

## 8.2: Minimierung der elektromagnetischen Felder gemäß der 26. BlmSchVVwV

Die in der 26. BlmSchV iVm. der 26. BlmSchVVwV festgelegten Anforderungen zum Schutz der Bevölkerung vor den Auswirkungen elektromagnetischer Felder werden durch die geplante 320 kV-Hochspannungsgleichstrom Kabelstrecke ALEGrO, KBl. 7001 eingehalten. Darüber hinaus wurden alle Möglichkeiten zur Minimierung von elektromagnetischen Feldern geprüft und im Rahmen der Planung berücksichtigt.

### 8.2.1. Einhaltung der Vorsorgeanforderungen der 26. BlmSchV

§ 4 Abs. 2 der 26. BlmSchV stellt an Gleichstromanlagen zusätzliche Anforderungen im Bereich der Vorsorge. Diese Anforderungen sehen bei Errichtung und wesentlicher Änderung von Niederfrequenzanlagen vor, dass die Möglichkeiten auszuschöpfen sind, die von der jeweiligen Anlage ausgehenden elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Felder nach dem Stand der Technik unter Berücksichtigung von Gegebenheiten im Einwirkungsbereich zu minimieren. Bei dem hier geplanten Leitungsbauprojekt einer Gleichspannungskabelanlage betrifft dies die magnetischen Felder.

Zur Minimierung von magnetischen Feldern auf HGÜ-Erdkabelstrecken sieht Ziff. 5.1.2 der 26. BlmSchVVwV nach dem derzeitigen Stand der Technik folgende Minimierungsmaßnahmen vor:

- Minimierung der Kabelabstände
- Optimierung der Polanordnung
- Optimierung der Verlegetiefe

Welche Minimierungsmöglichkeiten umgesetzt werden können und welche Maßnahmen bei einer Kabelstreckenplanung sinnvoll sind, wird unter Berücksichtigung der Gegebenheiten im Einwirkungsbereich ermittelt. Insbesondere ist der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit zu wahren, indem Aufwand und Nutzen möglicher Maßnahmen betrachtet werden. Zudem sind mögliche nachteilige Auswirkungen auf andere Schutzgüter zu berücksichtigen (vgl. Ziff. 3.1 der 26. BlmSchVVwV).

So wurde zunächst eine Vorprüfung durchgeführt, inwieweit sich im Einwirkungsbereich des Vorhabens maßgebliche Minimierungsorte befinden (vgl. Ziff. 3.2.1 der 26. BlmSchVVwV). Für dieses Projekt wurde entsprechend der Vorgaben der festgelegte Einwirkungsbereich von 15 Metern Abstand zum äußersten Kabel untersucht. Innerhalb dieses Einwirkungsbereichs befinden sich insgesamt 12 Minimierungsorte. Jeder identifizierte Minimierungsort wurde individuell einer Prüfung unterzogen, inwieweit Potential zur Minimierung der elektromagnetischen Felder besteht. Bei allen identifizierten Minimierungsorten, die einen größeren Abstand als fünf Meter zur Kabelanlage haben, wurde die magnetische Flussdichte am Bezugspunkt von fünf Metern entfernt des Kabels bewertet. Bei Minimierungsorten näher als fünf Meter zur Trasse wurde die magnetische Flussdichte unmittelbar am Minimierungsort bewertet. Im Folgenden werden die Minimierungspotentiale der in der 26. BlmSchVVwV genannten Maßnahmen für diese Orte identifiziert und bewertet bzw. deren bereits erfolgte Umsetzung in der Planung dargestellt.

Das geplante Kabelprojekt ALEGrO hat in zwei verschiedenen technischen Bereichen Minimierungsorte im Einwirkungsbereich.

## Anlage 8.2 BlmSchV Kabelstrecke

## Seite 2

Im ersten Bereich sind die Kabel im Regelgrabenprofil verlegt.

Die Energiekabel haben eine Verlegetiefe von 2,05 m (Kabelüberdeckung demnach ca. 1,90 m) und untereinander einen Achsabstand von 0,75 m (vgl. Abb. 1). Zur Ermittlung des Einwirkungsbereichs wurde für diesen Abschnitt eine Bodenprojektion des äußeren Kabels durchgeführt. Um sowohl die Immissionen des magnetischen Felds als auch das technische Risiko (siehe Abschnitt 8.1.2) der Kabelstrecke gering zu halten, wurde ein geeignetes Grabenprofil gewählt.

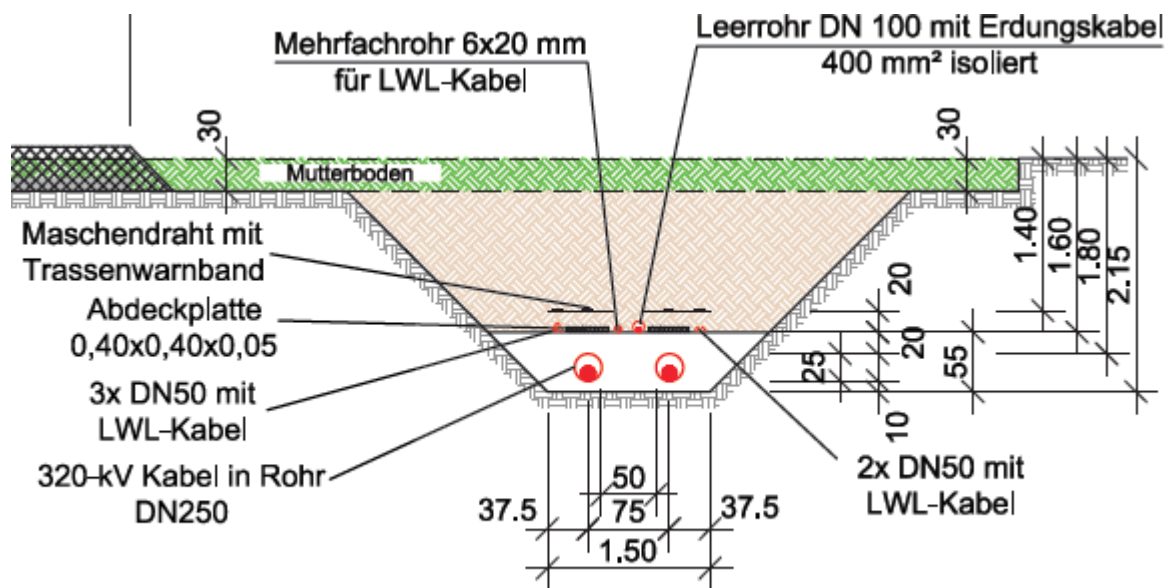


Abbildung 1: Regelgrabenprofil der Kabeltrasse

Insgesamt gibt es auf der gesamten im Regelgrabenprofil verlaufenden Kabeltrasse sieben Minimierungsorte, die im Einwirkungsbereich von 15 m liegen. Sechs davon wurden am fünf Meter Abstand betrachtet. Der verbleibende wurde aufgrund des geringeren Abstands zur Kabeltrasse in einem Abstand von 3,50 m bewertet.

Die betroffenen Minimierungsorte für den Trassenverlauf im Regelgrabenprofil werden in Tabelle 1 aufgelistet.

Kilometrierung	Adresse	Horizontaler Abstand zur Kabelanlage	Erforderliche Maßnahme nach Abwägung
15,850	Am Kraftwerk, 52249 Eschweiler	14,5 m	Nein
17,210	Hermann-Hollerith-Straße 9, 52249 Eschweiler	14,5 m	Nein
29,400	Hochwaldweg 1000, 52080 Aachen	10,0 m	Nein
29,450	Hochwaldweg 1000, 52080 Aachen	3,5 m	Nein

**Anlage 8.2 BlmSchV Kabelstrecke****Seite 3**

29,500	Hochwaldweg 1000, 52080 Aachen	12,0 m	Nein
37,950	Hitfelder Straße 26, 52076 Aachen	10,5 m	Nein
37,960	Hitfelder Straße 26, 52076 Aachen	5,5 m	Nein

**Tabelle 1: Minimierungsorte im Einwirkungsbereich bei Verlegung im Regelgrabenprofil**

Im zweiten Bereich werden die Kabel in einem acht Meter unter Geländeoberkante liegenden Kabeltunnel (DN 1600) verlegt.

Der Achsabstand der Kabel untereinander beträgt innerhalb des Kabeltunnels ca. 0,55 m. Der Einwirkungsbereich bei Kabeltunneln wird radial vom äußersten verlegten Kabel berechnet.

In den Bereichen eines Kabeltunnels gibt es insgesamt fünf Minimierungsorte. Aufgrund des großen Abstandes zur Erdoberfläche sind diese an einem Abstand zur Kabelanlage von fünf Meter zu bewerten.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die identifizierten Minimierungsorte in den Bereichen der Kabeltunnel.

Kilometrierung	Adresse	Horizontaler Abstand zur Kabelanlage	Erforderliche Maßnahme nach Abwägung
33,100	Im Ginster 13, 52078 Aachen	8,5 m	Nein
33,600	Camp Piroto 50, 52078 Aachen	5,0 m	Nein
34,600	Trierer Straße 603, 52078 Aachen	7,0 m	Nein
34,650	Trierer Straße 603, 52078 Aachen	8,0 m	Nein
34,700	Trierer Straße 603, 52078 Aachen	10,0 m	Nein

**Tabelle 2: Minimierungsorte im Einwirkungsbereich bei Verlegung in Kabeltunnel****8.2.2. Minimierung der Kabelabstände**

Bereits während der Planung der Legeanordnung der Kabel wurden auf die Immissionen der magnetischen Felder geachtet, sodass ein Grabenprofil gewählt wurde, mit dem die Immissionen der magnetischen Flussdichte deutlich unter dem in § 3a Ziff. 1 iVm. Anlage 1 der 26. BlmSchV angegebenen Grenzwert von 500  $\mu$ T liegen.

In der folgenden Abbildung wird die Höhe der magnetischen Flussdichte bei verschiedenen Kabelachsabständen in Abhängigkeit der Entfernung zum äußersten Kabel grafisch dargestellt. Es sind neben dem Achsabstand im Regelgrabenprofil (0,75 m) beispielhaft zwei kleinere Achsabstände (0,55 und 0,65 m) aufgeführt. Wie im Regelgrabenprofil wurde in

diesen Berechnungen eine Verlegetiefe von 1,90 m zugrunde gelegt. Die magnetische Flussdichte nimmt mit steigender Entfernung zur Kabelanlage ab.

Zum einen ist erkennbar, dass die ermittelte Flussdichte etwa 90 % unter dem Grenzwert liegt, der in der 26. BlmSchV bei Gleichstromtrassen mit 500  $\mu\text{T}$  angegeben ist. Zum anderen ist ersichtlich, dass die Verringerung des Kabelachsabstandes von 0,75 m auf kleinere Abstände die magnetische Flussdichte marginal nur im unmittelbaren Nahbereich der Kabelanlage reduziert. Zudem birgt eine Minimierung der Kabelachsabstände ein technisches Risiko, da sich die Kabel gegenseitig stärker thermisch beeinflussen und belasten. Dies hat eine schnellere Alterung der Kabel zur Folge, die einen technischen Ausfall noch vor Erreichen der erwarteten Lebensdauer wahrscheinlicher macht.

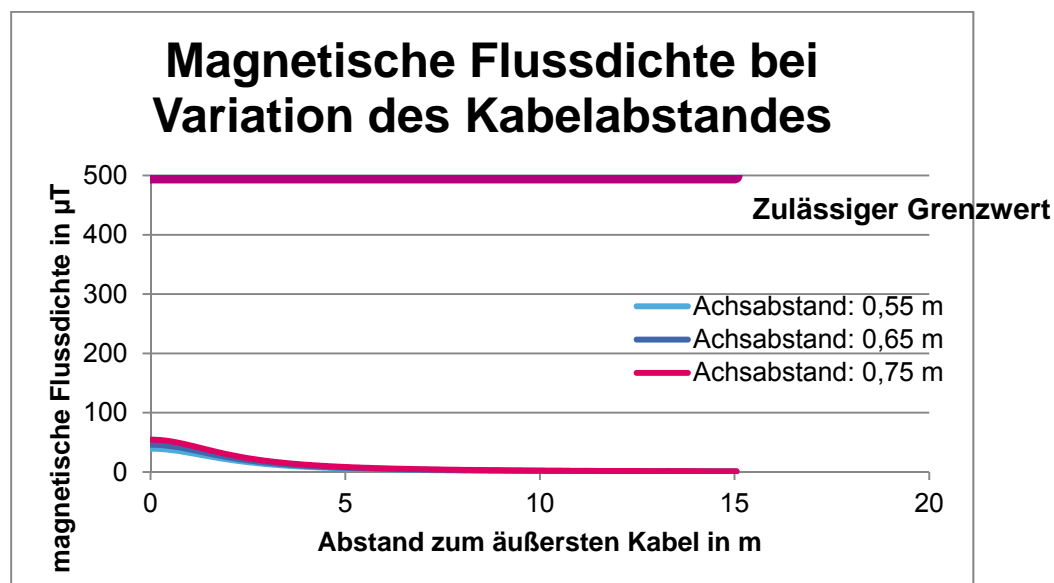


Abbildung 1: Verlauf der magnetischen Flussdichte (1)

Vor diesem Hintergrund ist eine Minimierung der Kabelabstände zur Reduzierung der magnetischen Flussdichte nicht erforderlich. Der Aufwand zur Realisierung der Maßnahmen sowie ihre Risiken stehen außer Verhältnis zu deren Nutzen.

### 8.2.3. Optimierung der Polanordnung

Bei der Energieübertragung verursacht jedes Kabel ein eigenes magnetisches Feld. Bei mehreren Kabeln in direkter Nähe zueinander können sich die magnetischen Felder gegenseitig so beeinflussen, dass sich eine Verringerung oder Erhöhung der magnetischen Flussdichte einstellt. Daher kann grundsätzlich durch eine geeignete Anordnung der Kabel die insgesamt auftretende magnetische Flussdichte im Sinne der hier betrachteten 26. BlmSchV günstig beeinflusst werden.

Da es sich bei der ALEGrO-Leitung jedoch um eine Hochspannungsgleichstromstrecke mit nur jeweils einem Kabel als Pluspol und einem Kabel als Minuspol handelt, ist eine Optimierung durch eine veränderte Polanordnung nicht möglich. Diese Minimierungsmaßnahme ist folglich ungeeignet und nicht erforderlich.

#### 8.2.4. Optimierung der Verlegetiefe

Die Legetiefe der Kabelstrecke ist so gewählt, dass sowohl die entstehenden magnetischen Felder als auch der Eingriff in die Umwelt gering gehalten sind.

In folgender Abbildung ist die magnetische Flussdichte bei verschiedenen Verlegetiefen gezeigt. Es ist zu erkennen, dass durch eine größere Distanz der Kabel zur Erdoberfläche die magnetische Flussdichte nur geringfügig reduziert werden kann.

Eine tiefere Legeanordnung der Kabel bewirkt eine Steigerung ihrer Betriebstemperatur, welche mit dem zuvor unter 8.1.2. schon beschriebenen Risiko des vorzeitigen Ausfalls einhergehen könnte. Außerdem resultiert aus einer tieferen Lage der Kabel bei der Verlegung im offenen Graben ein größerer Umwelteingriff in die Flora und Fauna der Umgebung.

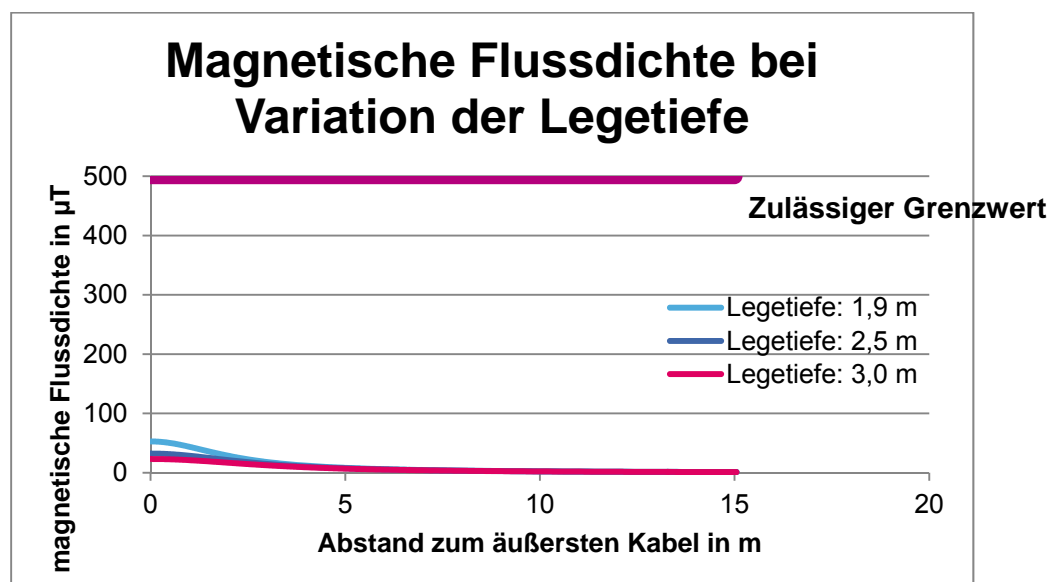


Abbildung 2: Verlauf der magnetischen Flussdichte (2)

In den Trassierungsabschnitten mit Kabeltunnel beträgt die Legetiefe der Kabel etwa acht Meter. (Wegen der Verlegung im Tunnelquerschnitt ohne Kabelschutzrohr treten Verhältnisse wie an Luft ein, so dass keine Erhöhung der Betriebstemperatur gegeben ist.) Durch den großen Abstand zur Geländeoberkante fällt die magnetische Flussdichte dort auf einen sehr geringen Wert ab. Mit einer weiteren Tieferlegung des Kabeltunnels wird kein nennenswerter Effekt bei der Flussdichtenreduzierung erreicht, dagegen steigen Aufwand und Kosten der bautechnischen Umsetzung.

Somit steht auch eine (weitere) Optimierung der Verlegetiefe in keinem Verhältnis zur positiven Auswirkung dieser Minimierungsmaßnahmen. Eine Anpassung ist für die vorstehenden Minimierungsorte nicht erforderlich.