planification et de l'étude, le propriétaire doit veiller à ce que les composants individuels d'un poste de transformation et, le cas échéant, des sous-stations, soient conçus et disposés de manière à réduire les émissions. Le propriétaire du poste de transformation et, le cas échéant, des sous-stations est responsable du respect des valeurs limites officielles et légales⁴prescrites.

Une attention particulière devrait être accordée aux lieux qui ne sont pas destinés uniquement au passage temporaire des personnes et aux installations devant faire l'objet d'une protection telles que les bâtiments résidentiels, les jardins d'enfants, les hôpitaux et les écoles. La planification en temps utile de l'emplacement du poste doit faire l'objet d'un accord préalable avec le GRD.

4.2 Partie électrique

4.2.1 Généralités

La tension de service des installations moyenne tension est généralement de 20 kV. Les installations dans les réseaux individuels qui fonctionnent encore à 5 kV doivent être conçues ou étendues de manière à pouvoir passer immédiatement à la tension de service standard de 20 kV.

La tension de service dans le réseau moyenne tension est généralement comprise entre 90 % U_n et 110 % U_n (valeur moyenne de 10 minutes de la valeur de tension effective).

Tous les équipements du poste de transformation doivent être dimensionnés pour les valeurs de court-circuit prescrites. Indépendamment des valeurs réelles au point de raccordement au réseau, l'équipement doit être dimensionné au moins pour les paramètres ci-après indiqués.

Tension de service U_b en kV	20	5
Fréquence nominale en Hz	50	50
Puissance de court-circuit P_{cc} en MVA	550	175
Contrainte thermique I_{th} (1 sec) en kA	16	20
Contrainte dynamique I_{dyn} en kA	40	50
Tension assignée d'impulsion de foudre en kV	125	⁵

Sur demande, le GRD met à la disposition du client les données suivantes pour le réglage de sa propre protection et pour l'examen des réactions de perturbation du réseau :

- Courant alternatif de court-circuit initial du réseau du GRD au point de raccordement au réseau (ne tenant pas compte de la contribution du courant de court-circuit de l'installation de production) ;
- Temps de correction de défaut de la protection principale du réseau du GRD au point de connexion réseau.

⁴ Voir les lois relatives à la sensibilité électromagnétique mentionnées dans l'introduction.

⁵ Dimensionnement de l'installation comme exigé pour 20 kV

4.2.2 Résistance aux court-circuits

En fonction du point de raccordement et de la topographie du réseau, le GRD demandera au client, dans des cas justifiés, des équipements de limitation du courant de court-circuit initial injecté dans le réseau du GRD par l'installation de production du client, afin de protéger les équipements et d'assurer les fonctions de protection dans le réseau. Le client supporte les coûts des mesures de suivi qui sont engagées de ce fait sur son installation.

4.2.3 Protection contre les surtensions

Les postes de transformation dans le réseau à lignes aériennes ont systématiquement besoin de dispositifs de protection contre les surtensions. Ceux-ci sont fournis par le GRD et montés à l'extrémité du câble éloigné du poste, dans le passage entre la ligne aérienne et le câble. Les postes de transformation avec raccordement par câble n'ont pas besoin de dispositifs de protection contre les surtensions que dans des cas spéciaux. Le GRD fournit un avis concernant leur utilisation.

4.3 Installations de distribution

4.3.1 Circuits et configuration

Les circuits et la configuration du poste de transformation sont basés sur les besoins en énergie et les contraintes d'exploitation du client ainsi que sur les conditions de réseau du GRD au point de raccordement et doivent être définies en accord avec ce dernier.

Les installations de distribution utilisées doivent exclusivement être consistées de cellules métalliques préfabriquées et homologuées en usine selon la norme DIN EN 62271-200. Par ailleurs, les cellules de bouclage, de départ « transformateur » et de mesure doivent être au moins conformes à la classification IAC AFL⁶ et respecter les exigences du GRD. Le GRD fournit des informations sur les installations de distribution autorisées dans le réseau de fourniture ou les a publiées sur son site Internet.

Le nombre et l'équipement des cellules de d'alimentation d'entrée peuvent varier en fonction de la sécurité d'alimentation souhaitée et de la puissance électrique requise par le client ainsi que des conditions du réseau du GRD. Les cellules d'alimentation d'entrée reçoivent des interrupteurs de charge. Si les conditions de fonctionnement du client ou les conditions de réseau du GRD l'exigent, des disjoncteurs de puissance sont requis avec les dispositifs de protection correspondants ainsi que les commandes et des verrouillages, conformément aux spécifications du GRD.

Lors du raccordement d'installations client (installations de consommation et/ou installation de production) au réseau du GRD, la puissance apparente des transformateurs raccordés au poste de transformation est déterminante pour la commutation et la construction de l'installation de distribution :

- jusqu'aux puissances installées ≤ 1 MVA la protection est assurée par un interrupteur à fusible. Il est possible d'utiliser des disjoncteurs de puissance à protection de surintensité conformément aux préconisations du GRD, fixées en fonction de l'exécution de l'installation ;
- à partir d'une puissance installée > 1 MVA, il convient de mettre en place en aval de la cellule de départ « client » une cellule de protection principale avec une protection de surintensité ;

⁶ Dimensionnement thermique et dynamique comme indiqué dans le tableau au chapitre 4.2.1. Des valeurs plus faibles s'appliquent aux cellules de mesure raccordées en aval du départ « client » – voir le chapitre 5.3.

La sélectivité entre le dispositif de protection du départ « transformateur » ou du disjoncteur de la protection principale de l'installation client et les dispositifs de protection existants du GRD doit être assurée.

Les cellules de distribution moyenne tension dans les postes de transformation doivent être montées de préférence dans l'ordre suivant (de gauche à droite) :

- Cellules d'alimentation d'entrée pour le raccordement au réseau du GRD,
- Cellule de départ « client » (si celle est demandée par le GRD),
- Cellules de protection principale et/ou de mesure,
- Cellules de départ interne.

Les cellules de protection principales motorisés sur lesquelles la protection de découplage d'une installation de production agit et ayant une fréquence de commutation plus élevée, doivent correspondre à la classe E2/M2 selon DIN EN 62271-100.

4.3.2 Exécution

Un système de contrôle de tension capacitif sur tous les pôles, suivant le principe de mesure LRM selon DIN EN 61243-5 (VDE 0682 partie 415), doit être utilisé dans les cellules d'alimentation d'entrée de manière à réaliser une comparaison de phase et à déterminer l'absence de tension. Le raccordement de l'interface s'effectue via des bornes de mesure isolées.

Les moyens auxiliaires éventuellement requis pour la commande et le fonctionnement de l'installation de distribution, tels qu'un chariot pour dégager le disjoncteur de puissance, sont fournis par le client.

Dans le secteur de réseau de Sudstrom S.à r.l. & Co s.e.c.s., un verrouillage mutuel de l'interrupteur de charge du poste voisin et du sectionneur de terre du poste actuel est nécessaire (*serrures croisées*).

La mise en place des installations de distribution ne doit pas gêner le bon fonctionnement des ouvertures de décharge de pression. Les données des constructeurs des installations de distribution (p. ex. la distance aux cloisons, plafonds, déflecteurs) doivent être respectées.

4.3.3 Identification et étiquetage

Les postes de transformation doivent être identifiées et étiquetées de la manière suivante :

- Toutes les cellules à moyenne tension ainsi que les locaux transformateurs doivent comporter des indications suffisamment lisibles, claires et permanentes. Ceci concerne également les planchers de câbles ou les caves à câbles éventuellement présents.
- Les désignations des cellules d'alimentation d'entrée sont prédéfinies par le GRD.
- La limite de propriété et les zones de disponibilité entre l'installation client et les parties de l'installation du GRD doivent être identifiées si nécessaire. La position de commutation et le sens de déplacement des commandes manuelles de l'appareillage de commutation doivent être clairement reconnaissables et uniformes.

Le GRD fournit au client les inscriptions nécessaires, ou est en droit de les apposer.

4.4 Equipements d'exploitation

4.4.1 Appareillages

Les appareillages dans les cellules d'alimentation d'entrée et le cas échéant dans la cellule de départ « client » doivent être actionnés en local.

L'utilisation de disjoncteurs de puissance avec protection doit être décidée en accord avec le GRD. Les disjoncteurs de puissance, en particulier dans les cellules d'alimentation d'entrée, doivent, en fonction des besoins du GRD, être en mesure d'activer un cycle de redémarrage automatique (AWE avec un ordre d'activation de mesure O-0,3 s-CO-15 s-CO conformément à la norme DIN EN 62271-100).

4.4.2 Transformateurs

Les transformateurs doivent être conformes à la norme DIN EN 60076 (VDE 0532-76) ou DIN EN 50588-1.

Les caractéristiques de perte des transformateurs à respecter doivent être conformes au règlement européen n° 548/2014 de la Commission pour la mise en œuvre de la directive 2009/125/CE sur l'écoconception. Les transformateurs doivent avoir un couplage en triangle côté primaire (enroulement haute tension).

Les tensions nominales et les rapports de transformation doivent être demandés au GRD. Il est nécessaire d'utiliser des transformateurs à 5 prises, inversables de l'extérieur, afin d'assurer une meilleure adaptation à la tension de service existante. Il est recommandé de sélectionner une plage de réglage de $2 \times \pm 2,5 \%$ (-5 %, -2,5 %, 0, +2,5 %, +5 %).

Dans les réseaux 5 kV encore présents en partie sur le territoire de la Ville de Luxembourg, pour lesquels un changement de tension est prévu, les transformateurs doivent pouvoir commuter de l'extérieur pour passer de la tension existante vers la nouvelle tension.

Le courant de choc de démarrage maximum (In-Rush I_{RMS} / 10 ms) d'un transformateur ne doit pas dépasser la valeur de 500 A.

4.4.3 Postes avec plusieurs transformateurs

Dans le cas d'installations client à transformateurs multiples ou à cellules de départs internes, le GRD peut exiger des coupures en cas de panne du réseau. Après le retour au réseau, les transformateurs ou les départs internes doivent être reconnectés avec une temporisation (mise en cascade).

4.4.4 Télécommande et liaison informatique au centre d'exploitation du GRD

Les cellules d'alimentation doivent être équipées avec une motorisation et les équipements internes de télécommande (p. ex. commutateur local/distant, disjoncteurs de protection de ligne, unités de commande moteur, surveillance de pression de gaz, contacts auxiliaires, etc.) afin de permettre une liaison par télécommande des installations client au centre d'exploitation du réseau du GRD.

En outre, le GRD peut exiger que les cellules d'alimentation soient équipés d'indicateurs de court-circuit ou, dans le cas d'une gestion intelligente du réseau, d'indicateurs de direction combinés terre et court-circuit avec acquisition des valeurs de mesure. Le GRD fournit des informations sur la tension moteur requise, les appareils homologués et les dispositifs de télécommande internes de terrain à fournir, ainsi que la documentation nécessaire. Les coûts sont à la charge du client.

Le GRD met en place du côté réseau et à ses frais la liaison de télécommande requise. L'emplacement de montage d'une largeur de 1000 mm sur toute la hauteur du local pour les composants nécessaires doit être prévu par le client dans le poste de transformation. L'alimentation en tension est fournie par l'exploitant de l'installation avec une connexion en tension alternative de 230 V, protégée par fusible de 16 A via des borniers. La liaison de

télécommande inclut également la planification, le montage et la mise en service des équipements de télécommunications.

Les adaptations à réaliser éventuellement sur la construction du poste (p. ex., réalisation pour le raccordement d'une antenne) doivent être décidées d'un commun accord entre le GRD et le client.

Le constructeur de l'installation réalisera en présence du GRD un contrôle fonctionnel de la télécommande d'exploitation du réseau du GRD jusqu'au poste de transformation. Dans le cas de l'installation de production, le contrôle de l'interface pour les spécifications en termes de puissance active et réactive du GRD sera également défini en accord avec le GRD.

4.4.5 Dispositifs de protection

Fusibles haute tension

Le choix des fusibles de puissance HH doit correspondre aux conditions d'utilisation concrètes. L'utilisation d'installations de distribution métallique préfabriquées et homologuées implique de prendre en compte les spécifications du fabricant. Il y a lieu de tenir compte de la sélectivité des dispositifs de protection installés en amont.

Protection contre le courant maximum indépendante de la durée de courant (protection de surintensité) - Généralités

Tous les dispositifs de protection réseau doivent répondre aux exigences de la directive GRD⁷ « pour les relais de protection numériques ».

Les dispositifs de protection doivent être aménagés dans les surfaces secondaires des installations de distribution. Tous les éléments de commande et d'affichage des dispositifs de protection réseau doivent être accessibles, utilisables et lisibles par l'avant. Les dispositifs de protection doivent également être conformes aux exigences de la norme CEI/DIN EN 60255 (VDE 0435). Les dispositifs de protection doivent être scellables ou le panneau de commande doit être codable.

Les dispositifs et les réglages de protection réseau du poste de transformation doivent être définis en accord avec le GRD de manière à éviter les perturbations sur le réseau résultant d'opérations de commutation ou d'erreurs dans l'installation du client.

Le fonctionnement des dispositifs de protection et le déclenchement des disjoncteurs par les dispositifs de protection ont besoin d'une source d'alimentation auxiliaire indépendante de la tension du réseau (p. ex. alimenté via les transformateurs de protection, une source de tension continue protégée, etc.). Il convient de prendre les mesures visant à assurer durablement leur bon état de fonctionnement.

Si le client n'enregistre pas en continu l'état des dispositifs de protection du réseau, un défaut des dispositifs de protection du réseau alimentés par batterie doit entraîner le déclenchement (bobine de sous-tension) du commutateur associé.

Tous les réglages de protection doivent être archivés dans une mémoire non volatile.

⁷ Voir la directive VDN pour les systèmes de protection numériques publiée par le VDEW.

Délais de réponse	≤ 50 ms
Délais de retombée	≤ 50 ms
Ratio de retombée	≥ 0,90
Tolérances	Excitation de courant 5 % de la valeur de réglage, délais de retard 5 % ou 30 ms
Contacts de commutation à commande pour le déclenchement de disjoncteurs de puissance	
Les éléments de commande et, si nécessaire, l'interface PC doivent être accessibles par l'avant.	

Les transformateurs de courant et de tension doivent être disposés de manière à pouvoir être installés dans la partie protégée du disjoncteur de puissance. Seuls les dispositifs de protection peuvent être raccordés aux enroulements secondaires des transformateurs de protection. Pour les cellules de départ internes alimentant un réseau client (sous-stations), il convient de prévoir une protection sélective contre les courts-circuits.

Des dispositifs de raccordement des appareils de test doivent être installés dans le câblage entre les transformateurs de protection, le disjoncteur et le dispositif de protection afin de permettre d'effectuer les tests de fonctionnement de protection. Ces dispositifs doivent assurer les fonctions suivantes :

- Séparation des circuits des transformateurs de protection de l'équipement de protection,
- Court-circuit des transformateurs de courant,
- Séparation de la commande ARRÊT et MARCHE entre l'appareil de protection et le disjoncteur de puissance,
- Raccordement du dispositif de contrôle (circuits secondaires des transformateurs de protection, commande, excitation générale).

Les détails techniques de ces appareils peuvent être demandés au GRD si nécessaire.

Les valeurs de réglage de la protection pour assurer la sélectivité du réseau moyenne tension sont spécifiées par le GRD. Si le concept de protection du réseau de distribution moyenne tension a été modifié, l'exploitant du réseau du GRD peut demander ultérieurement au client d'ajuster les valeurs de réglage de protection dans le poste de transformation.

Le contrôle fonctionnel des relais de protection, y compris les contrôles de validation, doit être réalisé, à la charge du client, ou du constructeur,

- avant la mise en service,
- après chaque modification des valeurs de réglage,
- de manière cyclique (au moins tous les 4 ans).

Les contrôles comprennent toutes les fonctions de protection ainsi que les voies de déclenchement et de signalisation. Le GRD précise s'il réalise lui-même le contrôle ou si celui-ci doit être assuré par des tiers. Le cas échéant, l'exploitant de l'installation apportera la preuve de l'exécution des essais en présentant les procès-verbaux des contrôles.

Afin de permettre au GRD d'analyser l'évolution du défaut, le GRD peut exiger un équipement enregistrant en cas de défaut toutes les données de réponse de protection et les enregistrements de défaut pour au moins cinq événements de défaut.

Puissance nominale du transformateur ≤ 1600 kVA

On utilise généralement pour le disjoncteur de protection principal dans les postes dans lesquelles la puissance nominale d'un transformateur unique **ne dépasse pas** 1600 kVA, une protection contre le courant maximum indépendante de la durée de courant qui fait office de protection contre les court-circuits (excitation sur trois phases). Le relais doit comporter au moins les 3 plages de réglage ci-après : $I_{>>}$, $I_{>}$ et $I_{e>}$, réglage séparé temporisation et courant, en fonction du déclenchement ou de la signalisation. Il est recommandé d'utiliser un relais de

protection avec une 4^{ème} plage de réglage supplémentaire $I_{>>>}$ afin d'assurer la sélectivité dans l'installation client.

Puissance nominale du transformateur > 1600 kVA

Il convient de prévoir un relais de protection numérique comportant les 5 plages de réglages ci-après pour le disjoncteur de puissance principal, dans les postes dans lesquelles la puissance nominale maximum d'un transformateur unique **est supérieure à** 1600 kVA : $I_{>>>}$, $I_{>>}$ et $I_{>}$ ainsi que deux niveaux en guise de protection contre le courant maximum indépendant de la durée de courant : $I_{e>>>}$ et $I_{e>>}$, réglage séparé temporisation et courant, en fonction du déclenchement ou de la signalisation.

Les déclenchements doivent être signalés de manière visible jusqu'à l'acquittement manuel y compris en cas de défaut de tension du réseau.

Une fonction d'autosurveillance interne est requise (contact Life ou Watch-dog).

Transformateurs de protection et contrôle avant la mise en service

L'isolation, l'association de la phase, la mise à la terre secondaire et la charge doivent être contrôlées sur les circuits des transformateurs de protection. La mise à la terre secondaire des transformateurs de courant est requise sur le premier point de serrage secondaire, de préférence sur le bornier des transformateurs. La mise à la terre secondaire des transformateurs de courant sur l'appareil de protection n'est pas autorisée.

Il convient de contrôler et de documenter le déclenchement du commutateur en cas de défaillance de la tension auxiliaire et/ou du relais de protection ainsi que la fonction de commande et de déverrouillage à l'aide du câble de commande conduisant à l'installation de télécommande du GRD, le cas échéant.

Transformateurs de puissance en parallèle

Si plusieurs transformateurs sont commutés en parallèle, la coupure du disjoncteur moyenne tension par un circuit de commande doit entraîner l'ouverture du disjoncteur de puissance basse tension associé. Ce dernier ne doit pas pouvoir être mis sous tension même pendant une courte période lorsque le disjoncteur moyenne tension est éteint (sécurité anti basculement).

4.4.6 Installation de mise à la terre

L'installation de mise à la terre doit être dimensionnée compte tenu des données du réseau du GRD, conformément à la norme DIN EN 50522 (VDE 0101-2). Il convient de s'assurer du respect des tensions de contact admissibles telles que définies dans la norme DIN EN 50522.

Dans les zones comportant un système global de mise à la terre (construction fermée) il est nécessaire de mettre en place une installation de mise à la terre commune pour la mise à la terre de protection haute tension et la mise à la terre de service en basse tension.

La construction de l'installation de mise à la terre, qui doit être exécutée par un installateur-électricien, incombe au client et doit être décidée en concertation avec le GRD. Le constructeur de l'installation de mise à la terre doit apporter la preuve de la mise en place d'une installation de mise à la terre fonctionnelle, indépendamment d'être à l'intérieur (installation de mise à la terre commune) ou à l'extérieur d'un système global de mise à la terre (mise à la terre de protection et de fonctionnement séparées).

Sauf indication contraire du GRD, les valeurs des résistances de mise à la terre indiquées ci-après doivent être respectées. Pour les postes avec terres séparées, il convient de respecter la valeur de mise à la terre de protection $\leq 5 \Omega$; pour la mise à la terre de service basse tension,

la valeur est de $\leq 2 \Omega$. Pour les postes avec une installation de mise à la terre commune, la valeur de cette mise à la terre est la suivante : $\leq 2 \Omega$.

En plus de la préparation des plans de chantier et des informations sur les matériaux/longueurs utilisés, l'efficacité électrique de l'installation de mise à la terre doit être attestée par des mesures avant le raccordement au système de mise à la terre du GRD et aux installations câblées du client. Le procès-verbal de mise à la terre complété (voir en annexe) doit être remis au GRD au moins une semaine avant la mise en service de l'installation du client.

Les éléments métalliques de l'équipement électrique (corps) susceptibles d'être touchés et faisant partie du réseau électrique et ne faisant pas partie du circuit électrique doivent être mis à la terre. Les pièces métalliques ne faisant pas partie de l'équipement électrique doivent être mises à la terre si des tensions dangereuses sont susceptibles de survenir en cas de défaut, p. ex. en cas d'arcs électriques. Ceci concerne par exemple :

- échelles métalliques, cadres de portes, grilles de ventilation,
- brides métalliques de passages,
- échafaudages de distribution métalliques et grilles de protection.

Tous les raccords de terre doivent être reliés de manière amovible à la barre principale de mise à la terre à l'intérieur du poste. Les différents raccordements doivent être étiquetés de manière permanente.

Les points fixes de mise à la terre et les points fixes des phases doivent, par exemple, être dimensionnés sous des points fixes sphériques en fonction des courants de court-circuit maximum pouvant se former dans le réseau GRD et ne doivent pas être utilisés comme points de raccordement vissés.

Les transformateurs avec des raccords ouverts doivent pouvoir être mis à la terre du côté primaire.

Les garnitures utilisées pour la mise à la terre sont conformes à la norme DIN EN 61230.

Le câble de mise à la terre extérieur est à isoler à partir de l'introduction au poste jusqu'à la barre principale de mise à la terre, afin de permettre de réaliser par la suite des mesures de résistance à la propagation de la mise à la terre extérieure.

4.4.7 Accessoires

Le poste de transformation doit comporter les accessoires et les affichages nécessaires pour le fonctionnement. Il s'agit, en fonction du type de construction:

- Levier de commande pour les appareils de distribution
- Perche de commande selon DIN VDE 0681 partie 2, *si nécessaire*
- Dispositif de mise à la terre et de court-circuit avec perche de mise à la terre conformément à la norme DIN EN 61230, nombre et section selon les indications du GRD, *si nécessaire*
- Chariot de disjoncteur de puissance pour l'utilisation de disjoncteurs de puissance extractibles
- Plaques de protection isolantes conformément à la norme DIN VDE 0682-552 en quantité suffisante, *si nécessaire*
- 3 fusibles de réserve HH, y compris le support mural
- Tapis isolant
- Clé de porte de tableau de commande
- Support mural pour les accessoires précités
- Lampe de secours portable avec chargeur externe et support mural
- Extincteur d'incendie, *si nécessaire*
- Trousse de premiers secours,
- Ventouse de levage de plaques de sol avec outil de dépose des plaques de sol, *si nécessaire*
- Panneaux de sécurité, d'avertissement et d'interdiction selon DIN EN ISO 7010

- « Ne pas enclencher ! Travaux en cours ! »
- « Mis à la terre et court-circuité »
- Si besoin, panneau d'avertissement en français et en allemand : « Attention Tension de retour »
- Affichages
 - Fiches en français et en allemand « Premiers secours en cas d'accident causé par le courant électrique »
 - Panneau d'obligation « 5 règles de sécurité », en français et en allemand
 - Plan d'ensemble de l'installation moyenne tension précisant la tension de service et de dimensionnement, ainsi que les limites de propriété et de la zone de disponibilité

En fonction des dimensions et du type du poste de transformation, ces accessoires peuvent être nécessaires en plusieurs exemplaires ainsi que d'autres accessoires supplémentaires peuvent être exigés.

5 Comptage pour facturation et mise à disposition des données

5.1 Généralités

La mise en place des dispositifs de mesure nécessite une définition préalable avec le GRD. Les dispositions fondamentales approfondissant les réglementations ci-après ainsi que d'autres conditions détaillées sur les pages Internet du GRD figurent dans le document VDE-AR-N 4400 « Mesure de courant - Metering Code »⁸.

Le dispositif de mesure ainsi que les transformateurs de mesure sont mis à disposition par le GRD, qui en reste propriétaire. Les transformateurs de mesure doivent être montés par le constructeur. Le GRD apporte toute précision utile sur la forme de la construction et les dimensions des appareils. Les scellés du GRD sur les parties de l'installation circulant de l'énergie non mesurée ne sont ouverts qu'avec l'accord du GRD. Lorsque ce dernier a donné son accord pour l'ouverture des scellés, on applique la procédure définie à cet effet. En cas de danger, les scellés peuvent être retirés sans l'accord du GRD. La remise en place des scellés doit être demandée **sans délai** auprès du GRD.

Les scellés apposés sur les dispositifs de mesure ainsi que sur les dispositifs de communication faisant partie intégrante des dispositifs de mesure ne doivent être ni retirés ni endommagés. Les scellés complets et intacts garantissent qu'aucune intervention non autorisée n'a été effectuée. Ils déchargent l'opérateur de l'installation p. ex. dans le cas d'une mesure incorrecte. Celui-ci doit par conséquent, chaque fois que des tiers accèdent à la station, p. ex. pour des opérations de maintenance et de réparation, s'assurer que tous les scellés sont présents et intacts et il doit signaler les irrégularités au GRD. Tous les scellés doivent être des scellés GRD.

Les transformateurs de mesure et le cas échéant les fusibles et sectionneurs faisant partie de l'équipement de mesure doivent être installés soit derrière des capots scellables, soit derrière des portes d'armoires ou de cellules équipées de verrous du système de fermeture propre du GRD. Il ne doit pas être possible d'enlever ou d'ouvrir les capots et les portes des installations de mesure sans retirer les scellés ni ouvrir le verrou.

La distance entre le sol et le centre du dispositif de mesure et de contrôle doit être comprise entre 0,80 m et 1,80 m. Il convient de prévoir devant l'armoire de comptage une surface de commande et de travail dont les dimensions sont les suivantes :

- Largeur : Largeur de l'armoire de comptage, au moins 1,00 m
- Profondeur : au moins 1,20 m
- Hauteur : au moins 2,00 m hors tout

⁸ Voir le règlement d'application « Mesure de courant – Metering Code », publié par le FNN au sein du VDE.

Le lieu de montage doit être exempt de vibrations, protégé contre la saleté, les intempéries, les facteurs thermiques et les dommages mécaniques, et être suffisamment éclairé. Il doit être déterminé en accord avec le GRD et inscrit dans les documents de planification.

Le raccordement des appareils de mesure dans les armoires extérieures, repose de manière analogue sur la directive technique⁹ pour les armoires extérieures.

La température ambiante à l'emplacement des compteurs ne doit pas être inférieure à -10°C et ne doit pas dépasser +45°C pour respecter les limites d'erreur de circulation.

La pose des lignes de mesure (câblage secondaire) doit être réalisée par l'installateur entre l'armoire du compteur et les transformateurs de mesure. Veiller à disposer d'une réserve suffisante lors de la pose des lignes de mesure. Les lignes de mesure de courant et de tension doivent être posés non sectionnés, sur un passage court et facilement accessible, être protégées mécaniquement et séparées des autres systèmes de câbles, dans des goulottes de câbles ou des conduites. Prévoir des câbles à deux fils pour chaque transformateur de mesure. Il convient d'utiliser pour les lignes secondaires des transformateurs de mesure : câbles rigides sans halogène (NHMH, NHXMH), câbles isolés PVC (NYY, NYCY, NYCWY), câbles pour courant fort sans halogène (N2XH, N2XCH) et pour la pose résistante aux courts-circuits des circuits de tension lors d'une mesure basse tension, câble à âme en caoutchouc spécial (NSGAFÖU 3kV) ainsi que la version sans halogène NSHXAFÖ 3kV.

Les longueurs et sections des lignes secondaires des transformateurs de mesure doivent être définies en accord avec le GRD. Les données ci-après peuvent être utilisées comme valeurs indicatives :

Longueur simple de la ligne secondaire des transformateurs de mesure [m]	Section de conducteur (Cu) [mm ²]	
	Transformateur de courant 5 A	Circuits de tension
jusqu'à 20	4,0	4,0
20 à 30	6,0	4,0
30 à 50	10,0	6,0

Les différentes lignes doivent être posées et identifiées conformément aux indications du GRD.

Seul l'équipement du dispositif de mesure peut être connecté à l'enroulement des transformateurs de mesure.

Le dispositif de mesure, à l'exception des compteurs et des appareils de commande correspondants, doit être demandé à temps et être monté par l'installateur et, **si cela est demandé par le GRD, câblé conformément au schéma de câblage**. Sauf indication contraire, le raccordement secondaire des lignes de mesure est effectué par le GRD. Le contrôle et la mise en service sont assurés par le GRD.

Un dispositif de mesure étendu peut être nécessaire dans des cas spéciaux. Dans ce cas également, tous les dispositifs de mesure doivent être stockés dans la mesure du possible au même endroit.

⁹ Voir la « Directive technique sur les armoires de raccordement à l'extérieur », publiée par le VDN.

5.2 Mesure basse tension

La réalisation et l'équipement d'une mesure à basse tension doivent être réalisés comme indiqué au chapitre « **Dispositifs de mesure, appareils de commande et tableaux de compteurs** » des Conditions techniques de raccordement TAB-BT en vigueur.

Pour des puissances de transformateur supérieures ou égales à 800 kVA disposant des points de mesure côté basse tension, la liaison basse tension doit être réalisée entre le transformateur et le commutateur principal basse tension avec des rails d'énergie.

5.3 Mesure moyenne tension

La réalisation des mesures moyenne tension doit faire appel à des cellules de mesure métalliques préfabriquées et homologuées selon la norme DIN EN 62271-200 avec une classification IAC de IAC A FL 10 kA/1s. Le GRD apporte toute précision utile sur les cellules de mesure autorisées.

La cellule de mesure ne doit pas contenir d'autres dispositifs, tels que des transformateurs à des fins de protection ou de mesure du facteur de puissance. Les transformateurs de tension doivent être raccordés en amont des transformateurs de courant, du point de vue du réseau GRD.

5.4 Mesure de contrôle

Le GRD vérifie pour les postes client la puissance totale simultanée de tous les utilisateurs. La gestion de la puissance du transformateur relève de la responsabilité de l'exploitant de l'installation. Il est donc nécessaire de prévoir pour les nouvelles installations comportant deux dispositifs de mesure ou plus l'installation supplémentaire d'une unité de mesure de contrôle. Celui-ci peut être monté côté moyenne tension ou bien côté basse tension. Les frais d'installation et de location mensuelle sont à la charge du propriétaire de l'installation.

Si une installation existante sans comptage de contrôle est agrandie par d'autres utilisateurs/producteurs ou si la puissance contractuelle d'un client existant est modifiée, un comptage de contrôle doit être réalisé ultérieurement si :

- a) la puissance installée du transformateur est > 1000 kVA
- b) la puissance installée du transformateur est ≤ 1000 kVA et si la puissance de raccordement contractuelle totale de tous les clients est supérieure à 120 % de la puissance installée du transformateur.

Le GRD se réserve le droit de demander un comptage de contrôle dans d'autres cas également.

5.5 Mesure en triangle

Si, conformément à l'article 5.4, un comptage de contrôle moyenne tension est installée dans un poste client, le GRD prévoit par défaut une mesure en triangle. Dans ce cas, les valeurs réelles des pertes sont déterminées et chaque client reçoit un compteur de profil de charge. Les frais d'installation et de location sont à la charge du client concerné. Le comptage principal de tête et les pertes réelles mesurées sont à la charge du propriétaire ou de l'exploitant de l'installation.

Le comptage de contrôle peut également être réalisé côté basse tension. Le montant total des pertes à vide du ou des transformateurs ainsi que des pertes de cuivre sont appliquées au comptage de contrôle (propriétaire/exploitant de l'installation). Les pertes de cuivre étant

dépendantes de la charge, elles ne peuvent par conséquent pas être déterminées en valeur réelle, mais elles sont facturées comme convenu dans les contrats d'utilisation du réseau.

Dans le cas où un comptage de contrôle n'est pas prescrit en vertu de l'article 5.4, l'exploitant peut décider d'installer ou non une mesure en triangle.

5.6 Décomptage GRD

Après accord avec le GRD, il est possible de faire monter par le GRD dans les postes client des décompteurs pour les installations ci-après :

- Installations de production,
- Bornes de charge pour véhicules électriques,
- Petits consommateurs comme des antennes de communication mobile, sirènes, etc.

Le compteur principal de tête peut être monté côté moyenne tension ou bien côté basse tension. Un décompteur doit toujours être réalisé en version compteur de profil de charge. Les pertes de cuivre supplémentaires causées par ces clients sont à la charge de ces derniers. En raison de l'impossibilité de déterminer les pertes de cuivre en termes réels, celles-ci sont imputées à chaque décompteur comme convenu dans les contrats d'utilisation du réseau.

Des plans d'accès, ainsi que le libre accès aux décompteurs du GRD doivent être assurés. Le local compteur doit être accessible depuis la zone commune du bâtiment.

5.7 Mesure de comparaison

Une mesure de comparaison doit être prévue si la puissance consommée ou produite dépasse 1 MVA et si aucun compteur de contrôle n'est présent. Il n'y a pas de frais supplémentaires dans ce cas pour la location du compteur.

5.8 Dispositifs de transmission des données

Le GRD lit les index du compteur avec un dispositif de transmission des données. Cette opération passe par le réseau de communications mobiles. Si le réseau de communications mobiles sur le lieu du compteur ne dispose pas d'une intensité de champ suffisante, le client doit déplacer l'équipement de réception (antenne) dans une zone ayant une intensité de champ suffisante. Les détails techniques doivent être convenus avec le GRD.

6 Exploitation du poste de transformation

6.1 Généralités

Afin d'éviter les conséquences potentiellement graves pour les personnes, les biens et l'environnement, il convient de se conformer aux dispositions de la norme DIN EN 50110-1 (VDE 0105-1), aux réglementations des autorités compétentes en matière de construction, aux prescriptions en matière de prévention des accidents (AAA) et à celles de l'inspection du travail et des Mines, ainsi qu'aux consignes ci-après.

6.2 Conventions d'exploitation

Une convention d'exploitation peut être conclue entre le client et le GRD afin d'assurer la sécurité de l'exploitation. La convention d'exploitation peut faire apparaître les personnes

autorisées ainsi que les personnes à contacter pour le compte du responsable de l'installation, avec leurs numéros de téléphone.

6.3 Accès

Le poste de transformation doit être fermé à clé en permanence. Son accès est réservé aux électriciens qualifiés ou aux personnes formées en électrotechnique ou aux autres personnes sous la surveillance d'électriciens ou de personnes formées en électrotechnique (voir DIN EN 50110-1 ainsi que les prescriptions en matière de protection contre les accidents de l'AAA – www.aaa.lu).

Les personnes mandatées du GRD, qui doivent s'identifier sur demande, doivent pouvoir accéder librement (sans contrainte d'espace ou d'horaires) au poste de transformation à tout moment, y compris en dehors des heures de service habituelles.

6.4 Zone de disponibilité / Commande

La limite de la zone de disponibilité fixe la compétence concernant les dispositions des actions de commutation. Du point de vue du réseau public, elle passe derrière la ou les cellules d'alimentation d'entrée. Les règles applicables sont les suivantes :

- Les éléments de l'installation appartenant au GRD ou situés dans sa zone de disponibilité doivent être accessibles pour le GRD et opérationnels sur place ; les opérations de commutation sur les cellules d'alimentation d'entrée doivent être exécutées exclusivement par le GRD.
- Les cellules de départ client et transformateurs du client ne sont exploitées que par l'exploitant du poste ou par des électriciens pour le compte du client.
- Ces principes s'appliquent également en l'absence d'un interrupteur de charge dans la cellule d'alimentation d'entrée.
- Les appareils de commutation modifiant l'état de commutation dans le réseau du GRD se trouvent dans la zone de disponibilité du GRD.
- L'exploitant de l'installation est tenu de couper à la demande du GRD les cellules de distribution présentes dans sa zone de disponibilité.
- Indépendamment des limites de zone de disponibilité, le GRD peut déconnecter immédiatement du réseau l'installation du client en cas de dysfonctionnement ou si une autre action est requise (p. ex. cas de force majeure, de risque d'accident potentiellement mortel, afin de la mettre hors tension ou d'interrompre l'utilisation du raccordement). Dans la mesure du possible, le GRD notifie en temps utile l'exploitant de l'installation de cette mesure. La remise en marche intervient conformément aux limites des zones de disponibilité.
- Ces principes s'appliquent également pour les postes de transformation avec et sans installation de production.

6.5 Maintenance

Il incombe au client d'assurer l'entretien de l'installation et des locaux y relatifs dont il est propriétaire ou dont il a le droit de disposition, même si elles sont sous la responsabilité du GRD.

Le client doit vérifier régulièrement le bon état des installations et des équipements électriques (p. ex. interrupteurs, dispositifs de protection, alimentation électrique auxiliaire). Cette exigence est satisfaite dans des conditions normales de fonctionnement et d'environnement si la surveillance continue par un électricien qualifié est garantie ou si la périodicité de contrôle de l'installation – généralement au moins tous les quatre ans – est respectée.

Si le GRD constate des défaillances graves dans le poste de transformation, il est en droit de déconnecter ces éléments de l'installation du réseau jusqu'à ce que les défaillances aient été réparées.

Les mises hors tension dans la zone de disponibilité du GRD doivent être convenues dans les délais requis avec le GRD par le client ou son mandataire.

6.6 Pannes

Les pannes ou les irrégularités dans le poste de transformation, les lignes raccordées, les sous-stations et sur les transformateurs doivent être notifiés sans délai au GRD par le client ou par son mandataire.

Après la coupure d'un interrupteur/disjoncteur suite au déclenchement de protection dans une cellule de transfert / départ client, il ne peut être réactivé qu'après que la cause de la défaillance a été dûment éliminée et après consultation avec le GRD.

6.7 Obligations complémentaires

Outre les sections précitées, les obligations convenues dans les contrats de réseau ainsi que les prescriptions d'autorisation d'exploitation s'appliquent.

7 Systèmes de stockage et installations de production avec ou sans exploitation parallèle jusqu'à 36 MW¹⁰

7.1 Généralités

Pour les installations de production et les systèmes de stockage, le planificateur, le constructeur, le preneur du raccordement et l'exploitant définissent conjointement les détails de l'exécution technique du raccordement et de l'exploitation avec le GRD. Les exigences, qui ne sont pas détaillées dans ce chapitre 7, sont précisées dans les directives en vigueur du VDE FNN¹¹ et du code réseau européen des dispositions de raccordement pour les producteurs d'électricité (NC RfG « *Network Code Requirements for Generators* »).

La construction et l'exploitation des dispositifs de mesure interviennent conformément aux schémas de principe figurant à l'annexe A2, dans le respect des exigences réglementaires (tarifs de rachat garantis) et en accord avec le GRD.

Des capteurs de sens de circulation de l'énergie peuvent être nécessaires pour le raccordement de systèmes de stockage, en fonction de la gestion opérationnelle. La gestion opérationnelle des systèmes de stockage définit le nombre et la disposition des capteurs de sens de circulation de l'énergie et doit donc être coordonnée en temps utile avec le GRD.

Les stockages doivent être évalués en fonction de leurs modes opérationnels en tant qu'installations de consommation ou de production. Dans le mode opérationnel « Fourniture d'énergie » (dans le réseau public ou dans celui de l'installation client), la batterie se comporte du point de vue du réseau comme une installation de production. Dans ce mode opérationnel, la batterie doit satisfaire à l'ensemble des exigences imposées à une installation de production de puissance identique. Il convient de tenir compte des exigences de la note technique FNN

¹⁰ La puissance de raccordement maximum admissible doit être demandée au GRD concerné.

¹¹ Jusqu'à la publication du règlement d'application VDE-AR-N 4110 « Conditions techniques de raccordement moyenne tension », il convient de prendre en compte les directives BDEW « Installations de production sur le réseau moyenne tension » ainsi que leurs compléments « Règles et périodes transitoires pour certaines exigences en complément de la Directive technique : installations de production sur le réseau moyenne tension. »

« Raccordement et exploitation des stockages dans le réseau basse tension¹² » ainsi que des règlements d'application VDE-AR 4100, 4105 et 4110, dans la mesure où elles sont transposables à la moyenne tension. Le respect des exigences techniques doit être documenté par un certificat de conformité.

Les systèmes de production d'énergie de secours (groupes électrogènes de secours) sont soumis à l'autorisation expresse du GRD, adaptée au cas par cas, car leur fonctionnement peut être associé à des dangers particuliers résultant d'éventuelles tensions de retour ou d'augmentations de la puissance de court-circuit. Les détails relatifs au raccordement et à l'exploitation sont également détaillés dans une directive VDN¹³.

Les groupes électrogènes de secours à synchronisation par chevauchement visant à assurer la demande d'électricité en cas d'interruption de la fourniture publique devraient normalement être déconnectés après 100 ms, mais au plus tard après 3 s en fonctionnement en parallèle avec le réseau public. Pour le reste les exigences applicables sont les mêmes que celles concernant les installations de production en fonctionnement parallèle. La synchronisation et la commutation doivent intervenir en mode automatique uniquement.

Les équipements électriques de l'installation client doivent être planifiés, construits et exploités de manière à limiter à un degré admissible les réactions depuis l'exploitation parallèle au réseau du GRD et les installations d'autres clients.

Les installations de production raccordées au réseau moyenne tension sont exécutées sous forme d'installations triphasées. Ceci signifie que les installations de production triphasées doivent fonctionner sans perturbations avec des sources de tension triphasées symétriques. L'alimentation de courants triphasés symétriques est également autorisée. La valeur de référence des courants – malgré des tensions aux bornes non symétriques – est le système à composante directe des tensions aux bornes.

Les exigences ci-après s'appliquent également aux installations client mixtes (consommation et production), au réseau client desquelles les installations de production sont raccordées.

Le point de raccordement au réseau est dimensionné pour la puissance de raccordement P_{AV} (puissance convenue pour la consommation et/ou la production) demandée par le client. Si la puissance installée P_{inst} de l'installation de production est supérieure à la puissance de raccordement convenue P_{AV} , l'installation de production doit être limitée en puissance ou être coupée totalement une fois la puissance de raccordement convenue P_{AV} atteinte. En cas de dépassement de la puissance de raccordement maximum convenue, le GRD est en droit de couper du réseau l'installation de production et/ou de stockage.

Dans le cas où cela est nécessaire du point de vue de la technique de réseau, le GRD peut contrôler la commande de l'installation de production et des systèmes de stockage en transmettant les signaux correspondants.

Les installations de production doivent être en mesure de participer au maintien de la tension pendant l'alimentation du réseau. Il convient de distinguer entre le maintien statique de la tension et le soutien dynamique du réseau.

En cas de panne, pour éviter une panne imminente du réseau ou pour éviter un danger immédiat pour les personnes ou le réseau du GRD, l'installation client peut être déconnectée du réseau par le GRD.

¹² Voir sous www.vde.com « Note technique FNN – Raccordement et exploitation des stockages dans le réseau basse tension ».

¹³ Voir la « Directive sur les groupes électrogènes de secours – Directive pour la planification, la construction et l'exploitation d'installations à groupes électrogènes de secours », publiée par le VDN.

7.2 Déclaration des installations de production

La déclaration intervient comme indiqué dans la procédure détaillée au chapitre 2.2 des TAB présentes. Dans le cas où cela est prévu par la procédure du GRD, les pré-imprimés ou les formulaires de déclaration présents sont à utiliser. Les documents présentés doivent documenter par ailleurs les spécifications (caractéristiques) de l'installation de production, telles que :

- Date du début prévu de la production,
- Type d'installation : machine synchrone, asynchrone, installation pilotée par le réseau ou installation statique autopilotée, etc,
- Puissance active et apparente maximale de l'installation en kW et en kVA,
- Nature de l'énergie primaire utilisée,
- Homologation du type et de l'installation, ainsi que documents de contrôle,
- Injection complète ou excédentaire,
- Plan de situation,
- Schéma fonctionnel et plans de câblage des relais de protection en vue de l'autorisation,
- Description et données techniques sur les relais de protection à utiliser.

7.3 Protections sur les installations de production

7.3.1 Généralités

Les exigences décrites ici s'appliquent en complément des exigences générales applicables aux installations de consommateurs.

Remarque 1 : La portée des dispositifs de protection dépend essentiellement de la configuration concrète du réseau et/ou de l'installation. Il convient de tenir compte des exigences de la norme DIN CLC/TS 50549-2¹⁴ en complément des conditions figurant dans cette TAB moyenne tension.

Le GRD est en droit d'installer ou de faire installer au point de raccordement au réseau des équipements déconnectant automatiquement l'installation de production du réseau en cas de dépassement des limites spécifiées de compatibilité avec le réseau en mode stationnaire, telles que la puissance de raccordement convenue S_{AV} ou la puissance apparente maximale d'une installation de production S_{Amax} .

Il est nécessaire d'installer dans l'installation de production des dispositifs de coupure des unités de production ou de l'installation de production avec une fonction de protection de réserve en cas de dysfonctionnement du réseau. Le réglage de ces dispositifs de protection en cas de dysfonctionnement du réseau (autrement dit l'échelonnement envers d'autres dispositifs de protection) est convenu entre l'exploitant de l'installation et le GRD. En outre, le GRD se réserve le droit d'installer au point de raccordement au réseau un équipement enregistrant le comportement de l'installation de production en cas de défaut.

Il appartient à l'exploitant d'une installation de production de veiller à ce que les opérations de commutation, les pannes de réseau et la reconnexion automatique sur le réseau amont du

¹⁴ Pré-norme VDE « Exigences pour les installations de production destinées à fonctionner en parallèle avec un réseau de distribution – Partie 2 : Raccordement au réseau de distribution moyenne tension »

GRD ne perturbent pas son installation. Le GRD décline toute responsabilité pour tout dommage que subirait l'installation client dans un tel cas.

7.3.2 Dispositifs de protection réseau (protection de découplage)

Les dispositifs de protection réseau (hors ENS) des installations de production fonctionnant en parallèle doivent être contrôlés avant la première mise en service et tous les 4 ans par la suite. Ces contrôles sont à la charge du client et sont réalisés soit par le GRD, soit, si le GRD le demande, par un organisme de contrôle admis par le GRD. Une copie du certificat délivré lors de ces inspections doit être envoyée au GRD sans qu'il ait à en faire la demande. Les valeurs de réglage sont préconisées par le GRD conformément aux spécifications du réseau et du producteur.

Afin de pouvoir contrôler les relais de protection sans déconnecter le câblage interne, les valeurs d'entrée (U, f), l'alimentation en tension des appareils et les circuits de déclenchement doivent être câblés aux borniers de contrôle conformément aux spécifications du GRD => voir également à ce sujet les plans de câblage à l'annexe A4).

En fonction de la puissance nominale de l'installation de production, 3 modèles différents de dispositifs de protection du réseau doivent être pris en compte.

Installations avec une puissance nominale de 0,8 kW à ≤ 27kW (30 kVA)

Ces installations doivent être équipées d'un ENS (dispositif de surveillance du réseau avec interrupteurs tous pôles affectés). Il est également possible d'utiliser deux relais de protection¹⁵ (augmentation de tension U> / protection contre les chutes de tension U< et protection contre l'augmentation de la fréquence f> / protection contre les chutes de fréquence f<) ou un relais multifonction combinant les deux fonctions.

Installations d'une puissance nominale > 27kW (30 kVA) à < 135kW (150kVA)

Une protection de découplage (protection centrale entre réseau et installation client) doit être mise en place en guise de dispositif de protection réseau. Cette protection de découplage agit sur un disjoncteur de couplage chargé de déconnecter du réseau l'ensemble des installations de production en cas de défaut ou lors de travaux de maintenance. Ce dispositif de protection doit être formé d'un relais de protection multifonctions incluant une fonction Watch-dog (autosurveillance). Il doit inclure les fonctions de surveillance de la tension avec 4 plages de réglage (2 x protection contre les surtensions U> et U>> ; 2 x protection contre les chutes de tension U< et U<<) ainsi que la surveillance de la fréquence (protection contre l'augmentation de la fréquence f> / protection contre les chutes de fréquence f<).

Installations avec une puissance nominale ≥ 135kW (150 kVA)

Les exigences relatives au relais de protection à utiliser correspondent à celles formulées dans la section ci-dessus. Il est nécessaire par ailleurs de surveiller les gradients de fréquence d_f/d_t . Lors d'une puissance nominale d'alimentation > 1000 kVA, une cinquième plage de réglage (protection contre les surtensions U>>>) est requise.

Les contacts de déclenchement des relais de protection doivent agir directement sur la bobine de déclenchement de la protection de découplage. Le déclenchement doit toujours agir sur les 3 phases. Le circuit de protection est réalisé comme déclenchement à bobine de manque de tension (circuit en série des contacts de déclenchement). Les relais de protection doivent pouvoir être scellés ou codés, sinon ils doivent être installés sous un capot scellable. Les armoires du relais de protection doivent être installées verticalement. La distance entre le sol et le centre du relais de protection doit être comprise entre 0,80 m et 2,00 m. Il convient de prévoir devant l'armoire du relais de protection une surface de commande et de travail dont les dimensions sont les suivantes :

- Largeur : Largeur de l'armoire du relais de protection, au moins 1,00 m
- Profondeur : au moins 1,00 m

¹⁵ Les relais de protection doivent respecter les normes CEI/DIN EN 60255 (VDE 0435), DIN VDE 0126-1-1 et VDE-AR-N 4105.

Les dispositifs de protection du réseau décrits ici sont chargés de déconnecter l'installation de production ou les unités de production du réseau public en cas de dysfonctionnement afin de protéger l'installation de production et les autres installations des clients sur le réseau. Il peut s'agir p. ex. de pannes de réseau, de la formation d'un réseau en îlot ou d'une augmentation trop lente de la tension du réseau après une panne sur le réseau de transport.

Le preneur du raccordement a la responsabilité de protéger efficacement son installation de production et ses unités de production (auto-protection). La conception de protection décrite dans ces Conditions techniques de raccordement pour les postes de transformation moyenne tension doit être ainsi étendue par le preneur du raccordement de l'installation de production. Toutefois, l'autoprotection ne doit pas porter atteinte aux exigences relatives au maintien de la tension statique de l'installation de production ou des unités de production.

Après une pause prévue par le GRD, l'installation de production peut être reconnectée au réseau automatiquement ou bien manuellement si la tension et la fréquence du réseau se situent dans les limites admissibles.

Dans le cas des installations ayant une puissance de raccordement d'alimentation > 1000 kVA, le réenclenchement automatique après déclenchement de la protection de découplage ne peut avoir lieu que si la tension et la fréquence du réseau ont été stables pendant 30 s dans les limites ci-après.

- Tension réseau entre 95 % U_c et 106 % U_c
- Fréquence réseau entre 48,5 Hz et 50,1 Hz

Il convient d'inclure dans la logique de la reconnexion par le système de contrôle de l'installation l'exigence de réinitialiser dans le délai par défaut spécifié de 30 s en cas de dépassement de l'une des quatre valeurs limites mentionnées ci-dessus.

Par ailleurs, le raccordement de la protection de découplage pour les installations de production avec une puissance de raccordement d'alimentation > 1000 kVA doit être réalisé du côté moyenne tension.

7.4 Contrôles de conformité

Le respect des exigences techniques des présentes TAB doit être attesté par l'installateur au moyen de certificats de conformité (certificats d'installation, de pièces et d'appareils, attestation du constructeur, livret de stockage, attestation des caractéristiques électriques de l'installation de production conformément au règlement VDE-AR-N 4110, etc.).

8 Perturbations¹⁶ sur le réseau du GRD

8.1 Généralités

Les équipements électriques du client montés en aval du poste de transformation doivent être planifiés, construits et exploités de manière à limiter dans une mesure admissible les perturbations sur le réseau du GRD et les installations des autres clients. L'exploitation des équipements nécessaires comprend également le renouvellement ou le remplacement des équipements manquants ou concernés par un dysfonctionnement.

Si des perturbations susceptibles de perturber le réseau du GRD et imputables à l'installation client sont attendues ou constatées, il appartient au client de prendre dans son installation les mesures visant à limiter les perturbations, en concertation avec le GRD. Les valeurs de référence pour les perturbations de réseau admissibles sont définies dans un imprimé VDE FNN¹⁷. Les principaux liens sont détaillés ci-après.

Même si les exigences de cette section sont respectées, les processus d'interaction à basse fréquence (< 50 Hz) entre l'installation de production, les installations de stockage, les charges de consommation et le réseau peuvent entraîner des perturbations de réseau inadmissibles.

8.1.1 Variations de tensions admissibles

Afin d'éviter des perturbations de réseau inadmissibles, les variations de tension soudaines au point de raccordement des installations du client suite à des opérations de commutation doivent être limitées aux valeurs suivantes:

- **Fonctionnement normal du réseau**
 - Commutation de l'installation complète client $\Delta u_{\max} \leq 2 \%$
 - Commutation de différentes unités de production ou de consommation $\Delta u_{\max} \leq 0,5 \%$

- **Perturbations dans le fonctionnement du réseau**
 - Commutation de l'installation complète client $\Delta u_{\max} \leq 5\%$

8.1.2 Papillonnements

Les émissions parasites admissibles d'une installation client dans le réseau moyenne tension ne doivent pas dépasser $P_{It} = 0,5$ et $P_{St} = 0,75$.

8.1.3 Harmoniques et interharmoniques

Le GRD définit les limites supérieures de l'alimentation des taux d'harmoniques en fonction de la consommation électrique de l'installation du client et des conditions au point de raccordement au réseau. Les mesures visant à réduire les taux d'harmoniques – en particulier le montage de circuits filtrants – interviennent en accord avec le GRD.

On distingue pour le calcul des valeurs limite entre harmoniques paires et impaires, interharmoniques et parts de fréquence dans la plage comprise entre 2 kHz et 9 kHz (supraharmoniques).

¹⁶ On trouvera des informations détaillées sur les perturbations de réseau dans le VDE-AR-N 4110.

¹⁷ Voir les « Règles techniques relatives à l'évaluation des réactions de réseau », publiées par le GRD.

Les valeurs limites sont indiquées dans les directives VDE FNN mentionnées précédemment dans ce chapitre ainsi que dans le règlement d'application VDE VDE-AR-N 4110.

8.1.4 Encoches de commutation et tensions asymétries

Les exigences et valeurs limites du règlement d'application VDE-AR-N 4110 et, jusqu'à sa publication, celles de la directive BDEW « Installations de production sur le réseau moyenne tension » ainsi que la directive « Règles techniques relatives à l'évaluation des perturbations de réseau » du FNN, doivent être respectées.

8.2 Comportement en puissance réactive

Si la puissance active provient du réseau, les exigences de la norme VDE-AR-N 4110 s'appliquent – sauf stipulation contraire dans le contrat.

En cas de validation par le GRD, le facteur de décalage $\cos \varphi$ peut être inférieur à la valeur 0,95_{inductif} de la norme VDE-AR-N 4110 dans le mode sous-excité (utilisation de la puissance réactive), mais la puissance apparente maximale convenue contractuellement ne peut toutefois pas être dépassée. Cette validation temporaire dépend des conditions réseau globale et locales du moment.

Si le client ne peut pas respecter ces valeurs limites, il doit – en accord avec le GRD – procéder à ses frais à une compensation adéquate de la puissance réactive adaptée aux conditions réelles de sa charge.

Le fonctionnement d'une installation de compensation peut nécessiter des mesures pour limiter les taux d'harmoniques et éviter des répercussions inadmissibles sur la télécommande centralisée à basse fréquence. La puissance, la commutation et le mode de régulation de l'installation de compensation doivent par conséquent être définis en accord avec le GRD. La commutation des installations de compensation ne doit pas provoquer une variation de tension, consécutive à la commutation, de plus de 0,5 % U_n sur le point de raccordement au réseau.

Les condensateurs à installer pour la compensation de la puissance réactive doivent être commandés en fonction du $\cos \varphi$ ou, dans le cas d'une compensation individuelle, être activés ou désactivés avec les appareils consommateurs correspondants.

Une compensation fixe indépendante de la charge n'est pas autorisée.

Le client clarifiera avec le GRD s'il est nécessaire de brider (installation d'une self antiharmonique) le système de compensation.

8.3 Dispositions contre les chutes de tension et les coupures d'alimentation

Les défauts dans les installations client ou dans le réseau du GRD peuvent se manifester chez le client par des chutes ou des coupures de tension. Si des appareils du client sont sensibles à ces perturbations, le client devra prendre les mesures nécessaires (p. ex. des groupes électrogènes de secours, des onduleurs, etc.).

Les exigences et les directives techniques pour le raccordement et le fonctionnement de groupes électrogènes de secours sont indiquées au chapitre 7.

8.4 Installations utilisant des fréquences porteuses sur le réseau client

Si le client exploite une installation utilisant son réseau électrique à fréquence porteuse, il doit utiliser un équipement approprié (p. ex. un dispositif de blocage des fréquences porteuse) afin d'éviter toute interférence avec d'autres installations du client ainsi qu'avec celles du GRD.

9 Modifications, extensions, mises hors service et démontage

Si le client prévoit des modifications, des extensions ou la mise hors service du poste de transformation, il doit en informer le GRD le plus tôt possible. Afin de maintenir la sécurité de fonctionnement de l'installation client, celui-ci doit l'adapter à l'état technique ou à l'évolution des conditions du réseau, p. ex. à une augmentation de la puissance de court-circuit.

Le démontage et l'élimination des postes de transformation ou de leurs parties doivent être exécutés uniquement par des entreprises autorisées à cet effet, garantissant la bonne exécution de ces travaux et l'élimination prescrite des déchets qui en résultent.

10 Références normatives

On trouvera ci-après une liste non exhaustive des réglementations et prescriptions techniques les plus importants à respecter lors de la planification, de l'installation, de l'exploitation et de la mise hors service des postes de transformation.

10.1 Directives et ordonnances UE

1. Directive UE 2013/35 Prescriptions minimales sur la protection de la sécurité et de la santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques résultant des effets physiques (champs électromagnétiques)
2. Directive UE 2016/631 Network Code on Requirements for grid connection of Generators - NC RfG (code réseau avec conditions de raccordement pour les producteurs d'électricité)
3. Directive UE 2016/1388 NC DCC - Code réseau pour le raccordement de charge
4. Directive UE 2014/548 Directive sur l'écoconception en ce qui concerne la mise en œuvre de transformateurs de faible, moyenne et haute puissance

10.2 Normes CENELEC incluant l'indication de la prescription DIN VDE et des règles d'applications VDE en vigueur correspondantes

5. DIN VDE 0100 Exécution d'installations basse tension
6. DIN VDE 0100-442 Exécution d'installations basse tension – Mesures de protection - Protection des installations basse tension en cas de surtensions transitoires résultant de défauts de terre dans le réseau haute tension et en cas de défauts dans le réseau basse tension
7. DIN VDE 0100-520 Exécution d'installations basse tension – Sélection et construction d'équipements électriques – Installations de câbles et de lignes
8. DIN VDE 0100-557 Exécution d'installations basse tension – Sélection et construction d'équipements électriques – Circuits auxiliaires
9. DIN VDE 0100-560 Exécution d'installations basse tension – Partie 5-56: Sélection et construction d'équipement électriques – Équipements de sécurité
10. DIN EN 61936-1 (DIN VDE 0101-1) Installations électriques en tensions alternatives nominales supérieures à 1 kV
11. DIN EN 50522-1 (DIN VDE 0101-2) Mise à la terre d'installations électriques en tensions alternatives nominales supérieures à 1 kV
12. EN 60909 (DIN VDE 0102) Courants de court-circuit dans les réseaux triphasés – Calcul des courants
13. EN 50110-1 (DIN VDE 0105-1) et DIN VDE 0105-100 Exploitation des installations électriques

14. DIN VDE 0141	Mises à la terre pour des installations spéciales à courant fort supérieures à 1 kV
15. DIN VDE 0670 (toutes les parties)	Appareillage de commutation à courant alternatif pour tensions supérieures à 1 kV
16. DIN VDE 0670-402	Appareillage de commutation à courant alternatif pour tensions supérieures à 1 kV – Sélection de fusibles limiteurs de courant pour circuits de transformateurs
17. EN 60376; EN 60480 (DIN VDE 0373-1 et -2)	Hexafluorure de soufre (SF6)
18. DIN 42600 (toutes les parties)	Transformateurs de mesure pour 50 Hz
19. EN 61869-2 (DIN VDE 0414-9-2)	Transformateurs de mesure – Partie 2 : Exigences supplémentaires des transformateurs de courant
20. DIN EN 60255 (VDE 0435 – toutes les parties)	Relais de mesure et dispositifs de protection
21. DIN VDE 0126-1-1	Point de commutation automatique entre une installation d'autoproduction parallèle au réseau et le réseau basse tension
22. EN 60529 (DIN VDE 0470-1)	Degrés de protection procurés par les boîtiers (code IP)
23. DIN EN 60076 (VDE 0532-76)	Transformateurs de puissance
24. EN 50588-1	Transformateurs de puissance moyenne 50 Hz, avec une tension maximale pour les équipements ne dépassant pas 36 kV
25. EN 50180	Bornes de raccordement de 1 kV à 52 kV et de 250 A à 3,15 kA pour transformateurs remplis de liquide
26. EN 50181	Raccords enfichables de 1 kV à 52 kV et de 250 A à 2,5 kA pour les installations autres que les transformateurs remplis de liquide
27. DIN EN 62271-100 (VDE 0670-100)	Appareillages et Installations de commutation haute tension Partie 100 : Disjoncteur de puissance à courant alternatif
28. EN 62271-103 (DIN VDE 0670-103)	Appareillages et installations de commutation haute tension Partie 103 : Interrupteurs de charge pour les tensions de de 1 kV jusqu'à 52 kV inclus
29. EN 62271-105 (DIN VDE 0670-105)	Appareillages et installations de commutation haute tension Partie 103 : Interrupteurs de charge à fusibles pour les tensions de 1 kV jusqu'à 52 kV inclus
30. DIN VDE 0681	Dispositifs d'actionnement, de contrôle et d'isolation de pièces sous tension pour tensions nominales supérieures à 1 kV

31. DIN EN 61243-5 (VDE 0682-415)	Travaux sous tension ; détecteur de tension – Partie 5 : Systèmes de contrôle de tension (VDS)
32. DIN EN 0682-552	Travaux sous tension ; plaques de protection isolantes pour tensions nominales supérieures à 1 kV
33. DIN EN 61230 (VDE 0683-100)	Travaux sous tension ; appareils portables de mise à la terre ou de mise à la terre et de court-circuit
34. DIN EN 0681-2	Dispositifs d'actionnement, de contrôle et d'isolation de pièces sous tension pour tensions nominales supérieures à 1 kV – Partie 2 : Barres de commutation
35. EN 60034-1 (DIN VDE 0530-1)	Machines électriques rotatives – Partie 1 : Mesure et fonctionnement
36. EN 62271-200 (DIN VDE 0671-200)	Appareillages et installations de commutation haute tension – Partie : 200 Appareillage sous enveloppe métallique pour des tensions de 1 kV jusqu'à 52 kV inclus
37. EN 62271-202 (DIN VDE 0671-202)	Appareillages et installations de commutation haute tension – Partie : 202 Cabines préfabriquées pour haute tension/basse tension
38. EN 61000-4-7 (DIN VDE 0847-4-7)	Compatibilité électromagnétique (CEM) Partie 4-7 : Techniques d'essai et de mesure – Guide général pour les procédés et les appareils de mesure des harmoniques et les interharmoniques dans les réseaux d'alimentation électriques et les appareils raccordés
39. EN 61000-4-15 (DIN VDE 15/04/0847)	Compatibilité électromagnétique (CEM) Partie 4-15 : Techniques d'essai et de mesure – Instrument de mesure « <i>Flicker</i> » – Description du fonctionnement et spécification de l'interprétation
40. EN 61000-4-30 (DIN VDE 0847-4-30)	Compatibilité électromagnétique (CEM) Partie 4-30 : Techniques d'essai et de mesure – Techniques de mesure de la qualité de la tension
41. DIN 18014	Terre de fondation – planification, exécution et documentation
42. DIN 4102-4	Comportement au feu des éléments de construction et composants – Partie 4 : Composition et utilisation des éléments de construction, composants et composants spéciaux classifiés
43. DIN EN ISO 11925-2	Essais de réaction au feu – Inflammabilité des produits à flamme directe – Partie 2 : essai à flamme unique
44. DIN EN ISO 7010	Symboles graphiques – couleurs de sécurité et panneaux de sécurité – Panneaux de sécurité enregistrés
45. EN 45011	Exigences générales applicables aux organismes exploitant des systèmes de certification de produits
46. EN 50160	Caractéristiques de la tension fournie par les réseaux publics
47. EN 50380	Fiche technique et plaque signalétique des modules photovoltaïques

48. EN 60445	Règles fondamentales et de sécurité pour l'interface homme-machine – Identification des connexions des équipements électriques, des extrémités des conducteurs et des conducteurs raccordés
49. EN ISO/CEI 17025	Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'essai et de métrologie
50. EN ISO/CEI 17065	Évaluation de la conformité – Exigences applicables aux organismes de certification des produits, processus et services
51. EN ISO/CEI 17067	Évaluation de la conformité – Exigences applicables aux organismes de certification des produits et lignes directrices pour les programmes de certification des produits
52. VDE-AR-N 4105	Installations de production sur le réseau basse tension – Exigences techniques minimales pour le raccordement et le fonctionnement parallèle des installations de production sur le réseau basse tension
53. DIN CLC/TS 50549-2 (VDE V 0124-549-2)	Exigences pour les installations de production destinées à fonctionner en parallèle avec un réseau de distribution – Partie 2 : Raccordement au réseau moyenne tension
54. VDE-AR-N 4110	(après publication) Règles techniques pour le raccordement et l'exploitation des installations client au réseau moyenne tension
55. VDE-AR-N 4120	Règles techniques pour le raccordement et l'exploitation d'installations client au réseau haute tension (TAB Haute tension)
56. VDE-AR-N 4400	Mesure de courant (Metering Code)

10.3 Directives VDEW / BDEW / VDN et autres prescriptions et obligations

57. VDN	Directive technique sur les armoires de raccordement à l'extérieur
58. BDEW	Installations de production sur le réseau moyenne tension – Directive pour le raccordement et le fonctionnement en parallèle des installations de production sur le réseau moyenne tension
59. BDEW	Règles et périodes transitoires pour certaines exigences en complément de la Directive technique : Installations de production sur le réseau moyenne tension
60. VDN	Règles techniques sur l'évaluation des perturbations de réseau

61. VDN	Directive sur les groupes électrogènes de secours – Directive pour la planification, la construction et le fonctionnement d'installations avec des groupes électrogènes de secours
62. VDN	Directive technique pour les systèmes de protection numériques
63. ITM	Obligations et autorisations de l'inspection du travail et des mines
64. AAA	Prescriptions en matière de prévention des accidents de l'Association d'assurance accident, section industrielle

Annexe A1 : Schémas électriques des postes de transformation les plus courants

- Schéma 1 : Exemple d'un poste de transformation avec une mesure côté basse tension et une alimentation GRD
- Schéma 2 : Exemple d'un poste de transformation avec une mesure côté moyenne tension et une alimentation GRD
- Schéma 3 : Exemple d'un poste de transformation avec une mesure côté basse tension, deux alimentations GRD et un transformateur ≤ 1000 kVA
- Schéma 4 : Exemple d'un poste de transformation avec une mesure côté moyenne tension, deux alimentations GRD et un transformateur ≤ 1000 kVA
- Schéma 5 : Exemple d'un poste de transformation avec plusieurs transformateurs et une mesure côté moyenne tension, puissance de transformateur installée > 1000 kVA
- Schéma 6 : Exemple d'un poste de transformation avec une mesure côté basse tension, deux alimentations GRD et raccordement d'une installation de production ≤ 1000 kVA
- Schéma 7 : Exemple d'un poste de transformation avec une mesure côté moyenne tension, deux alimentations GRD et raccordement d'une installation de production > 1000 kVA
- Schéma 8 : Principe du verrouillage mécanique croisé supplémentaire (verrouillage croisé) dans le réseau de Sudstrom S.à r.l. & Co s.e.c.s.
- Schéma 9 : Plan d'ensemble de l'installation de mise à la terre d'un poste de transformation client

Remarque : Les schémas fournis servent de modèle de travail. Les variations spécifiques liées aux réseaux par rapport aux plans individuels doivent être demandés auprès des GRD respectifs.

Annexe A2 : Concepts comptage - schémas standard

Schéma 10 : Mesure en triangle, compteur de tête côté moyenne tension

Schéma 11 : Mesure en triangle, compteur de tête côté basse tension

Schéma 12 : Mesure côté moyenne tension avec décomptage du GRD pour petits consommateurs, électromobilité et installation de production

Schéma 13 : Mesure côté basse tension avec décomptage du GRD pour petits consommateurs, électromobilité et installation de production

Schéma 14 : Injection de la production excédentaire d'énergie dans le réseau avec une mesure de tête côté moyenne tension et des partenaires commerciaux identiques

Schéma 15 : Injection de la production excédentaire d'énergie dans le réseau avec une mesure de tête côté basse tension et des partenaires commerciaux identiques

Schéma 16 : Injection de la production excédentaire d'énergie dans le réseau avec une mesure côté basse tension, des partenaires commerciaux identiques et raccordement d'un stockage d'énergie du côté producteur

Schéma 17 : Injection de la production excédentaire d'énergie dans le réseau avec une mesure côté basse tension, des partenaires commerciaux identiques et raccordement d'un stockage d'énergie du côté consommateur

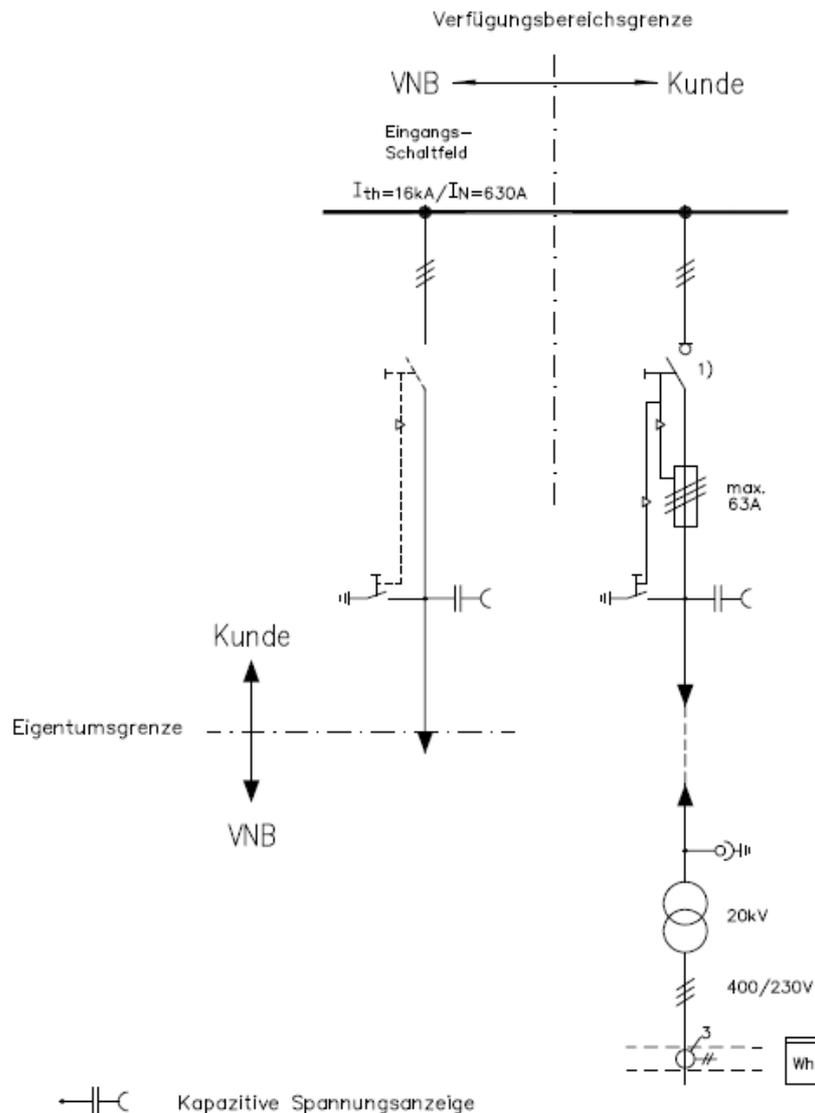
Annexe A3 : Formulaire de procès-verbal de mise à la terre

Annexe A4 : Schémas de câblage des dispositifs de protection du réseau (découplage)

Schéma 18 : Dispositif de protection réseau (découplage) d'une installation de production de 30 kVA à 1000 kVA – déclenchement à bobine de manque de tension

Schéma 19 : Dispositif de protection réseau (découplage) d'une installation de production > 1000 kVA – déclenchement à bobine de manque de tension – relais de protection à protection de surintensité intégrée

Annexe A1 : Schémas électriques des postes de transformation les plus courants



- 1) Statt des Lasttrennschalters mit HH-Sicherungen ist ab einer Transformatorenleistung > 1000kVA ein Leistungsschalter mit UMZ-Schutz vorzusehen.

BEISPIEL FÜR EINE ÜBERGABESTATION MIT EINER NIEDERSpannungsSEITIGEN MESSUNG UND EINER VNB-STICHEINSPEISUNG

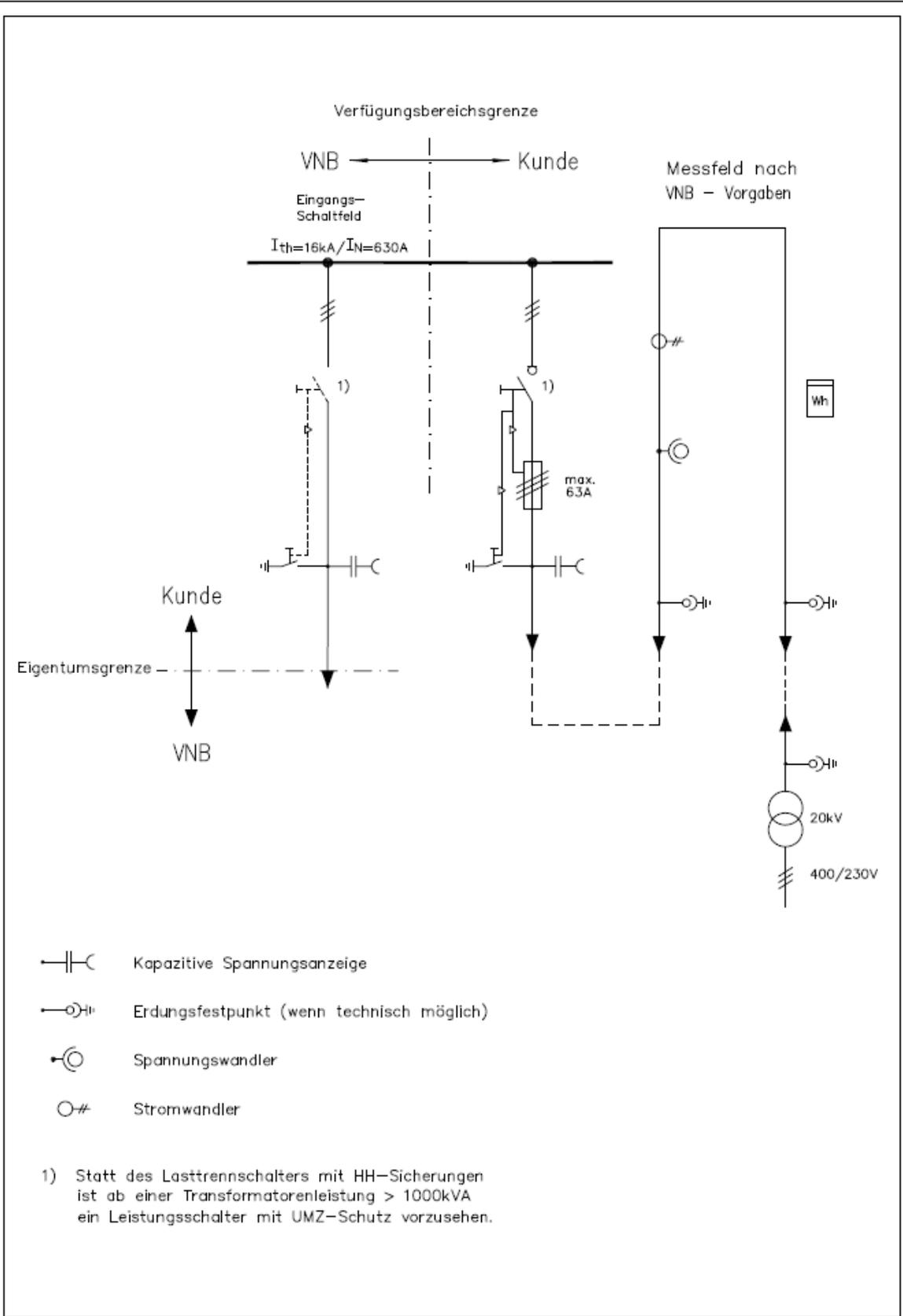
SCHALTBILD ZU DEN TAB-MT
ALLGEMEINGÜLTIG

LUXEMBOURG

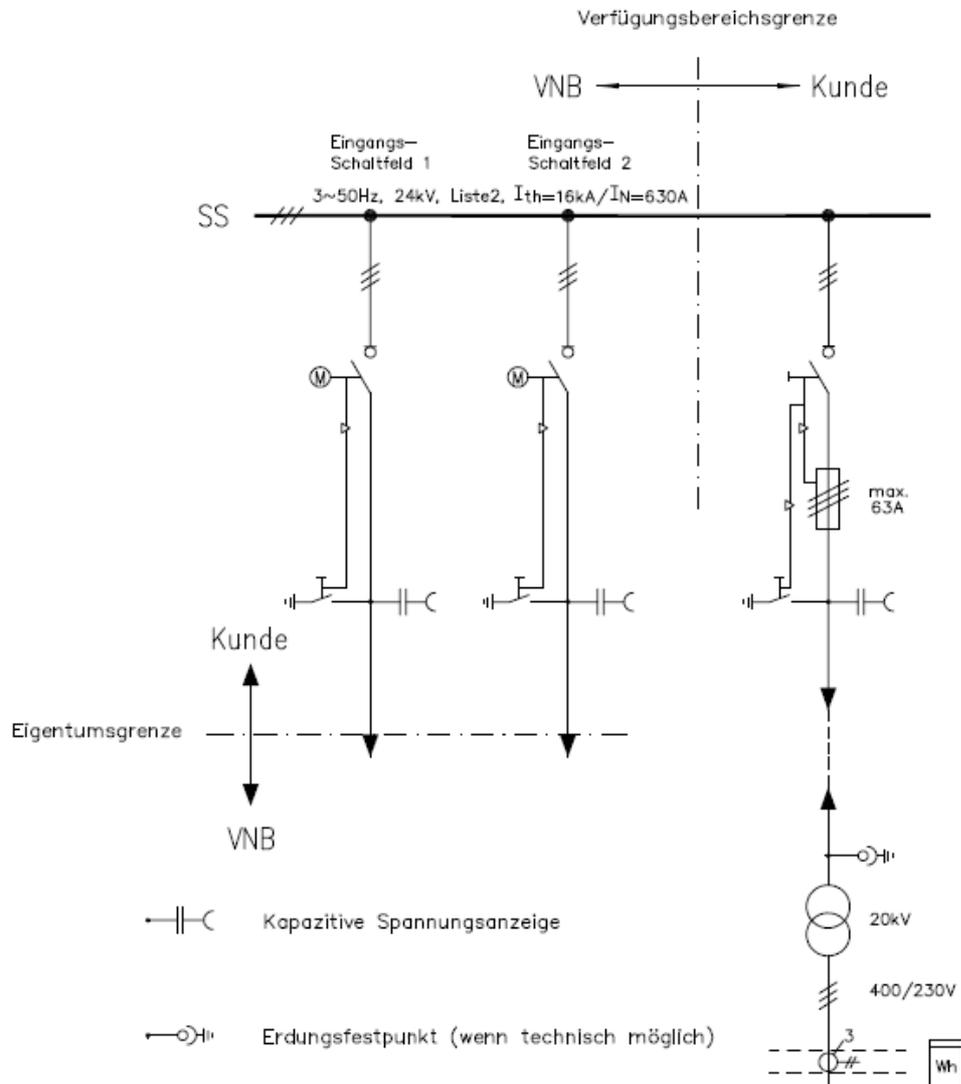
Bild 1

01/2018

TAB-MT_01 TWH



BEISPIEL FÜR EINE ÜBERGABESTATION MIT EINER MITTELSPANNUNGSSEITIGEN MESSUNG UND EINER VNB-STICHEINSPEISUNG	SCHALTBILD ZU DEN TAB-MT ALLGEMEINGÜLTIG		
LUXEMBOURG	Bild 2	01/2018	TAB-MT_02 TWH



BEISPIEL FÜR EINE ÜBERGABESTATION MIT EINER NIEDERSpannungsSEITIGEN MESSUNG, ZWEI VNB-EINSPEISUNGEN UND EINEM TRANSFORMATOR ≤ 1000 kVA

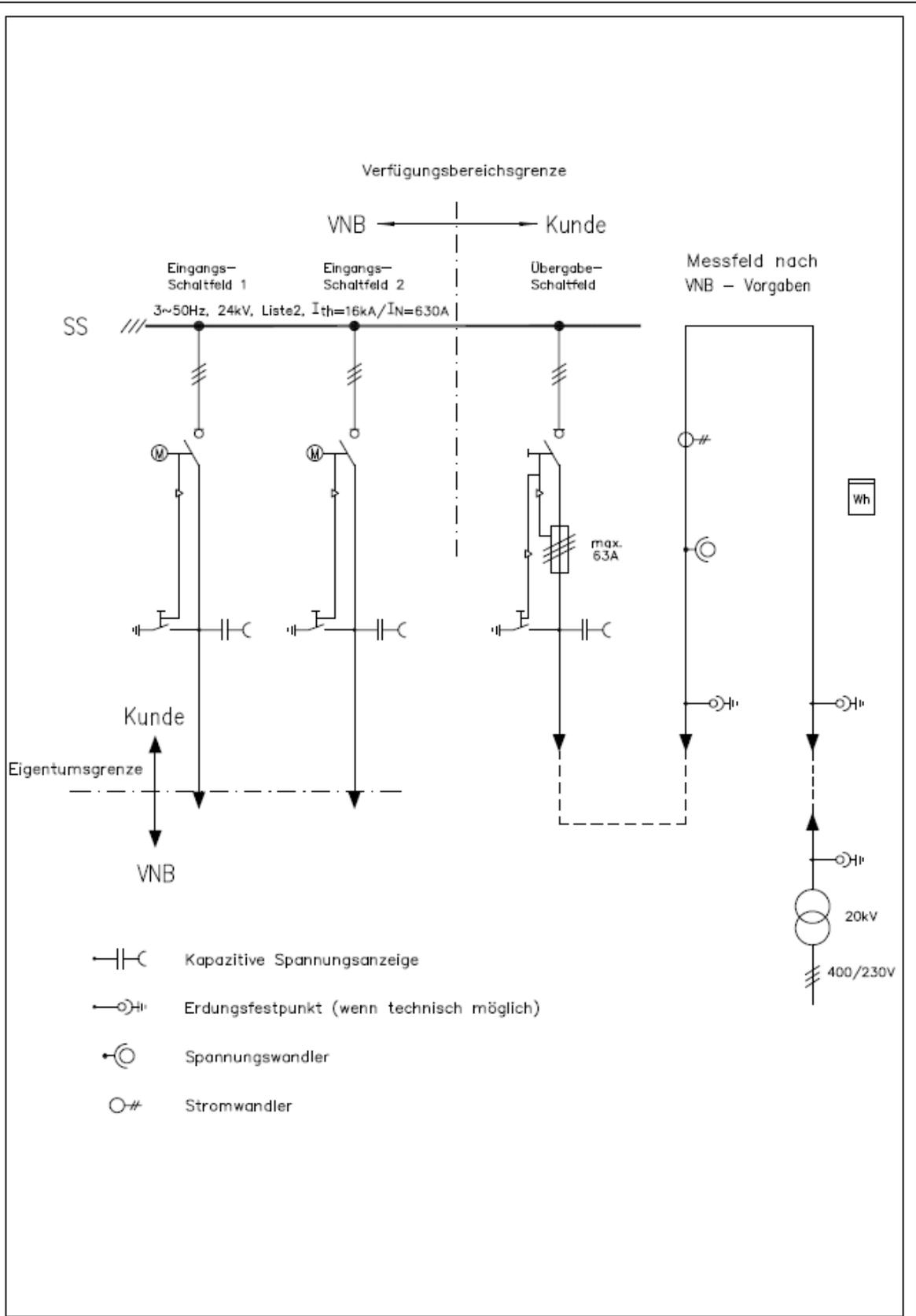
SCHALTBILD ZU DEN TAB-MT
ALLGEMEINGÜLTIG

LUXEMBOURG

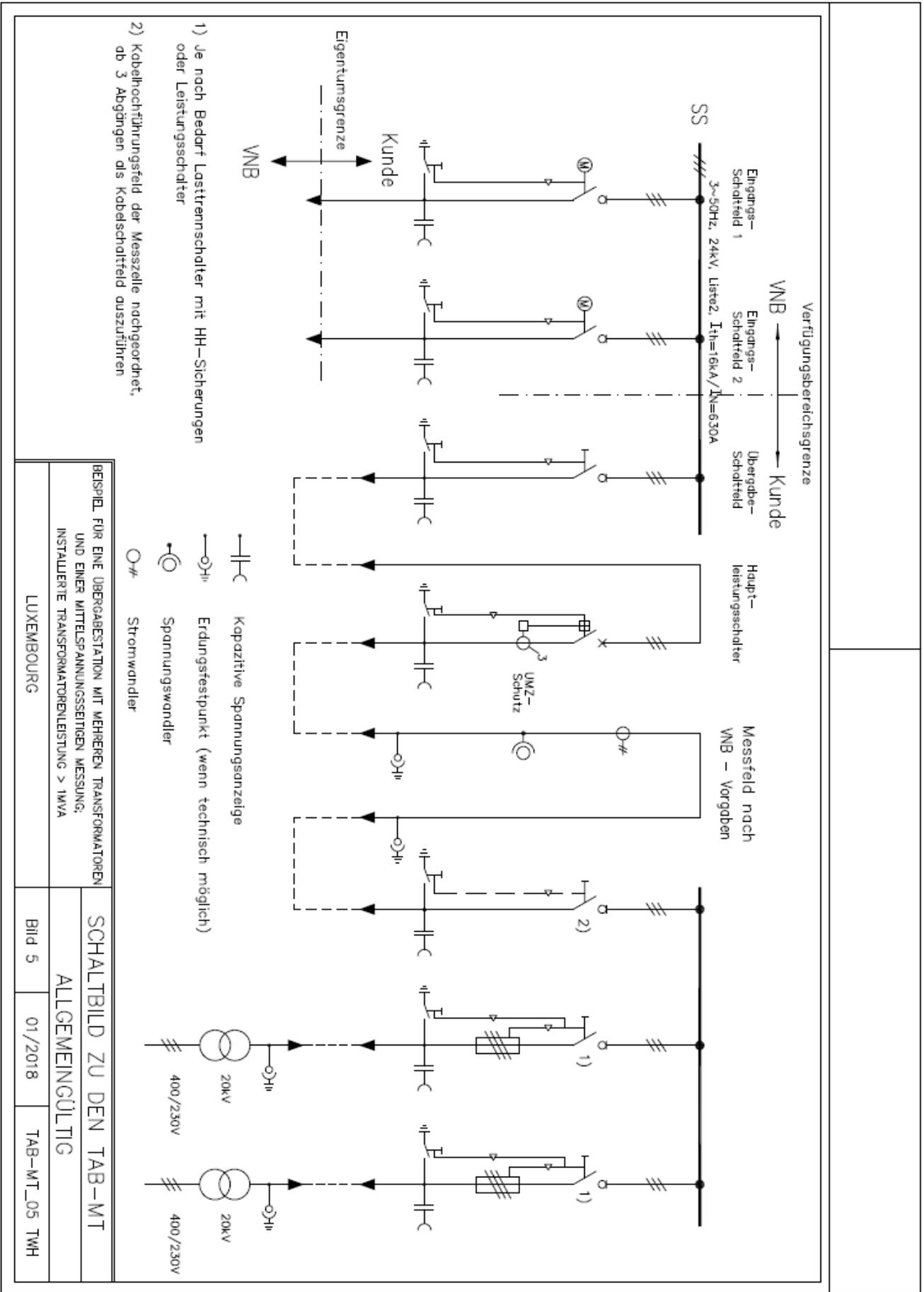
Bild 3

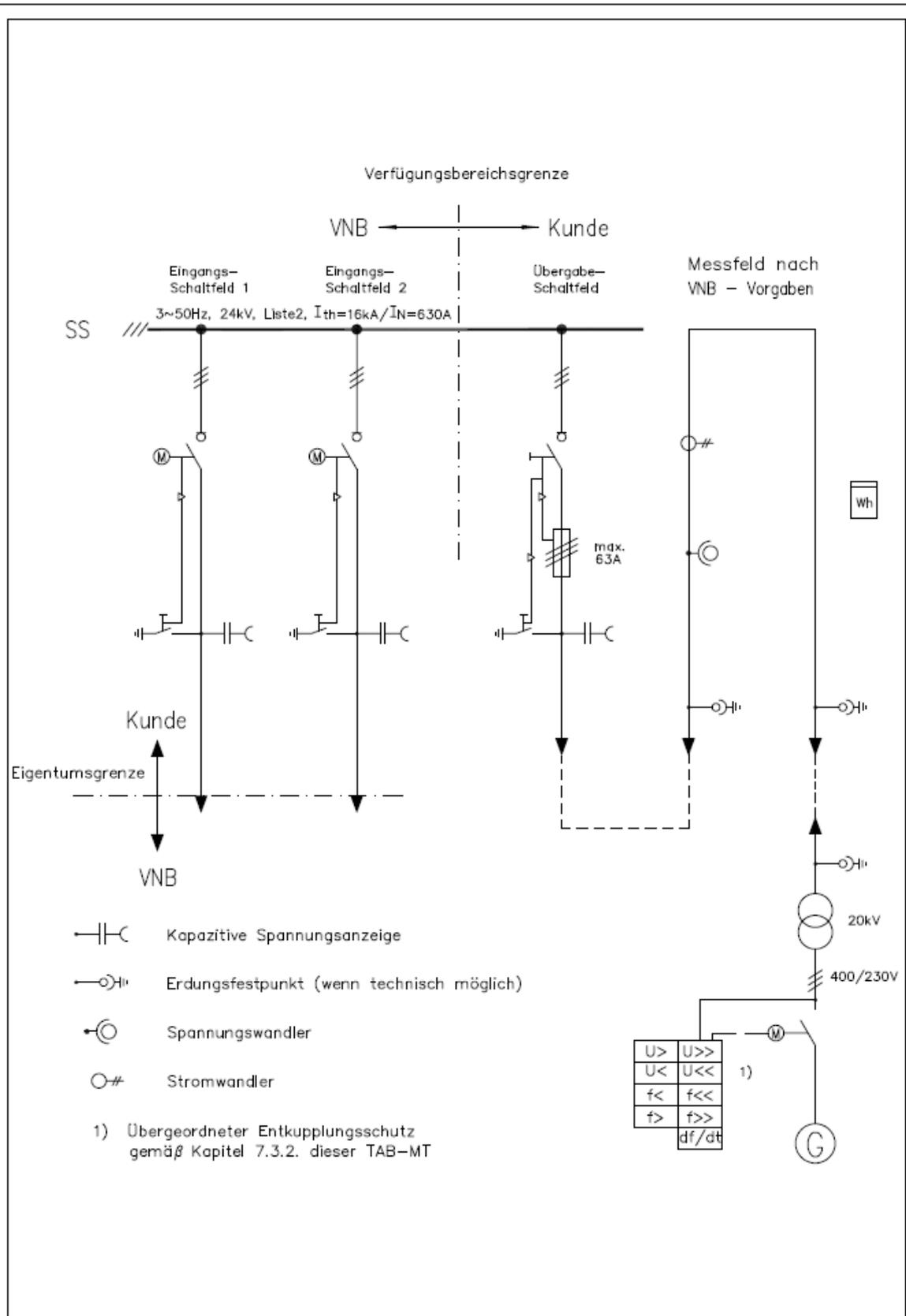
01/2018

TAB-MT_03 TWH

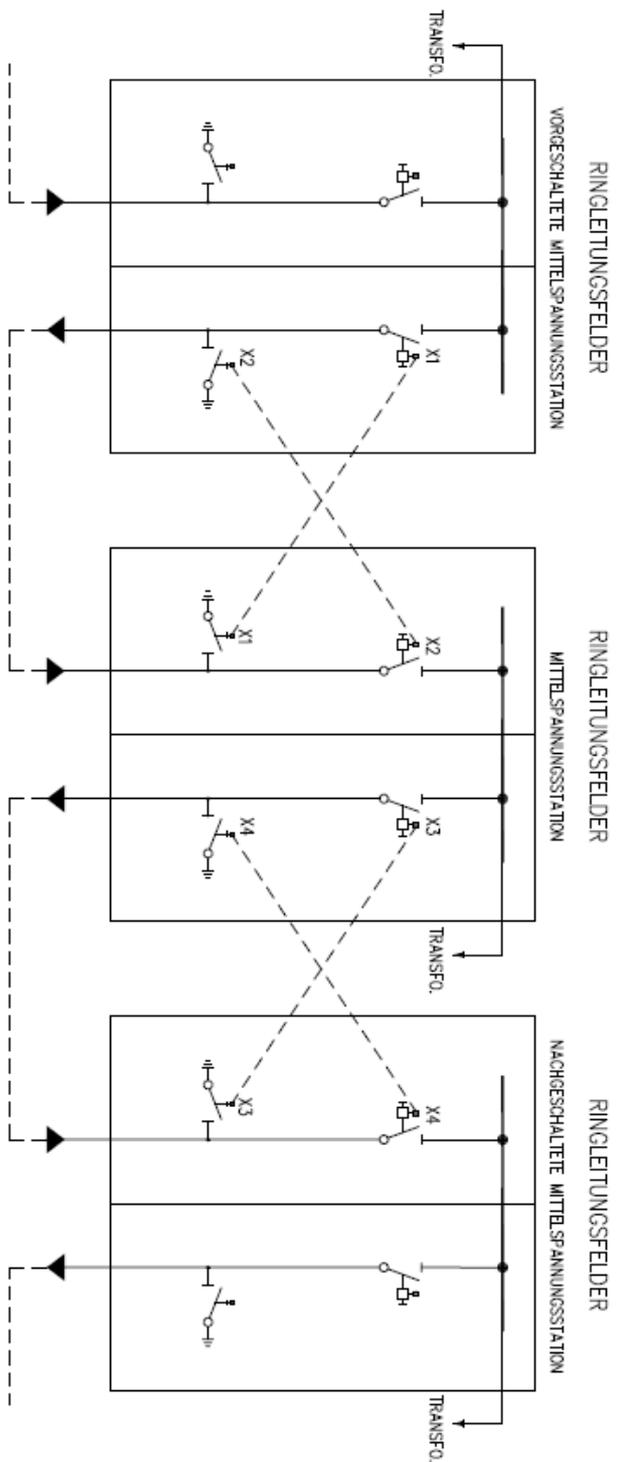


BEISPIEL FÜR EINE ÜBERGABESTATION MIT EINER MITTELSPANNUNGSSÄITIGEN MESSUNG, ZWEI VNB-EINSPEISUNGEN UND EINEM TRANSFORMATOR ≤ 1000 kVA	SCHALTBILD ZU DEN TAB-MT ALLGEMEINGÜLTIG		
	LUXEMBOURG	Bild 4	01/2018



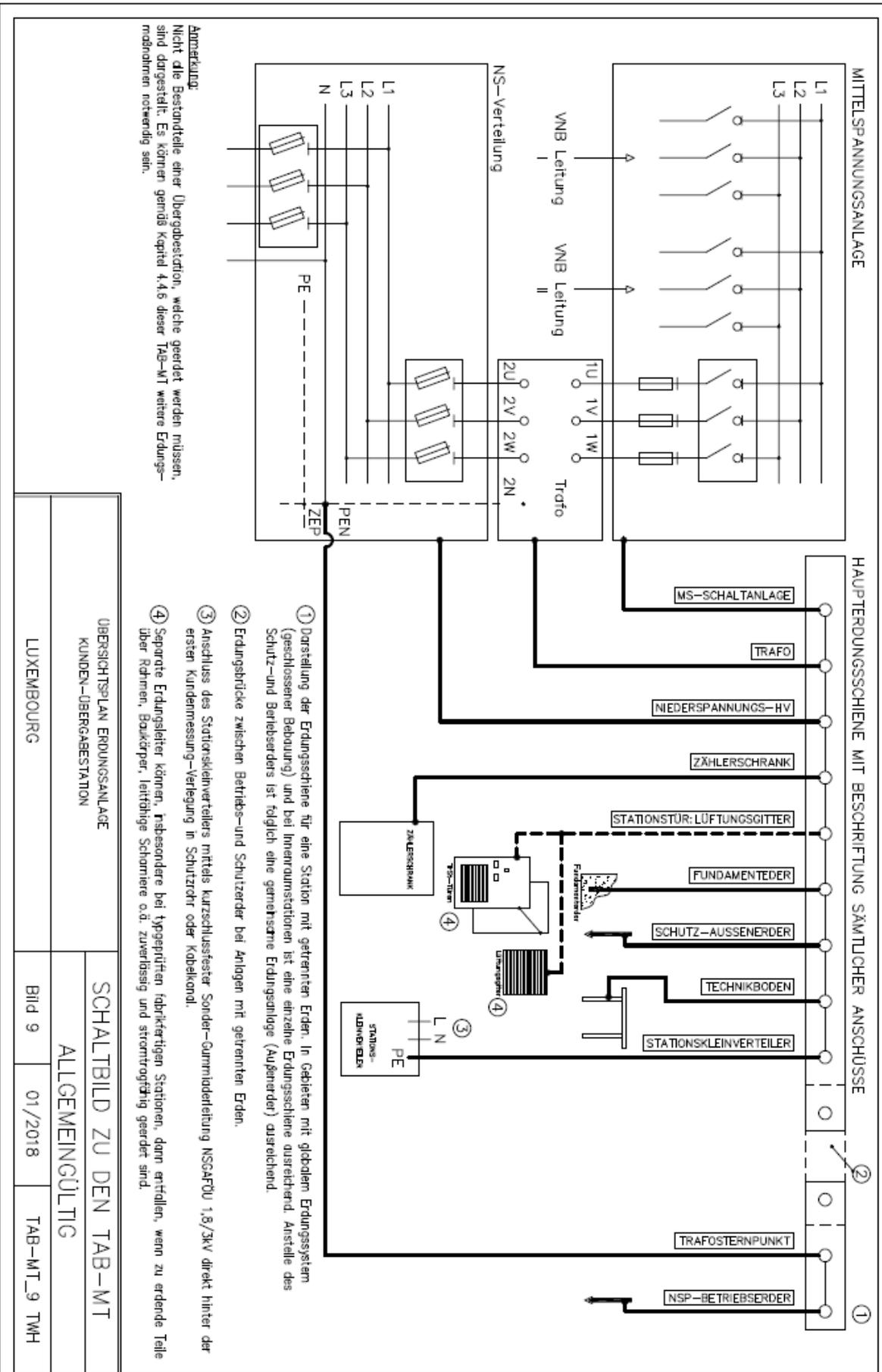


BEISPIEL FÜR EINE ÜBERGABESTATION MIT EINER MITTELSPANNUNGSSEITIGEN MESSUNG, ZWEI VNB-EINSPEISUNGEN UND ANSCHLUSS EINER ERZEUGUNGSANLAGE ≤ 1MVA	SCHALTBILD ZU DEN TAB-MT ALLGEMEINGÜLTIG		
LUXEMBOURG	Bild 6	01/2018	TAB-MT_06 TWH



Gegenseitige mechanische Verriegelung zwischen dem Lasttrennschalter der benachbarten Übergabestation und dem Erdungsschalter der gegenwärtigen Übergabestation sowie zwischen dem Erdungsschalter der benachbarten Übergabestation und dem Lasttrennschalter der gegenwärtigen Übergabestation mittels Schössersystems (serrures croisées)

PRINZIP DER ZUSÄTZLICHEN GEGENSEITIGEN MECHANISCHEN SCHLÖSSERVERRIEGLUNG IM NETZ DER SUDSTROM S.á.r.l. & Co. se.c.s.		SCHALTBILD ZU DEN TAB-MT SUDSTROM	
LUXEMBOURG		Bild 8	TAB-MT_08 TWH



Dreiecksmessung

Kopffähler MT, Produktion speist alles ins Netz:

Vergütung Produktion :
Prod.

Abrechnung Eigenverbrauch Produktion:
EV Prod.

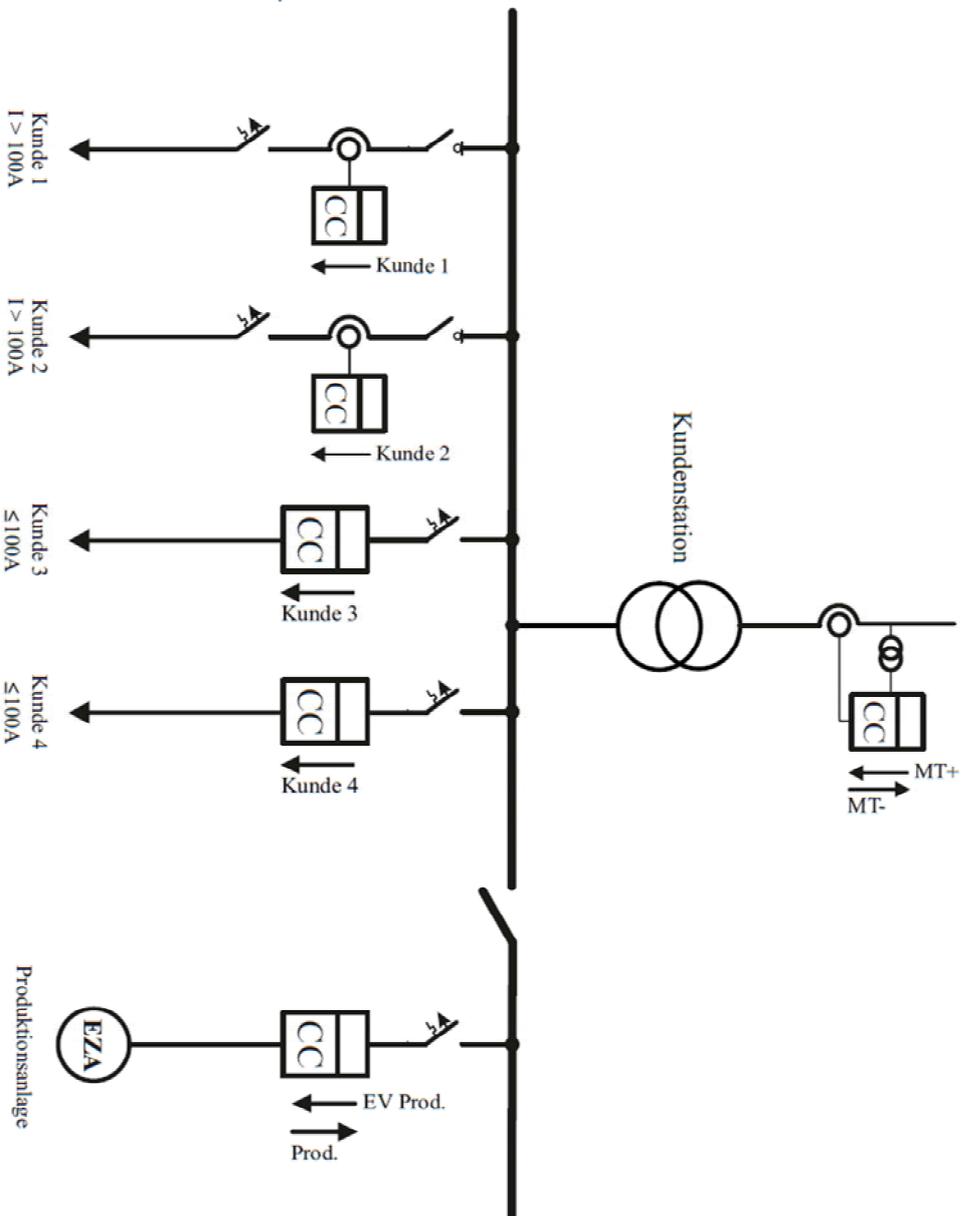
Abrechnung Kunde 1:
Kunde 1

Abrechnung Kunde 2:
Kunde 2

Abrechnung Kunde 3:
Kunde 3

Abrechnung Kunde 4:
Kunde 4

Reell gemessene Verluste =
(MT+) + (Prod) - (MT-) - EV Prod.
- Kunde 1 - Kunde 2 - Kunde 3 - Kunde 4
Diese werden dem Kopffähler zugeschrieben.



Die Lastgangzähler (CC) der Abgänge können sowohl als Direkt- als auch als Wandlerzähler ausgeführt werden. Direktzähler werden bis In ≤ 100A eingesetzt.

Legende:
EV: Eigenverbrauch
CC: Lastgangzähler
EZA: Erzeugungsanlage (Erzeugungseinheiten eines Energieträgers)

Annexe A2 : Concepts comptage - schémas standard

Schéma 10 : Mesure en triangle, compteur de tête côté moyenne tension

Dreiecksmessung

Kopffähler BT. Produktion speist alles ins Netz:

Vergütung Produktion :
Prod.

Abrechnung Eigenverbrauch Produktion:
EV Prod.

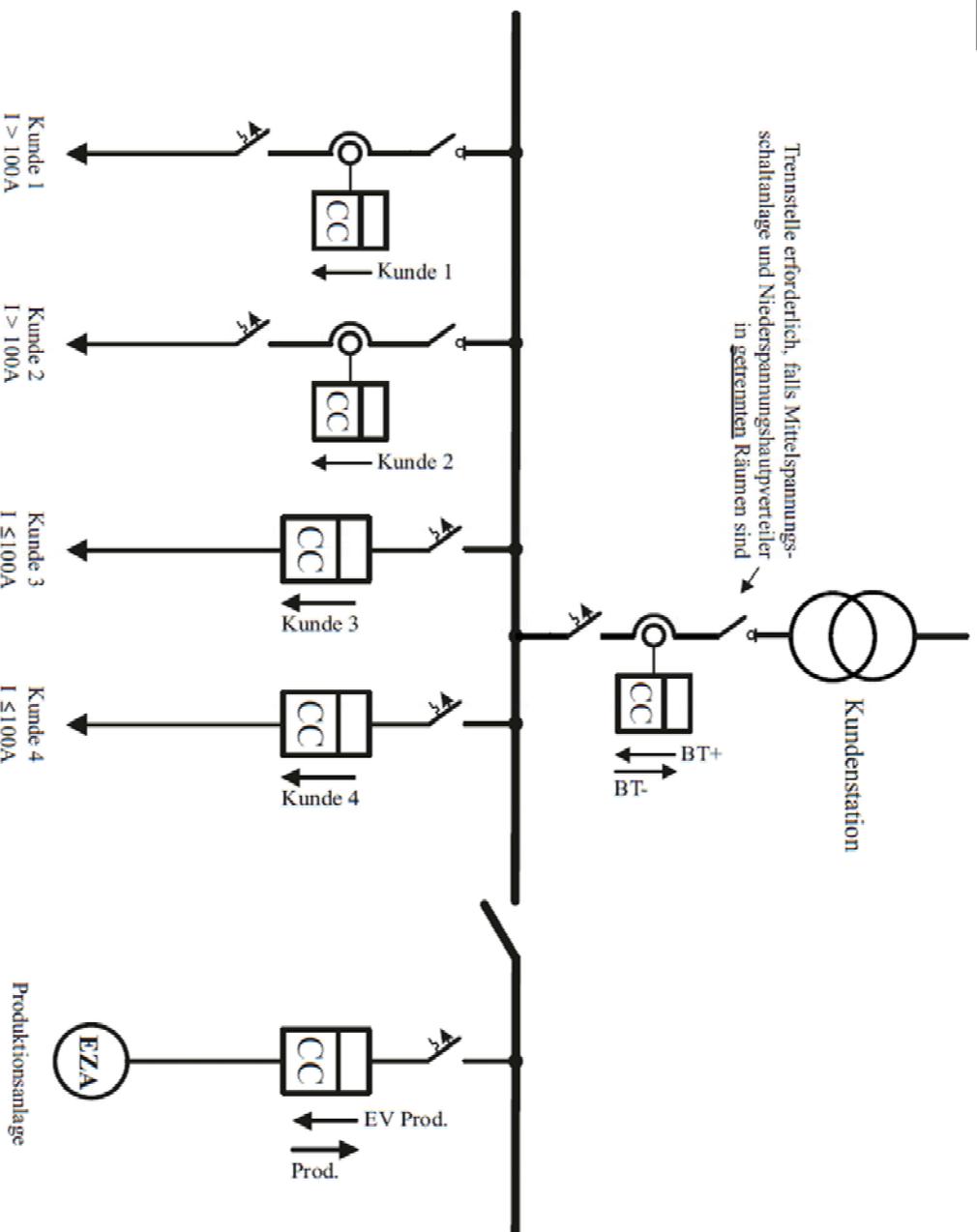
Abrechnung Kunde 1:
Kunde 1

Abrechnung Kunde 2:
Kunde 2

Abrechnung Kunde 3:
Kunde 3

Abrechnung Kunde 4:
Kunde 4

Verluste =
($F_{kvt} \times (BT+) + (Prod) +$
Leertaufverluste Transformator -
($F_{kvt} \times (BT-) - EV Prod. - Kunde 1$
- Kunde 2 - Kunde 3 - Kunde 4
Diese über den *Trafo verursachten Verluste*
werden dem *Kopffähler* zugeschrieben.



Legende:

- EV: Eigenverbrauch
- CC: Lastgangzähler
- EZA: Erzeugungsanlage (Erzeugungseinheiten eines Energieträgers)
- F_{kvt} : Berechnungsfaktor für Kupferverluste des Kundentransformators, wie vertraglich festgehalten. Mit $F_{kvt} > 1$ bei Energieverbrauch; $F_{kvt} < 1$ bei Energieerzeugung

Die Lastgangzähler (CC) der Abgänge können sowohl als Direkt- als auch als Wandlerzähler ausgeführt werden. Direktzähler werden bis $I_n \leq 100A$ eingesetzt.

Schéma 11 : Mesure en triangle, compteur de tête côté basse tension

ABZÄHLER

Kopffähler MT, Produktion speist alles ins Netz:

Der nicht gemessene Verbraucher bekommt reell gemessene Verluste verrechnet, den Abzählern wird der Berechnungsfaktor für Kupferverluste des Kundentransformators beaufschlagt.

Der nicht gemessene Verbraucher muss der Vertragspartner für den Kopffähler sein.

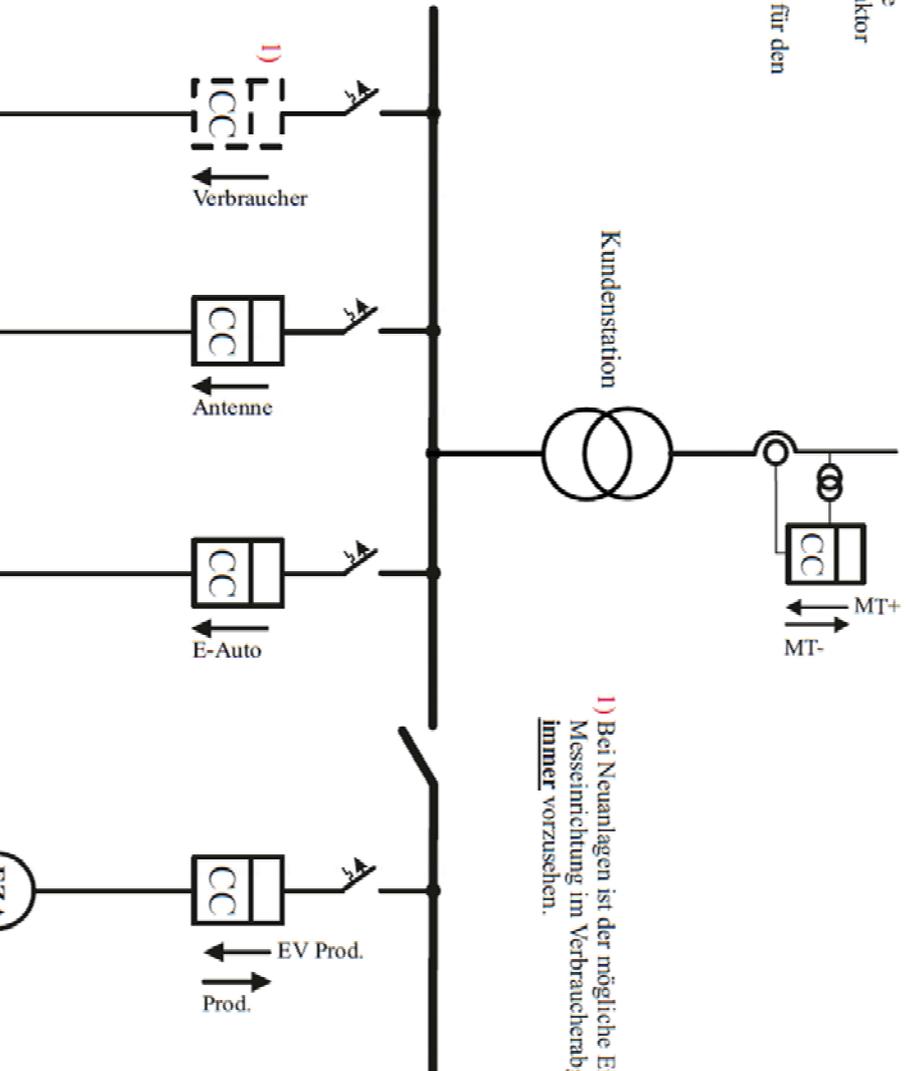
Vergütung Produktion:
 $(\text{Prod}) - ((1 - F_{\text{KVT}}) \times (\text{MT}^-))$

Abrechnung Eigenverbrauch Produktion:
 $F_{\text{KVT}} \times \text{EV Prod.}$

Abrechnung Ladestation:
 $F_{\text{KVT}} \times \text{E-Auto}$

Abrechnung Kleinsverbraucher:
 $F_{\text{KVT}} \times \text{Antenne}$

Abrechnung anderer Verbraucher:
 $(\text{MT}^+) + (\text{Prod}) - (F_{\text{KVT}} \times \text{MT}^-) - (F_{\text{KVT}} \times \text{EV Prod.}) - (F_{\text{KVT}} \times \text{E-Auto}) - (F_{\text{KVT}} \times \text{Antenne})$



1) Bei Neuanlagen ist der mögliche Einbau einer Messeinrichtung im Verbrauchereingang **immer** vorzusehen.

- Legende:**
- EV: Eigenverbrauch
 - CC: Lastgangzähler
 - EZA: Erzeugungsanlage (Erzeugungseinheiten eines Energieträgers)
 - F_{KVT} : Berechnungsfaktor für Kupferverluste des Kundentransformators, wie vertraglich festgehalten.
 - Mit $F_{\text{KVT}} > 1$ bei Energieverbrauch;
 - $F_{\text{KVT}} < 1$ bei Energieerzeugung

Die Lastgangzähler (CC) der Abgänge können sowohl als Direkt- als auch als Wandlerzähler ausgeführt werden. Direktzähler werden bis $I_n \leq 100\text{A}$ eingesetzt.

Schéma 12 : Mesure côté moyenne tension avec décomptage du GRD pour petits consommateurs, électromobilité et installation de production

ABZÄHLER

Kopffähler BT, Produktion speist alles ins Netz:

Der nicht gemessene Verbraucher trägt seine über den Trafo verursachten Verluste, den Abzählern wird der Berechnungsfaktor für Kupferverluste des Kundentransformators beaufschlagt.

Der nicht gemessene Verbraucher muss der Vertragspartner für den Kopffähler sein.

Vergütung Produktion:
 $(\text{Prod}) - ((1 - F_{\text{KVT}}) \times (\text{BT}-))$

Abrechnung Eigenverbrauch Produktion:
 $F_{\text{KVT}} \times \text{EV Prod.}$

Abrechnung Ladestation:
 $F_{\text{KVT}} \times \text{E-Auto}$

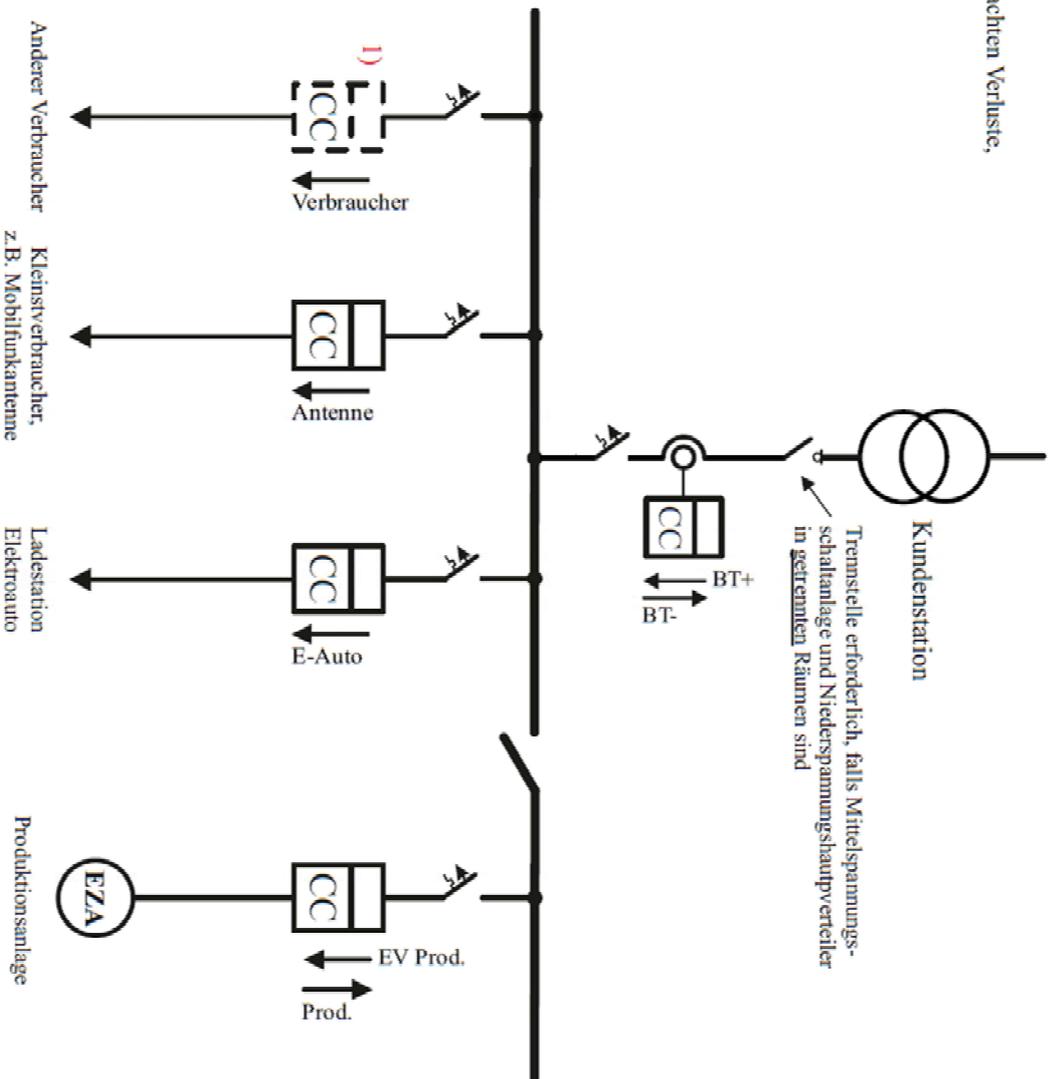
Abrechnung Kleinverbraucher:
 $F_{\text{KVT}} \times \text{Antenne}$

Abrechnung anderer Verbraucher:
 $F_{\text{KVT}} \times (\text{BT}+) + (\text{Prod}) - (\text{BT}-)$
 $-(F_{\text{KVT}} \times \text{EV Prod.}) - (F_{\text{KVT}} \times \text{E-Auto})$
 $-(F_{\text{KVT}} \times \text{Antenne}) + \text{Leertaufverluste Transformator}$

1) Bei Neuanlagen ist der mögliche Einbau einer Messeinrichtung im Verbrauchereingang **immer** vorzusehen.

Legende:

- EV: Eigenverbrauch
- CC: Lastgangzähler
- EZA: Erzeugungsanlage (Erzeugungseinheiten eines Energieträgers)
- F_{KVT} : Berechnungsfaktor für Kupferverluste des Kundentransformators, wie vertraglich festgehalten. Mit $F_{\text{KVT}} > 1$ bei Energieverbrauch; $F_{\text{KVT}} < 1$ bei Energieerzeugung



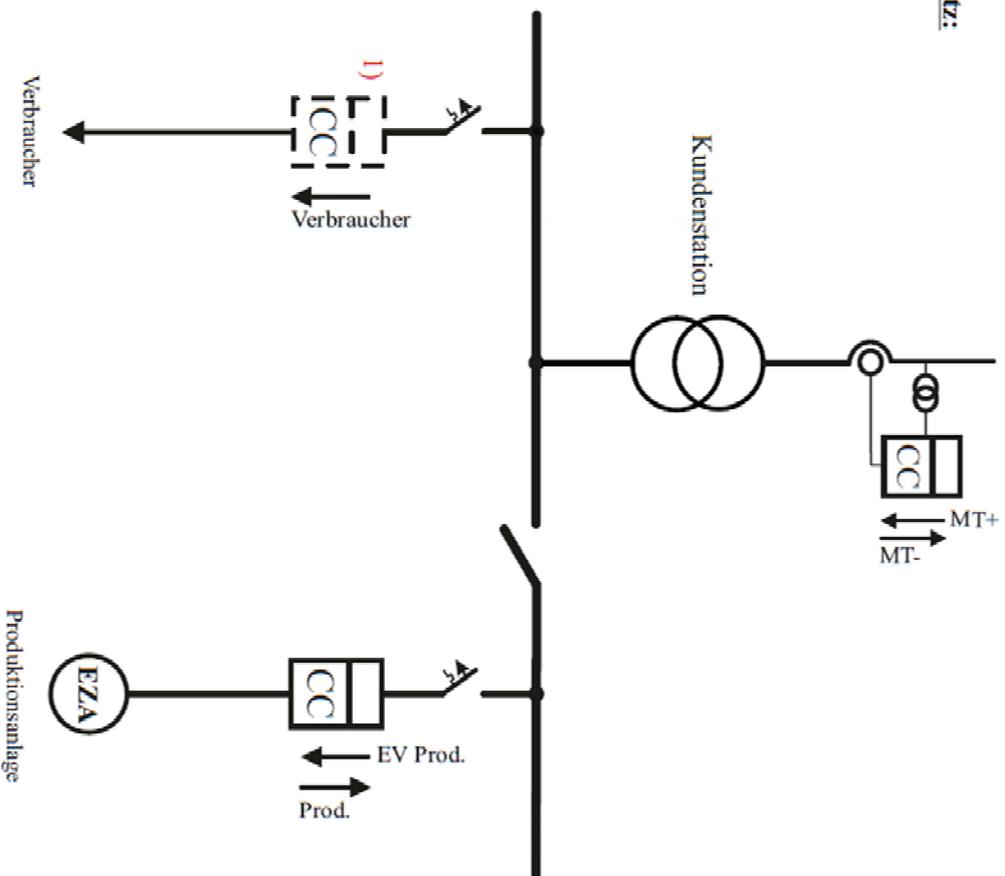
Die Lastgangzähler (CC) der Abgänge können sowohl als Direkt- als auch als Wandlerzähler ausgeführt werden. Direktzähler werden bis $I_n \leq 100\text{A}$ eingesetzt.

Schéma 13 : Mesure côté basse tension avec décomptage du GRD pour petits consommateurs, électromobilité et installation de production

ABZÄHLER

Kopffähler MT, Produktion speist Überschuss ins Netz:

In diesem Fall muss der Inhaber der EZA und der Verbraucher identisch sein. Der Kunde trägt die reell gemessenen Verluste.



1) Bei Neuanlagen ist der mögliche Einbau einer Messeinrichtung im Verbrauchereingang **immer** vorzusehen.

Legende:

CC: Lastgangzähler

EZA: Erzeugungsanlage (Erzeugungseinheiten eines Energieträgers)

Die Lastgangzähler (CC) der Abgänge können sowohl als Direkt- als auch als Wandlertzähler ausgeführt werden. Direktzähler werden bis $I_n \leq 100A$ eingesetzt.

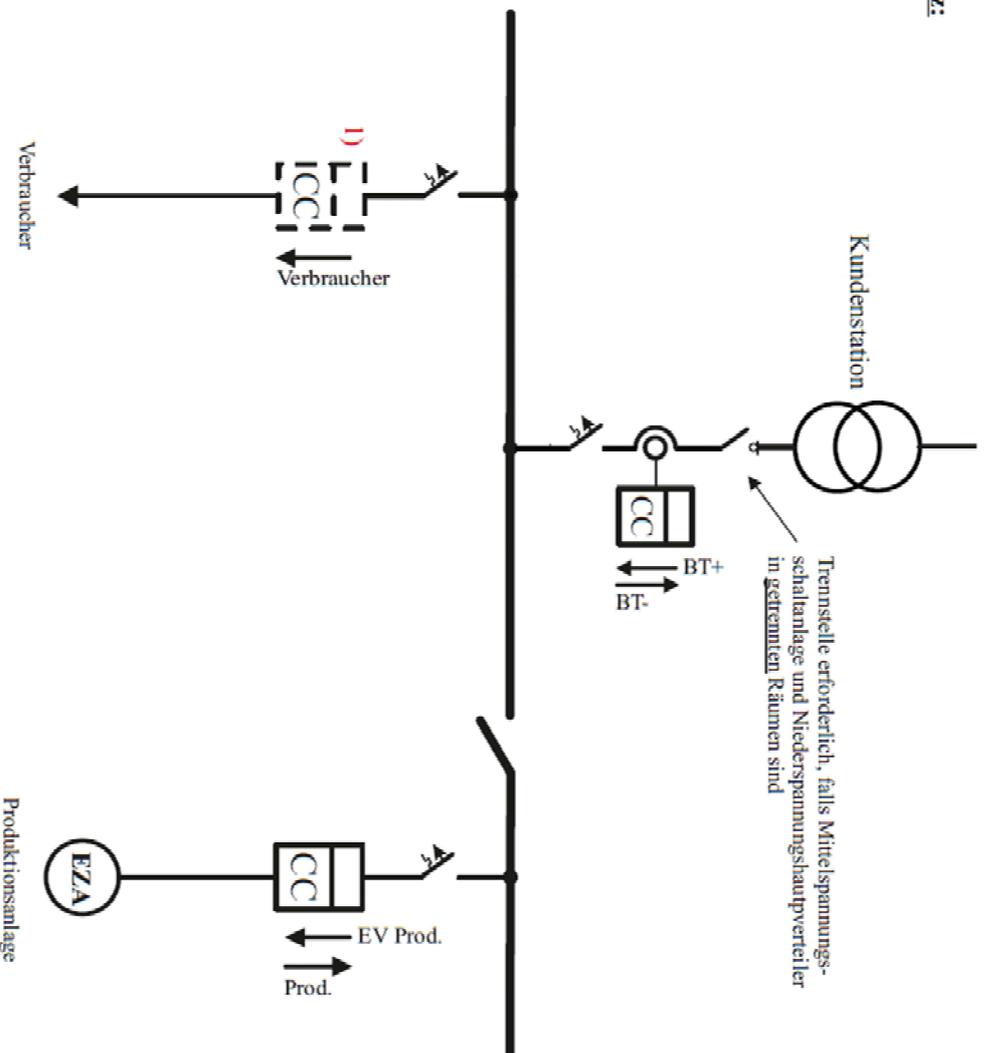
Schéma 14 : Injection de la production excédentaire d'énergie dans le réseau avec une mesure de tête côté moyenne tension et des partenaires commerciaux identiques

ABZÄHLER

Kopffähler BT. Produktion speist Überschuss ins Netz:

In diesem Fall muss der Inhaber der EZA und der Verbraucher identisch sein. Der Kunde trägt die über den Trafo verursachten Leerlaufverluste sowie die lastabhängigen Kupferverluste.

1) Bei Neuanlagen ist der mögliche Einbau einer Messeinrichtung im Verbraucherbereich immer vorzusehen.



Legende:

- CC: Lastgangzähler
- EZA: Erzeugungsanlage (Erzeugungseinheiten eines Energieträgers)

Die Lastgangzähler (CC) der Abgänge können sowohl als Direkt- als auch als Wandlertzähler ausgeführt werden. Direktzähler werden bis $I_n \leq 100A$ eingesetzt.

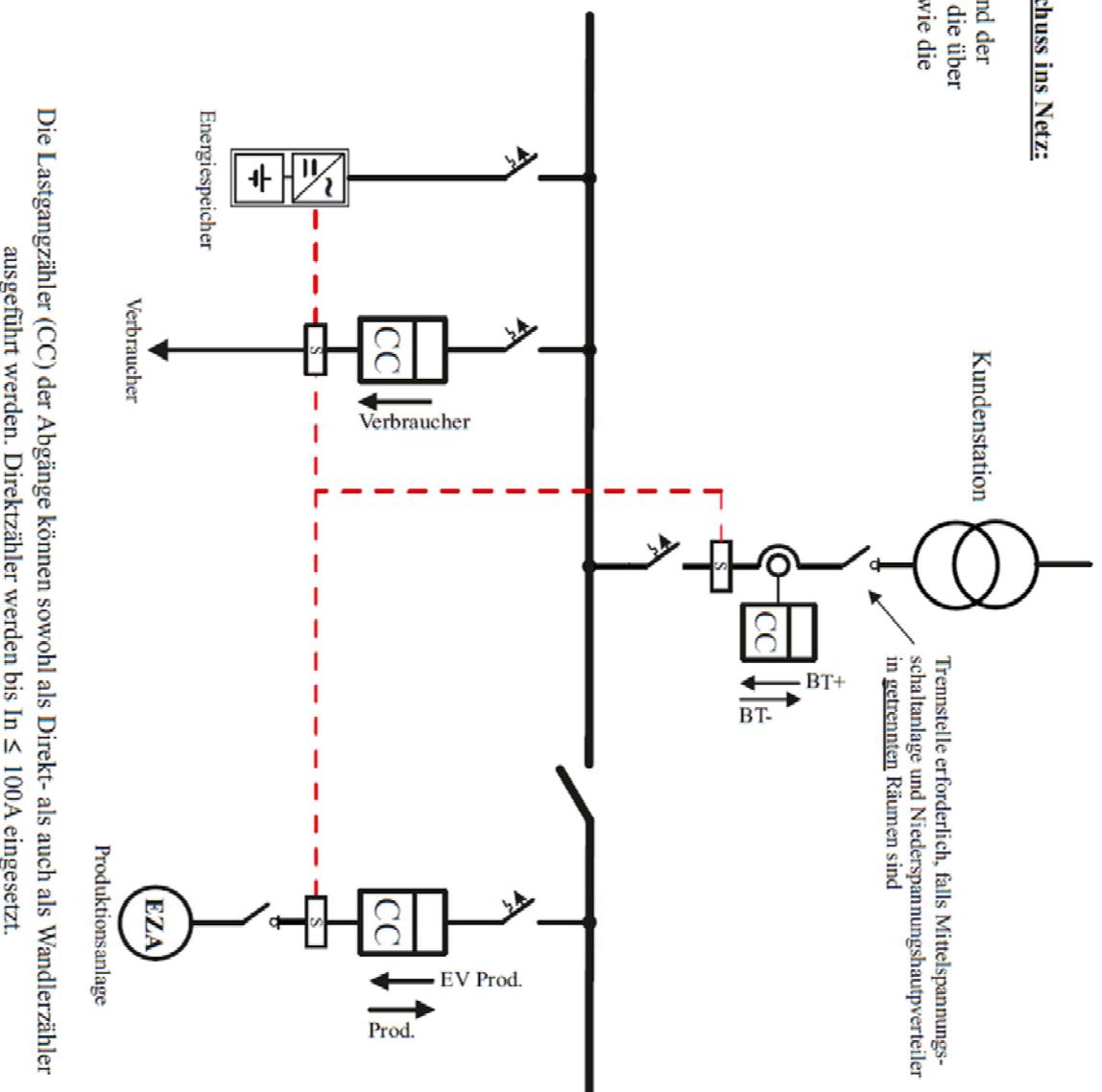
Schéma 15 : Injection de la production excédentaire d'énergie dans le réseau avec une mesure de tête côté basse tension et des partenaires commerciaux identiques

Prinzipschema Energiespeicher verbraucherseitig

Kopffähler BT. Produktion speist Überschuss ins Netz:

In diesem Fall muss der Inhaber der EZA und der Verbraucher identisch sein. Der Kunde trägt die über den Trafo verursachten Leerlaufverluste sowie die lastabhängigen Kupferverluste.

- Legende:**
- CC: Lastgangzähler
 - EZA: Erzeugungsanlage (Erzeugungseinheiten eines Energieträgers)
 - S: Energiestrichungssensor



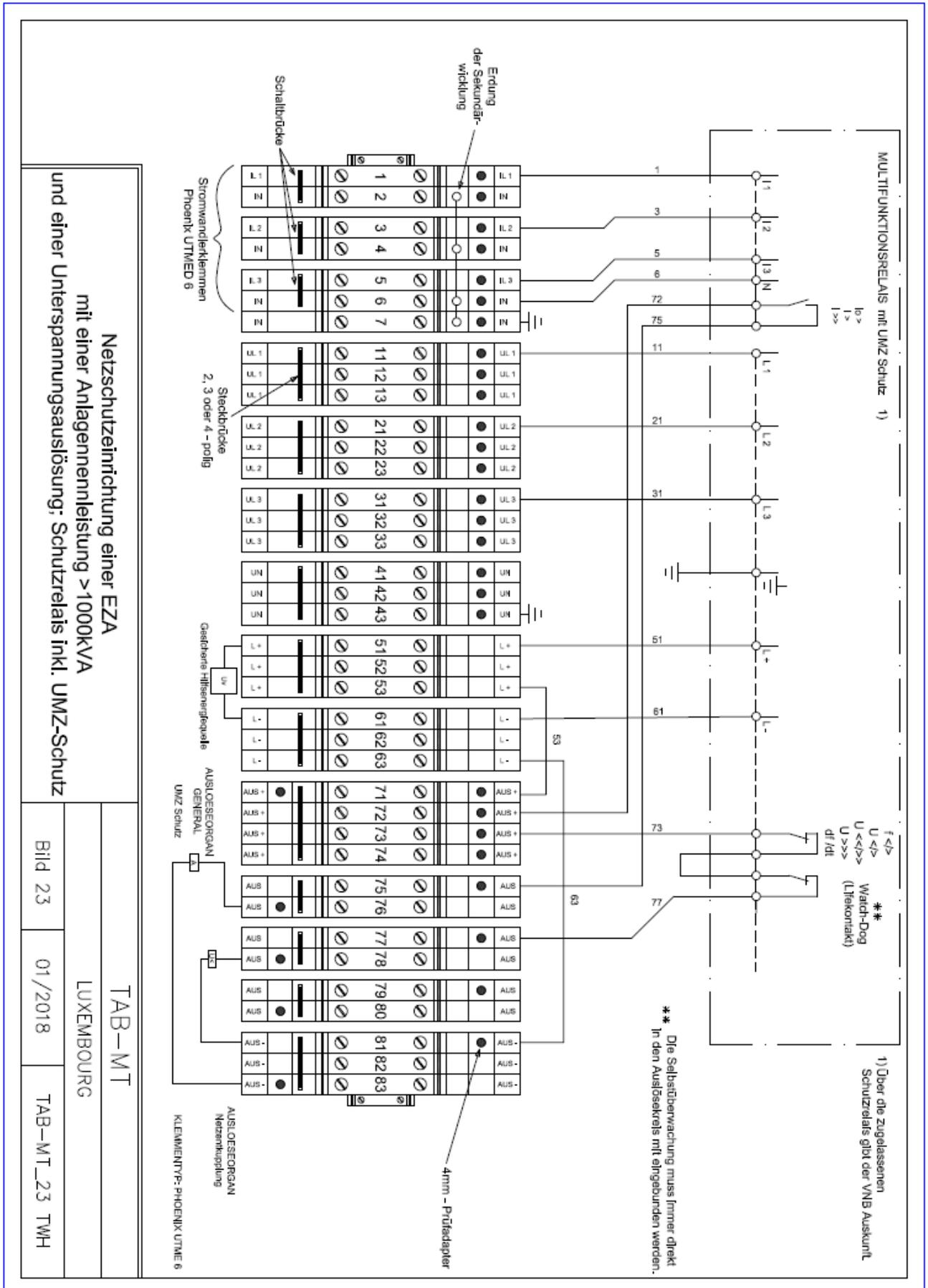
Die Lastgangzähler (CC) der Abgänge können sowohl als Direkt- als auch als Wandlerzähler ausgeführt werden. Direktzähler werden bis $I_n \leq 100A$ eingesetzt.

Schéma 17 : Injection de la production excédentaire d'énergie dans le réseau avec une mesure côté basse tension, des partenaires commerciaux identiques et raccordement d'un stockage d'énergie du côté consommateur

Annexe A3 : Formulaire de procès-verbal de mise à la terre

Erdungsprotokoll (Mittelspannung) - vom Anlagenerrichter auszufüllen.		
Stationsangaben	Stationsname: _____	
	Stationsbauart (Innenraum, Außenstation, usw.) _____	
	Straße, Hausnr., Ort: _____	
Art der Prüfung:	<input type="checkbox"/> Erstprüfung	<input type="checkbox"/> Wiederholungsprüfung
		<input type="checkbox"/> Umbau
Tiefenerder	Oberflächenerder	Steuererder
<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
		Fundamenterder
		<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Eine Lageskizze (Erdungsplan) ist auf separatem Blatt diesem Erdungspotokoll beizufügen bzw. wurde als Datei dem VNB übermittelt.		
Messgeräte	Fabrikat: _____	Typ: _____
Bodenart:	<input type="checkbox"/> Lehm	<input type="checkbox"/> Humus
	<input type="checkbox"/> Sand	<input type="checkbox"/> Kies
	<input type="checkbox"/> felsig	<input type="checkbox"/> Schiefer
Bodenzustand:	<input type="checkbox"/> feucht	<input type="checkbox"/> trocken
Erdermaterial:	Werkstoff nach VDE 0101-2: _____	Querschnitt: _____
Gesamtlänge Tiefenerder _____ m	Gesamtlänge Oberflächenerder _____ m	
Messung		
Mittelspannungsschutzerder _____ Ω	Niederspannungsbetriebserder _____ Ω	
Widerstandswert (Trennung) zwischen Mittelspannungsschutz- und Niederspannungsbetriebserder _____ Ω		
Erdungsimpedanz nach Verbindung von Mittelspannungsschutz- und Niederspannungsbetriebserder _____ Ω		
Stationen mit einer gemeinsamen Erdung in Gebieten mit geschlossener Bebauung (globales Erdungssystem)		
Gemeinsamer Erder _____ Ω		
Mängel:	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Wenn ja, welche: _____
Unterschrift und Stempel des Anlagenerrichters		Ort, Datum

Schéma 19 : Dispositif de protection réseau (découplage) d'une installation de production > 1000 kVA – déclenchement à bobine de manque de tension – relais de protection à protection de surintensité intégrée



Netzschutzeinrichtung einer EZA mit einer Anlagennennleistung > 1000kVA und einer Unterspannungsauslösung; Schutzrelais inkl. UMZ-Schutz

Bild 23

01/2018

TAB-MT_23 TWH

TAB-MT

LUXEMBOURG