



Empfehlungen zur Impfung gegen Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME)

Stand 26.04.2024

Bundesamt für Gesundheit (BAG) und Eidgenössische Kommission für Impffragen (EKIF)

Übernahme der Kosten

Die Kostenübernahme durch die obligatorische Krankenpflegeversicherung (OKP) aufgrund der geänderten Impfpflicht und der Aufnahme des Kantons Genf in die Risikogebiete ist in Abklärung.

Bis zur Änderung wird die FSME-Impfung gemäss den im Schweizerischen Impfplan (www.bag.admin.ch/impfplan) veröffentlichten Empfehlungen erstattet.

Das Wichtigste in Kürze

FSME-Risikogebiete

Seit 2006 wird die Impfung gegen Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) in der Schweiz für alle Kinder und Erwachsene, die in einem Endemiegebiet wohnen oder sich zeitweise dort aufhalten, empfohlen. Die epidemiologischen Daten, die über das obligatorische Meldesystem gesammelt werden, ermöglichen eine regelmässige Aktualisierung der Endemiegebiete. Im Jahr 2019 bestand in der gesamten Schweiz mit Ausnahme der Kantone Genf und Tessin ein FSME-Risiko. Ab dem Sommer 2024 wird neu Genf in die Liste der Kantone mit FSME-Risiko aufgenommen, da einige Infektionen bei Personen auftraten, die den Kanton während der Inkubationszeit nicht verlassen hatten. Die Übersichtskarte ermöglicht eine visuelle Darstellung der Risikogebiete:

www.map.geo.admin.ch >  FSME – Impfpflicht.

Impfindikation

Die Impfung wird im Allgemeinen ab 3 Jahren empfohlen (vor 2024: ab 6 Jahren). Obwohl FSME bei Kindern als eine weniger schwer verlaufende Erkrankung angesehen wird, ist von seltenen schweren Fällen berichtet worden. Ausserdem weisen neuere Publikationen auf eine wahrscheinliche Untererfassung von Fällen bei Kindern hin, die möglicherweise auf eine geringere Exposition gegenüber dem Virus und einen höheren Anteil subklinischer Infektionen zurückzuführen sind. Daneben legen Studien, dass selbst eine milde Infektion mit dem FSME-Virus mittel- bis langfristig zu anhaltenden kognitiven Störungen führen kann.

Da der Impfstoff ab dem Alter von einem Jahr zugelassen ist, kann die Impfung auch für Kinder im Alter von 1-2 Jahren in Betracht gezogen werden, wenn ein erhöhtes Risiko einer Zeckenexposition besteht.

Impfschema

Die Primovakzination besteht aus drei Impfdosen. Die ersten beiden werden in der Regel im Abstand von 1 bis 3 Monaten verabreicht und bieten bereits einen zeitlich begrenzten Schutz. Der Zeitraum zwischen der zweiten und der dritten Impfdosis hängt vom verwendeten Produkt ab: 9 bis 12 Monate (Encepur®) bzw. 5 bis 12 Monate (FSME Immun®). Eine Auffrischimpfung wird alle 10 Jahre empfohlen, wenn das Risiko einer Zeckenexposition fortbesteht. Für jeden der Impfstoffe gibt es eine pädiatrische Formulierung und ein beschleunigtes Impfschema.

Kosten der Impfung

Die Kosten der FSME-Impfung werden durch die obligatorische Krankenpflegeversicherung (OKP) (abzüglich Selbstbehalt und Franchise) [1] oder durch den Arbeitgeber vergütet (bei beruflich bedingter Exposition) [2, 3]. Je nach Kanton ist eine Impfung in Apotheken möglich (siehe www.impfapotheke.ch).



Inhaltsverzeichnis

Das Wichtigste in Kürze	1
FSME-Risikogebiete	1
Impfindikation.....	1
Impfschema	1
Kosten der Impfung.....	1
1. Einführung.....	3
2. Virus und Krankheit.....	3
2.1. Infektiöses Agens.....	3
2.2. Klinische Darstellung und Behandlung	3
2.3. Risiko einer schweren Erkrankung und Sterblichkeit	4
2.4. Folgeerscheinungen.....	4
2.5. Immunität nach einer FSME-Infektion	4
3. Epidemiologie.....	5
3.1. Weltweit	5
3.2. Europa	5
3.3. Schweiz.....	5
4. Übertragung	6
4.1. Reservoir und Vektor.....	6
4.2. Expositions- und Krankheitsrisiko.....	6
5. Präventive Massnahmen	6
5.1. Sensibilisierung für das Risiko einer FSME	6
5.2. Schutz vor Zeckenstichen	6
5.3. Pasteurisierung	7
5.4. Impfung.....	7
6. Impfstoffe	7
6.1. Verfügbare Impfstoffe.....	7
6.2. Durchimpfungsrate.....	7
6.3. Impfschutz - Immunogenität	7
6.4. Impfeempfehlungen und -schemata	8
6.5. Primovakzination.....	8
6.6. Auffrischimpfung	8
6.7. Impfschutz bei Senioren.....	9
6.8. Impfschutz bei Kindern.....	9
6.9. Impfschutz bei immunsupprimierten Personen.....	9
6.10. FSME-Impfung von Frauen im gebärfähigen Alter	10
7. Serologische Kontrollen.....	10
8. Impfversager	10
9. Unerwünschte Arzneimittelwirkungen der Impfung (UAW)	10



9.1.	Bei Erwachsenen	10
9.2.	Bei Kindern	11
10.	Gegenanzeigen, Vorsichtsmassnahmen und Wechselwirkungen	11
10.1.	Kontraindikationen	11
10.2.	Vorsichtsmassnahmen für die Anwendung: Schwangerschaft und Stillzeit	11
10.3.	Interaktionen	11
11.	Kosten der Impfung	11
12.	Nützliche Links	11
13.	Literatur	12

1. Einführung

Diese Empfehlungen wurden auf der Grundlage einer Literaturübersicht verfasst, die 2019 von Dr. Phung Lang und Dr. Kyra Zens von der Universität Zürich durchgeführt wurde. Ihr Bericht ist unter dem Titel "*Tick-borne Encephalitis (TBE) Systematic Review and Reporting Data Analysis*" auf der Seite www.ekif.ch > [Grundlagedokumente](#) verfügbar. Der Bericht wurde um Referenzen ergänzt, die zwischen 2019 und 2023 veröffentlicht wurden. Das vorliegende Dokument ersetzt den Artikel "Empfehlungen zur Impfung gegen Zeckenzephalitis", der 2006 im BAG-Bulletin erschienen ist. Es stellt Informationen für die Ärzteschaft und die an der Impfung in der Schweiz beteiligten Fachpersonen (z.B. Apothekerinnen und Apotheker) zusammen. Die Impfung gegen durch Zecken übertragene Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) zielt in erster Linie darauf ab, die Inzidenz dieser Krankheit bei Personen zu senken, die beruflich oder in der Freizeit Zecken ausgesetzt sind. Es handelt sich also um eine empfohlene Impfung für Risikogruppen. Ärztinnen und Ärzte werden gebeten, die Personen in ihrem Patientenkreis zu identifizieren, die von dieser Impfung profitieren könnten, und ihnen die Impfung gemäss dem Schweizerischen Impfplan zu empfehlen [1].

2. Virus und Krankheit

2.1. Infektiöses Agens

Das durch Zecken übertragene Frühsommer-Meningoenzephalitis -Virus (FSME-Virus) gehört zur Familie der Flaviviren. Es handelt sich um ein neurotropes und neurovirulentes Virus, d. h. es ist in der Lage, die Blut-Hirn-Schranke zu überwinden und in das zentrale Nervensystem einzudringen.

Es gibt drei Hauptsubtypen des Frühsommer-Meningoenzephalitis -Virus – den westlichen, den östlichen und den sibirischen Subtyp [4]. In der Schweiz zirkuliert nur das Virus des westlichen Subtyps. Die Infektion durch den westlichen Subtyp verläuft in der Regel weniger schwer als die durch die beiden anderen Subtypen verursachten Infektionen [5].

2.2. Klinische Darstellung und Behandlung

Bei Erwachsenen entwickeln etwa ein Drittel der Infizierten Symptome [6, 7]. Die Inkubationszeit beträgt 4 bis 14 Tage (Durchschnitt: 7-10 Tage; Min/Max: 4/28 Tage) [6] [8]. Bei einer lebensmittelassoziierten Infektion ist die Inkubationszeit kürzer, in der Regel 2-4 Tage [9].

In 74-85 % der symptomatischen Infektionen tritt die Krankheit in zwei Phasen [10]): Die erste, virämische Phase dauert zwischen 1 und 8 Tagen (im Durchschnitt 5 Tage) und ist durch grippeähnliche Symptome wie Fieber (> 37,5 °C), Kopfschmerzen, Unwohlsein, Müdigkeit und Myalgien gekennzeichnet, die sich in 30-50 % der Fälle spontan und endgültig auflösen. Bei den anderen Fällen folgt nach einer symptomfreien Zeit von einigen Tagen



(Fenster von 1 bis 20 Tagen) eine zweite Phase, die durch eine Schädigung des zentralen Nervensystems (ZNS) gekennzeichnet ist. Die Krankheit schreitet fort und zeigt sich mit hohem Fieber ($> 40^{\circ}\text{C}$), Meningitis, Enzephalitis, Myelitis, Radikulitis oder einer Kombination dieser Anzeichen (z. B. Meningoenzephalitis). Die Klinik ist sehr unterschiedlich und reicht von Kopfschmerzen, Bewusstseinsstörungen einschliesslich Koma bis hin zu Paresen.

Bei Kindern sind die Symptome in der Regel milder und unspezifischer als bei Jugendlichen und Erwachsenen [11, 12]. Fieber ohne neurologische Anzeichen als einziges Symptom ist bei Kindern häufiger als bei Erwachsenen. Bei Befall des ZNS ist die Meningitis die häufigste Form der pädiatrischen FSME-Infektion [13] mit Symptomen wie Kopfschmerzen, Übelkeit, Erbrechen, Schwindel, Nackensteifigkeit [11]. Schwere Fälle sind selten, wurden aber berichtet, auch bei Neugeborenen und Säuglingen [12].

Das klinische Bild der FSME wird manchmal durch eine gleichzeitige Infektion mit *Borrelia burgdorferi* verzerrt, dem Bakterium, das die Borreliose (oder Lyme-Krankheit) verursacht und vom selben Vektor übertragen wird [7].

Behandlung - Weil es keine wirksamen antiviralen oder immunmodulatorischen Therapien gibt, ist die Behandlung symptomatisch [14]. Die Verabreichung spezifischer Immunglobuline als passive postexpositionelle Immunisierung wird in Westeuropa nicht empfohlen (in der Russischen Föderation wird sie gelegentlich praktiziert [15]).

2.3. Risiko einer schweren Erkrankung und Sterblichkeit

Das Risiko einer schweren Erkrankung hängt von der Virulenz des Erregers und von wirtsbezogenen Faktoren ab, darunter Alter, Komorbidität und Immunsuppression [10]. Menschen über 50-60 Jahre haben ein erhöhtes Risiko für schwere Erkrankungen [14, 15]. Die Sterblichkeit wird sowohl bei Erwachsenen als auch bei Kindern auf etwa 1 % geschätzt [13, 16–18].

2.4. Folgeerscheinungen

Bei Erwachsenen bleiben bei 30-50 % der Personen, die eine Schädigung des zentralen Nervensystems aufwiesen, nach Abklingen der Infektion neurologische Schäden bestehen - leichte (20-30 %), mittelschwere (50-60 %) oder schwere (10 %). Das Risiko und das Ausmass der Beeinträchtigungen scheinen mit dem Schweregrad der Erkrankung und dem Alter zum Zeitpunkt der Infektion zu korrelieren, wobei ältere Menschen ein höheres Risiko aufweisen [14, 16, 19]. Müdigkeit, allgemeine Schwäche, anhaltende Kopfschmerzen, Muskelschmerzen und kognitive Schwierigkeiten (z. B. Gedächtnis-, Schlaf- und Konzentrationsstörungen) werden regelmässig berichtet. Schwerwiegenderere Folgeerscheinungen wie Ataxien, Tremor, Paresen der Gliedmassen und schwere kognitive Störungen können bestehen bleiben. Eine anhaltende Atemlähmung kann lebensbedrohlich sein.

Bei Kindern ist der Krankheitsverlauf in aller Regel weniger schwerwiegend als bei Jugendlichen und Erwachsenen. Der Anteil der neurologischen Folgeschäden soll bei 0-10 % der Fälle mit neurologischen Symptomen liegen [11]. Neuere Studien haben sich mit dem mittel- und langfristigen (> 6 Monaten-11 Jahren) Auftreten von kognitiven Beeinträchtigungen befasst. Die Ergebnisse legen nahe, dass ein grosser Teil der Kinder nach einer FSME nicht vollständig erholen und nach der Krankheit anhaltende Kopfschmerzen, Müdigkeit, Aufmerksamkeitsstörungen, Verhaltensänderungen und Hyperaktivität aufweisen, und zwar unabhängig von ihrem Alter zum Zeitpunkt der Infektion oder der Schwere der Symptome [11, 12, 19, 20]. Diese dauerhaften Beeinträchtigungen wirken sich negativ auf das tägliche Leben und die Schulbildung der Betroffenen aus.

2.5. Immunität nach einer FSME-Infektion

Nach einer durch Zecken übertragenen Frühsommer-Meningoenzephalitis bleiben die Antikörper (IgG) lebenslang bestehen und schützen mutmasslich vor einer erneuten Infektion



[21]. In einer Studie wurden die neutralisierenden Antikörpertiter in Abhängigkeit vom Alter (< 50 Jahre / ≥ 50 Jahre) bei Personen gemessen, die sich auf natürliche Weise mit FSME infiziert hatten (n=62; im Durchschnitt 6,01 Jahre nach der Infektion), mit denen von geimpften Personen (n=101, im Durchschnitt 5,33 Jahre nach der letzten Impfdosis) verglichen. Nach der Erkrankung waren die Titer der neutralisierenden Antikörper in beiden Altersgruppen ähnlich und signifikant höher als nach der Impfung [22].

3. Epidemiologie

3.1. Weltweit

Das FSME-Virus kommt potenziell überall dort vor, wo auch die *Ixodes ricinus*-Zecke vorkommt, d. h. von Westeuropa bis zur Ostküste Japans [23] über das fernöstliche Russland bis nach Nordchina [5]. Aufgrund von Personenbewegungen, insbesondere durch den Tourismus, werden FSME-Fälle auch ausserhalb der Endemiegebiete diagnostiziert.

3.2. Europa

Die durch Zecken übertragene Frühsommer-Meningoenzephalitis ist in mehreren Ländern Nord-, Mittel- und Osteuropas endemisch [24]. Eine Karte, die die Verbreitung von *Ixodes ricinus* in Europa zeigt, ist auf der ECDC-Webseite zu finden [25]. Die höchste Inzidenz wird allgemein aus den baltischen Staaten und Mitteleuropa berichtet. Erwachsene in der Altersgruppe von 45-64 Jahren sind am häufigsten betroffen. Generell sind Männer häufiger infiziert als Frauen (Verhältnis: 1,5 / 1), und zwar in allen Altersgruppen, was möglicherweise auf ein erhöhtes Expositionsrisiko zurückzuführen ist (berufliche Tätigkeiten oder Freizeitaktivitäten im Freien), in Kombination mit einer unterschiedlichen Wahrnehmung des damit verbundenen Risikos [24]. Die berichtete Inzidenz bei Kindern ist wesentlich geringer als bei Erwachsenen. Dies ist wahrscheinlich auf eine geringere Exposition gegenüber dem FSME-Virus und einem höheren Anteil subklinischer Infektionen oder aber auf das Nichterkennen der Ätiologie der Symptome zurückzuführen, was zu einem Underreporting führt [11, 12]. Unter den gemeldeten Fällen waren Kinder im Schulalter am häufigsten betroffen (Medianalter: 9 Jahre), obwohl auch Infektionen bei Säuglingen gemeldet wurden. In den meisten Studien lag das jüngste beobachtete Alter bei 3 Jahren [14]. Etwa die Hälfte bis zwei Drittel der Kinder (bzw. deren Eltern) können sich an einen Zeckenstich erinnern. Nach den vom ECDC 2019 zusammengestellten Daten liegt die Inzidenz in Europa bei ca. 0,7/100.000 und ist steigend [24] unter anderem aufgrund der Verlängerung der Saison, in der die Zecken aktiv sind, und der Ausweitung der Endemiegebiete [14]. Unter den Ländern mit endemischer FSME ist sie am niedrigsten in Österreich, das eine sehr hohe Durchimpfungsrate in seiner Bevölkerung vorweisen kann (> 80 % der Einwohner haben mindestens eine Dosis erhalten und etwa 60 % wurden nach dem in Österreich empfohlenen Schema geimpft) [26].

3.3. Schweiz

Die Überwachung der Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) ist seit 1988 in das obligatorische Meldesystem integriert. Das BAG veröffentlicht laufend epidemiologische Daten über zeckenübertragene Krankheiten wie FSME, Borreliose und Tularämie. Diese sind auf der Webseite <https://idd.bag.admin.ch/topics/ticks> abrufbar.

Die nationale Inzidenz von FSME hat in den letzten Jahrzehnten in allen Altersgruppen kontinuierlich zugenommen [27]. Generell werden die höchsten Inzidenzen bei den 50-79-Jährigen berichtet [27]. Darüber hinaus hat sich die geografische Verteilung der Infektionen, die zunächst auf den Nordosten der Schweiz konzentriert war, nach Süden und Westen ausgedehnt. Kantonale Unterschiede bestehen weiterhin [27].



4. Übertragung

4.1. Reservoir und Vektor

Die Zecke *Ixodes ricinus* ist das Reservoir und der Hauptüberträger der Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME), während kleine Säugetiere, in der Regel Nagetiere, die wichtigsten Verstärkerwirte für das FSME-Virus sind. Die Übertragung des Virus erfolgt während einer Blutmahlzeit innerhalb von Minuten nach dem Stich über den Speichel einer infizierten Zecke [23]. Auch das schnelle oder sofortige Entfernen der Zecke kann daher die Infektion nicht sicher verhindern [23]. Mit FSME infizierte Zecken wurden auch in der Schweiz auf Zugvögeln identifiziert [28]. Nutztiere wie z. B. Ziegen [29], Schafe und Rinder können infiziert werden und das FSME-Virus in der Milch ausscheiden. Gelegentlich wurden Fälle im Zusammenhang mit dem Verzehr von nicht pasteurisierten Milchprodukten von infizierten Tieren berichtet [23, 30, 31].

In der Schweiz variiert die Prävalenz von Zecken, die das FSME-Virus in sich tragen und nach einer Blutmahlzeit suchen, von Ort zu Ort stark (0- < 15 %), liegt aber in der Regel unter 1 % [28, 32–36]. Angesichts dieser Prävalenz und der Tatsache, dass nur etwa ein Drittel der infizierten Personen Symptome zeigt, wird geschätzt, dass etwa einer von 100 Zeckenstichen zu einer Krankheit führt [6]. Der Mensch wird als zufälliger Endwirt betrachtet: Er überträgt das Virus nicht auf andere Personen. Dennoch erscheint die Übertragung von FSME-Viren auf einen Säugling über die Muttermilch (infizierte ungeimpfte Mutter) plausibel auf der Grundlage eines Fallberichtes möglich zu sein [37].

4.2. Expositions- und Krankheitsrisiko

Das individuelle Risiko hängt vom Alter, den Berufs- und Freizeitaktivitäten und der Umgebung ab, in der sich eine Person bewegt (Vorhandensein von Zecken, die das FSME-Virus tragen). In der Vergangenheit wurden hohe Inzidenzen bei bestimmten Berufsgruppen, wie z. B. Waldarbeitern, berichtet, was sich durch die Impfung jedoch geändert hat [23]. Derzeit infiziert sich die Mehrheit der Betroffenen bei Freizeitaktivitäten. Die Gebiete, in denen die Zecke *Ixodes ricinus* vorkommt, werden immer grösser, auch in höheren Lagen: Es wurden Ausbrüche bis auf 2100 m ü. M. nachgewiesen [38–40]. Ausserdem ist die Inzidenz der Krankheit laut Schweizer Daten bei Männern höher als bei Frauen und steigt mit dem Alter bis etwa 70 Jahre an [27]. Dies ist möglicherweise auf eine Kombination aus biologischen Faktoren (z. B. Komorbiditäten, Immunsuppression) und einer Zunahme der Zeckenexpositionszeit im Alter von 20 bis 75 Jahren zurückzuführen.

5. Präventive Massnahmen

Praktische Tipps sind in einem Flyer des Nationalen Referenzzentrums für durch Zecken übertragene Krankheiten zusammengestellt (siehe www.swissticks.ch > ÖFFENTLICHKEIT > [Flyer Zecken - Antworten auf die wichtigsten Fragen](#)). Die von der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften Wädenswil entwickelte kostenlose Smartphone-Applikation «Zecke» liefert relevante Informationen über Zecken, ihre Aufenthaltsorte und zu Schutzmassnahmen.

5.1. Sensibilisierung für das Risiko einer FSME

Abhängig von ihren Aktivitäten und ihrer Mobilität sind Einwohner der gesamten Schweiz sowie Besucher aus anderen Ländern potenziell Zecken, FSME (und anderen durch Zecken übertragene Krankheitserreger) ausgesetzt sein. Sie sollten darüber informiert werden, damit sie die notwendigen Vorsichtsmassnahmen ergreifen können.

5.2. Schutz vor Zeckenstichen

Durch individuelle Schutzmassnahmen kann das Risiko einer Exposition gegenüber dem FSME-Virus verringert werden. Dazu gehört das Tragen von hautbedeckender Kleidung bei Spaziergängen im Wald, im Unterholz, auf Lichtungen, aber auch in waldnahen Parks. Man



soll möglichst den Kontakt mit hohem Gras und Büschen vermeiden, ein Repellent benutzen (gilt auch für Hunde und Hauskatzen) und nach einem Spaziergang in einem Waldgebiet die Haut am ganzen Körper auf Zecken untersuchen. Jede entdeckte Zecke sollte schnell entfernt werden.

5.3. Pasteurisierung

Durch die Pasteurisierung der Milch kann eine mögliche Übertragung durch Milchprodukte, insbesondere Ziegenmilch, verhindert werden.

5.4. Impfung

Die Impfung gegen FSME ist die wirksamste Massnahme, um sich vor einer Infektion und Erkrankung mit dem FSME-Virus zu schützen. Sie ist umso wichtiger, da es keine spezifische Behandlung gegen diese Krankheit gibt.

6. Impfstoffe

6.1. Verfügbare Impfstoffe

In der Schweiz sind zwei Impfstoffe zugelassen. Encepur N® / Encepur N Kinder® und FSME-Immun® CC / FSME-Immun® 0.25 ml Junior. Beide enthalten formalininaktivierte FSME-Viren, die auf primären Hühnerfibroblastenzellen gezüchtet wurden. Für Encepur N® wird der Stamm Karlsruhe 23 (K23) und für FSME-Immun® der Stamm Neudörfel verwendet. Als Adjuvans wird in beiden Präparaten Aluminiumhydroxid verwendet.

Die Formulierungen für Kinder enthalten nur halb so viel Antigen wie die Formulierungen für Erwachsene. Darüber hinaus ist Encepur N Kinder® nur für Kinder vom 1. bis zum 12. Geburtstag zugelassen [41], während FSME-Immun® 0.25 ml Junior vom 1. bis zum vollendeten 16. Lebensjahr vorgesehen ist [42]. Die vollständigen Fachinformationen zu diesen Produkten sind unter www.swissmedicinfo.ch abrufbar.

6.2. Durchimpfungsrate

Eine 2018 durchgeführte landesweite Umfrage unter der erwachsenen Bevölkerung (18 bis 79 Jahre) in der Schweiz ergibt folgende Schätzungen: Der Anteil der Personen, die mindestens eine Dosis FSME-Impfstoff erhalten hatten, lag bei 41,7 % und bei der vollständigen Grundimmunisierung (drei Dosen) bei 31,9 % [43]. Die Daten zur [Durchimpfung](#) von Kindern im Alter von 2, 8 und 16 Jahren in der Schweiz werden in regelmässigen Abständen geschätzt und sind auf der Seite [Kantonales Monitoring der Durchimpfung in der Schweiz](#) zugänglich. Bei drei Dosen betrug sie im nationalen Durchschnitt 49 % (95 % CI 46,9–50,5) bei 8-jährigen Kindern und 50 % (95 % CI 48,3–52,0) bei 16-jährigen Adoleszenten im Zeitraum 2020-2022 [44].

6.3. Impfschutz - Immunogenität

Beide Impfstoffe – Encepur N und FSME-Immun CC - sind stark immunogen. Die Serokonversionsraten nach der Primovakzination mit drei Dosen (siehe Impfschemata unter Punkt 6.6. unten) liegen je nach Studie bei 92-100 % [45, 46]. Es ist anzumerken, dass kein serologisches Korrelat des Impfschutzes gegen FSME formell nachgewiesen wurde [46]. Eine 49 Publikationen umfassende Literaturübersicht zur Bewertung der Immunogenität und Sicherheit der FSME-Impfung berichtet von Seropositivitätsraten (Neutralisationstest und/oder ELISA) bei Erwachsenen von 90,6-100 % nach der Primovakzination und 84,9-99,4 % nach 5 Jahren [47]. Bei Kindern/Jugendlichen im Alter von 1-15 Jahren lagen die Seropositivitätsraten nach der Primovakzination bei 95,6-100 % [47]. Eine Studie zur Wirksamkeit des Impfstoffs im Feld (*field effectiveness*) zeigt einen Schutz von > 99 % bei Personen, die "regelmässig" (gemäss den österreichischen Empfehlungen) geimpft wurden, ohne statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Altersgruppen [26]. Bei Personen mit einer unregelmässigen Impfanamnese liegt die Wirksamkeit bei etwa 95 %



[26]. Durch die Impfung konnten in Österreich zwischen 2000 und 2011 etwa 4000 FSME-Fälle verhindert werden [48].

6.4. Impfeempfehlungen und -schemata

Die Impfung gegen FSME wird allen Erwachsenen sowie Kindern im Allgemeinen ab 3 Jahren empfohlen, die in einem Risikogebiet wohnen oder sich vorübergehend (z. B. Reisende, Besucher) dort aufhalten. Schwere Formen der Krankheit sind bei sehr jungen Kindern selten. Da der Impfstoff ab einem Jahr zugelassen ist, kann die Impfung auch für Kinder im Alter von 1-2 Jahren in Betracht gezogen werden, wenn ein erhöhtes Risiko einer Zeckenexposition besteht (z. B. häufiges Ausgehen im Wald, viele Zeckenstiche). Die Entscheidung wird in diesem Fall individuell mit den Eltern getroffen, unter Berücksichtigung der lokalen epidemiologischen Situation, des persönlichen Verhaltens und der unerwünschten Nebenwirkungen der Impfung, wie z. B. Fieber, das bei jüngeren Kindern häufiger auftritt, insbesondere bei der ersten Dosis (siehe Kapitel 9.2.). Die Impfung kann jederzeit verabreicht werden, am besten jedoch in der kalten Jahreszeit, damit der Schutz bereits zu Beginn der Zeckenaktivität vorhanden ist. Das Impfschema hängt vom gewählten Produkt ab.

Eine Impfung ist für Personen, die sich Zecken nicht aussetzen, nicht erforderlich.

Tabelle 1: FSME-Impfung Impfschemata, je nach Produkt

		Encepur N® Encepur N Kinder® (bis zum Alter von 12 Jahren)	FSME-Immun® CC FSME-Immun® 0.25 ml Junior (bis zum Alter von 16 Jahren)
Primovakzination	1. Dosis	Tag 0	Tag 0
	2. Dosis	1-3 Monate nach der 1. Dosis ¹	1-3 Monate nach der 1. Dosis ¹
	3. Dosis	9-12 Monate nach der 2. Dosis	5-12 Monate nach der 2. Dosis
Auffrischimpfung	eine Impfdosis	alle 10 Jahre ²	alle 10 Jahre ²

¹ Wenn ein schnellerer Schutz erwünscht ist kann die 2. Dosis bereits 14 Tagen nach der 1. Dosis verabreicht werden.

² falls das Risiko weiter besteht

Eine postexpositionelle Prophylaxe (passive Immunisierung mit IgG Immunglobulinen), die nach einem Zeckenstich verabreicht werden, wird in Westeuropa seit einigen Jahren nicht mehr empfohlen [14, 15]. Eine unterbrochene Impfung kann fortgesetzt werden, ohne die vorherigen Dosen zu wiederholen [14].

6.5. Primovakzination

Die Primovakzination besteht aus drei Dosen, die nach einem der oben genannten Schemata (siehe Tabelle 1) zu verabreichen sind. Bei beiden aktuell verfügbaren Impfstoffen kann ein beschleunigtes Impfschema mit einem auf 14 Tage verkürztes Intervall zwischen den ersten beiden Impfdosen angewendet werden (vgl. Fachinformationen). Dieses Schema wird empfohlen, wenn die Grundimmunisierung in der warmen Jahreszeit begonnen wird und ein schneller Schutz erwünscht ist. Die dritte Dosis wird in den in Tabelle 1 oben angegebenen Abständen verabreicht.

6.6. Auffrischimpfung

Seit 2006 wird den Personen, die die Primovakzination erhalten haben, alle 10 Jahre eine Dosis FSME-Impfstoff als Auffrischimpfung empfohlen [49]. Zwei Studien, die unterschiedliche Methoden verwenden, bestätigen, dass dieses Intervall in allen Altersgruppen einen ausreichenden Schutz vor einer Infektion bietet. Die erste Studie



analysierte die dem BAG über das obligatorische Meldesystem gemeldeten Infektionsraten mit dem FSME-Virus im Zeitraum 2000-2019 [50]. Es war möglich, die FSME-Fälle nach Alter, Anzahl der erhaltenen Impfdosen (≥ 1 Dosis oder ≥ 3 Dosen), Geschlecht - männlich oder weiblich- und Anzahl der Jahre seit der letzten Impfdosis (≤ 3 Jahre bzw. $> 3-10$ Jahre) zu vergleichen [50]. Die Verlängerung des Intervalls bis zur Auffrischimpfung von 3 auf 10 Jahre führte nicht zu einem Anstieg der Fallzahlen unter den geimpften Personen [50]. Bei der zweiten Studie handelt es sich um eine retrospektive Fall-Kontroll-Studie (1828 Fälle/3667 Kontrollen), die in der Schweiz durchgeführt wurde. Sie untersuchte die Wirksamkeit der FSME-Impfung bei vollständig geimpften (mit ≥ 3 Dosen Impfstoff) und teilweise geimpften (1-2 Dosen) Personen im Alter von 18 bis 79 Jahren im Vergleich zu nicht geimpften Personen [51]. In dieser Studie wurde auch untersucht, wie viel Zeit seit der letzten Impfdosis vergangen war (< 5 Jahre, 5-10 Jahre und > 10 Jahre) [51]. Die Impfwirksamkeit (IW) bei unvollständiger Impfung betrug 76,8 % (95 % CI 69,0 % bis 82,6 %). Bei vollständiger Impfung betrug die Gesamt-IW 95,0 % (95 % CI 93,5 % bis 96,1 %). Wenn die letzte Dosis < 5 Jahre zuvor erhalten wurde, betrug die IW 91,6 % (95 % KI 88,4 % bis 94,0 %), 95,2 % (95 % KI 92,4 % bis 97,0 %), wenn die letzte Dosis 5-10 Jahre zuvor verabreicht worden war, und 98,5 % (95 % KI 96,8 % bis 99,2 %), wenn die letzte Dosis > 10 Jahre zuvor erhalten wurde [51]. Generell wird empfohlen, für die Auffrischimpfung das gleiche Produkt zu wählen wie für die Primovakzination. Dennoch ist die Auffrischimpfung bei Erwachsenen mit einem anderen zugelassenen Impfstoff wirksam und sicher [14].

6.7. Impfschutz bei Senioren

Die Wirksamkeit des Immunsystems, d. h. seine Fähigkeit, Antigene zu erkennen und Antikörper zu bilden, nimmt mit zunehmendem Alter ab (Immunseneszenz). Dies führt dazu, dass die Wirksamkeit der Impfung abnimmt und die Schwere der Infektion zunimmt. In einer österreichischen Studie wurden die Antikörpertiter bei Personen im Alter von < 30 Jahren ($n=14$), 50-59 Jahren ($n=12$), 60-69 Jahren ($n=22$), > 69 Jahren ($n=32$) vor und 28 Tage nach einer Auffrischimpfung gemessen und verglichen [52]. Die Konzentrationen der IgG-Antikörper sowie der neutralisierenden Antikörper waren in der Gruppe der < 30 -Jährigen am höchsten und in allen anderen Gruppen signifikant niedriger [52]. Die Konzentrationen von IgG und neutralisierenden Antikörpern waren 28 Tage nach der Auffrischimpfung in allen Altersgruppen auf ein als schützend erachtetes Niveau angestiegen, und dies auch bei vier Personen, deren IgG/neutralisierende Antikörper vor der Auffrischimpfung nicht nachweisbar waren [52]. Darüber hinaus zeigen die in Kapitel 6.6. zitierten Studien, dass der Impfschutz gegen klinische Infektionen wirksam ist, und zwar unabhängig vom Alter.

6.8. Impfschutz bei Kindern

Mehrere Studien zeigen, dass die Serokonversionsraten bei Kindern, Jugendlichen, und Erwachsenen ähnlich sind [53–56] und zwar in allen Altersgruppen. Eine Studie mit 358 Kindern und Jugendlichen im Alter von 1 bis 15 Jahren zeigte, dass 5 Jahre nach der Primovakzination (drei Dosen) bei einem grossen Anteil der Kinder/Jugendlichen (84,9 %) sowie bis zu 10 Jahre nach der ersten Auffrischimpfung ($\geq 86,2$ % in allen Altersgruppen) dauerhaft Antikörper gegen das FSME-Virus vorhanden waren [57].

6.9. Impfschutz bei immunsupprimierten Personen

Es gibt nur wenige Daten über die Immunogenität von FSME-Impfstoffen bei immungeschwächten Personen. Eine Fall-Kontroll-Studie, in der Patienten mit rheumatoider Arthritis, die mit Tumornekrosefaktor-Inhibitoren und/oder Methotrexat behandelt wurden ($n=66$), mit vergleichbaren (Alter und Geschlecht) gesunden Personen ($n=56$) verglichen wurden, berichtet Serokonversionsraten von 39 % bei den Fällen gegenüber 79 % bei den



Kontrollgruppe einen Monat nach Verabreichung von drei Dosen (Personen < 60 Jahre) bzw. vier Dosen (≥ 60 Jahre) Impfstoff gegen FSME [58].

In einer Studie mit herztransplantierten Patienten ($n=31$), die mit Cyclosporin behandelt wurden, waren die Serokonversionsraten im Vergleich zu den Kontrollpatienten ($n=29$) nach einer FSME-Impfung mit Encepur® nach dem beschleunigten Schema signifikant reduziert [59]. Schliesslich zeigte eine Studie mit 25 HIV-1-positiven Männern und 3 Frauen im Alter von 18 bis 50 Jahren, die mit Encepur® nach dem beschleunigten Schema geimpft wurden, ebenfalls reduzierte Serokonversionsraten (35,7 % am Tag 28 und 39,3 % am Tag 60) [60]. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass immunsupprimierte Personen über das erhöhte Risiko eines Impfversagens informiert werden sollten, damit sie zusätzliche Präventionsmassnahmen ergreifen können (siehe Kapitel 5. Präventive Massnahmen).

6.10. FSME-Impfung von Frauen im gebärfähigen Alter

Es wurden nur wenige Infektionen mit dem FSME-Virus bei schwangeren Frauen beschrieben [61]. In einer systematischen Literaturübersicht zur nicht-vektoriellen Übertragung vom FSME-Virus werden zwei Situationen genannt, die nicht zu einer Übertragung von der ungeimpften und während der Schwangerschaft mit FSME infizierten Mutter auf den Fötus geführt haben [62]. Dennoch wird Frauen im gebärfähigen Alter mit Zeckenexpositionsrisiko in einem FSME-Endemiegebiet empfohlen, möglichst vor der Schwangerschaft vollständig geimpft zu sein, um das Risiko einer potenziell schweren Erkrankung der Mutter, einer theoretisch möglichen Übertragung des Virus auf den Fötus bei einer Infektion während der Schwangerschaft und einer ebenfalls möglichen Übertragung über die Muttermilch während der Stillzeit zu verringern. Die Impfung ist in der Schwangerschaft nicht kontraindiziert (siehe 10.2).

7. Serologische Kontrollen

Im Allgemeinen ist es nicht notwendig, nach einer vollständigen Impfung eine serologische Kontrolle durchzuführen. Es gibt nämlich kein validiertes Korrelat zwischen einem Mindestwert an Antikörpern und dem Impfschutz.

8. Impfversager

Eine retrospektive Studie aus der Schweiz, die auf der Grundlage von Daten durchgeführt wurde, die durch das obligatorische Meldesystem zusammengestellt wurden, berichtet von einer Impfversagerquote von 4 % (Diagnose von FSME bei einer Person, die mindestens drei Impfdosen erhalten hat) [50]. Da die immunologischen Parameter einer Person zum Zeitpunkt der Infektion in der Regel nicht bekannt sind, bleiben die Ursachen für ein Impfversagen hypothetisch. Es ist anzunehmen, dass die Immunantwort entweder zu langsam oder nicht ausreichend wirksam war oder dass die Inkubationszeit aussergewöhnlich kurz war [57].

9. Unerwünschte Arzneimittelwirkungen der Impfung (UAW)

9.1. Bei Erwachsenen

Sowohl Encepur N als auch FSME-Immun haben ein gutes Sicherheitsprofil und sind sowohl bei Erwachsenen (> 18 Jahre) als auch bei Kindern (1-17 Jahre) gut verträglich [45]. Nebenwirkungen sind selten und beide Impfstoffe gelten als sicher. Die häufigste Nebenwirkung bei Erwachsenen sind Schmerzen an der Injektionsstelle ($\geq 1/10$). Andere häufige unerwünschte Ereignisse sind Kopfschmerzen, Müdigkeit, Myalgien und Arthralgien ($< 1:10$ bis $1:100$). Fieber tritt gelegentlich auf ($\geq 1:1'000$ bis $< 1:100$). Zu den seltenen Reaktionen ($< 1:100$ bis $1:1000$) gehören Lymphadenopathie und Erbrechen. Sehr seltene unerwünschte Ereignisse bzw. Nebenwirkungen ($< 1:1000$ bis $1:10.000$) umfassen Magenschmerzen, Schwindel, Durchfall, Urtikaria, Dyspnoe und Granulome an der Injektionsstelle.



9.2. Bei Kindern

Bei Kindern wurde über unerwünschte Ereignisse berichtet, die mit denen bei Erwachsenen vergleichbar sind (siehe 9.1.). Eine Publikation, die die Ergebnisse verschiedener klinischer Studien und der Überwachung nach der Markteinführung zusammenfasst, berichtet über das Auftreten von Fieber > 38 °C innerhalb von 72 Stunden nach der 1. Impfstoffdosis bei 15 % der Kinder im Alter von 1-2 Jahren (n=176) und bei 5 % der Kinder zwischen 3 und 11 Jahren (n=2559) [63]. Bei den 1- bis 2-Jährigen war die häufigste systemische Reaktion Schläfrigkeit (14 %), während es bei den 3- bis 11-Jährigen Kopfschmerzen waren (12 %). Später verabreichte Impfstoffdosen führten generell zu weniger unerwünschte Ereignissen bzw. Nebenwirkungen [53]. In diesen Studien traten bei < 5 % der Personen mässige systemische Reaktionen auf und bei < 1 % waren sie schwer [53].

Die Fachinformationen der einzelnen Produkte enthalten eine umfassende Auflistung der in den Studien berichteten unerwünschte Ereignisse bzw. Nebenwirkungen [41, 64].

10. Gegenanzeigen, Vorsichtsmassnahmen und Wechselwirkungen

10.1. Kontraindikationen

Obwohl die in der Schweiz zugelassenen Impfstoffe auf primären Hühnerfibroblastzellen gezüchtet werden, gilt eine milde Allergie gegen Eiproteine nicht als Kontraindikation [15].

10.2. Vorsichtsmassnahmen für die Anwendung: Schwangerschaft und Stillzeit

Während der Schwangerschaft stellen inaktivierte Impfstoffe kein besonderes Risiko dar [1]. Trotzdem, in Ermangelung kontrollierter Studien sollte die Verabreichung des FSME-Impfstoffs während der Schwangerschaft oder Stillzeit nur nach sorgfältiger Abwägung der Risiken und Vorteile einer solchen Impfung in Betracht gezogen werden [41, 64] und sollte nur bei klarer Indikation erfolgen.

10.3. Interaktionen

Die Immunantwort auf die FSME-Impfung kann durch eine frühere Exposition gegenüber Flaviviren (z. B. Dengue-Virus) oder durch eine Immunität, die durch eine Impfung gegen andere Flaviviren (z. B. Impfung gegen Japanische Enzephalitis oder Gelbfieber) induziert wurde, verändert werden [15, 65]. Eine Studie, in der 28 gegen Gelbfieber geimpfte Personen mit 44 Personen ohne vorherigen Kontakt mit Flaviviren verglichen wurden, ergab, dass bereits vorhandene Gelbfieberantikörper die neutralisierende Antikörperreaktion auf die ersten beiden Dosen des FSME-Impfstoffs im Durchschnitt reduzierten. Sie ist jedoch in beiden Gruppen nach der 3. Impfdosis ähnlich [66]. Die klinische Bedeutung und die Auswirkungen, die diese Unterschiede in der Immunantwort auf den mittel- und langfristigen Schutz haben könnten, müssen noch bewertet werden.

11. Kosten der Impfung

Die Kosten der FSME-Impfung werden durch die obligatorische Krankenpflegeversicherung (OKP) (abzüglich Selbstbehalt und Franchise) [1] oder durch den Arbeitgeber vergütet (bei beruflich bedingter Exposition) [2] (Art. 12), [3] (Art. 3).

Je nach Kanton ist eine Impfung in Apotheken möglich (siehe www.impfapotheke.ch). In diesem Fall werden von der OKP die Kosten des Impfstoffs vergütet, jedoch nur, wenn eine ärztliche Verordnung vorliegt. Die Kosten der Verabreichung der Impfung in einer Apotheke gehen immer zu Lasten der geimpften Person.

12. Nützliche Links

Nationales Referenzzentrum für durch Zecken übertragene Krankheiten (NRZK)

www.swissticks.ch



Bundesamt für Gesundheit BAG www.bag.admin.ch/fsme-de; [Zeckenübertragene Krankheiten](#); [BAG-Infoportal übertragbare Krankheiten \(admin.ch\)](#)
Eidgenössische Kommission für Impffragen www.ekif.ch > [Impfempfehlungen](#) > [Grundlagendokumente](#) > *Tick-borne Encephalitis (TBE) Systematic Review and Reporting Data Analysis*

13. Literatur

1. Bundesamt für Gesundheit, Eidgenössische Kommission für Impffragen. Schweizerischer Impfplan 2024. Richtlinien und Empfehlungen. URL: www.bag.admin.ch/impfplan.
2. Verordnung des EDI über Leistungen in der obligatorischen Krankenpflegeversicherung vom 29. September 1995 (Krankenpflege-Leistungsverordnung, KLV).
3. Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten vom 19. Dezember 1983 (Verordnung über die Unfallverhütung, VUV).
4. Ruzek D, Avšič Županc T, Borde J et al. Tick-borne encephalitis in Europe and Russia: Review of pathogenesis, clinical features, therapy, and vaccines. *Antiviral Res* 2019; 164: 23–51.
5. Bogovic P, Strle F. Tick-borne encephalitis: A review of epidemiology, clinical characteristics, and management. *World J Clin Cases* 2015; 3(5): 430–41.
6. Kaiser R. Frühsommermeningoenzephalitis. *Nervenarzt* 2016; 87(6): 667–80.
7. Kollaritsch H, Dobler G, Schmidt AJ et al. Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME). *Ther Umsch* 2022; 79(9): 463–70.
8. Kaiser R. Tick-borne encephalitis. *Infect Dis Clin North Am* 2008; 22(3): 561–75, x.
9. Hudopisk N, Korva M, Janet E et al. Tick-borne encephalitis associated with consumption of raw goat milk, Slovenia, 2012. *Emerg Infect Dis* 2013; 19(5): 806–8.
10. Borde JP, Zajkowska J. The TBE book: TBE in adults. Chapter 5. In: Dobler G, Erber W, Bröker M, Schmitt HJ, eds. 6. Aufl.: Global Health Press; 2023.
11. Steffen R. Tick-borne encephalitis (TBE) in children in Europe: Epidemiology, clinical outcome and comparison of vaccination recommendations. *Ticks Tick Borne Dis* 2018; 10(1): 100–10.
12. Parfut A, Laugel E, Baer S et al. Tick-borne encephalitis in pediatrics: An often overlooked diagnosis. *Infectious Diseases Now* 2023; 53(2): 104645.
13. Schuler M, Zimmermann H, Altpeter E, Heininger U. Epidemiology of tick-borne encephalitis in Switzerland, 2005 to 2011. *Euro Surveill* 2014; 19(13).
14. Taba P, Schmutzhard E, Forsberg P et al. EAN consensus review on prevention, diagnosis and management of tick-borne encephalitis. *Eur J Neurol* 2017; 24(10): 1214–e61.
15. World Health Organization. Vaccines against tick-borne encephalitis: WHO position paper. *Weekly Epidemiological Record* 2011(24): 241–56.
16. Lämmli B, Müller A, Ballmer PE. Spätfolgen nach Frühsommer-Meningoenzephalitis. *Schweiz Med Wochenschr* 2000; 130(24): 909–15.
17. Zimmermann H, Koch D. Epidemiologie der Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) in der Schweiz 1984 bis 2004. *Ther Umsch* 2005; 62(11): 719–25.
18. Altpeter E, Zimmermann H, Oberreich J et al. Tick related diseases in Switzerland, 2008 to 2011. *Swiss Med Wkly* 2013; 143: w13725.
19. Nygren TM, Pilic A, Böhmer MM et al. Recovery and sequelae in 523 adults and children with tick-borne encephalitis in Germany. *Infection* 2023: 1–9.
20. Fowler Å, Forsman L, Eriksson M, Wickström R. Tick-borne encephalitis carries a high risk of incomplete recovery in children. *J Pediatr* 2013; 163(2): 555–60.
21. Holzmann H. Diagnosis of tick-borne encephalitis. *Vaccine* 2003; 21 Suppl 1: S36–40.
22. Remoli ME, Marchi A, Fortuna C et al. Anti-tick-borne encephalitis (TBE) virus neutralizing antibodies dynamics in natural infections versus vaccination. *Pathog Dis* 2015; 73(2): 1–3.



23. Lindquist L. Tick-borne encephalitis (TBE) in childhood. *Acta Paediatr* 2008; 97(5): 532–4.
24. European Centre for Disease Prevention and Control. Tick-borne encephalitis. Stockholm; 2021.
25. Tick maps: *Ixodes ricinus* - current known distribution. Stockholm: European Centre for Disease Prevention and Control and European Food Safety Authority; 2023.
26. Heinz FX, Holzmann H, Essl A, Kundi M. Field effectiveness of vaccination against tick-borne encephalitis. *Vaccine* 2007; 25(43): 7559–67.
27. Office fédéral de la santé publique OFSP. Chiffres Maladies infectieuses - Encéphalite à tiques: Maladies infectieuses à déclaration obligatoire Suisse et Principauté du Liechtenstein [Stand am 23.04.2024].
28. Lommano E, Dvořák C, Vallotton L et al. Tick-borne pathogens in ticks collected from breeding and migratory birds in Switzerland. *Ticks Tick Borne Dis* 2014; 5(6): 871–82.
29. Casati Pagani S, Frigerio Malossa S, Klaus C et al. First detection of TBE virus in ticks and sero-reactivity in goats in a non-endemic region in the southern part of Switzerland (Canton of Ticino). *Ticks Tick Borne Dis* 2019; 10(4): 868–74.
30. Beauvils F, Benet T, Canu N et al. Épidémie de méningo-encéphalite à tiques alimentaire en France, 2020. *Infectious Diseases Now* 2021; 51(5): S27.
31. Ličková M, Fumačová Havlíková S, Sláviková M, Klempa B. Alimentary Infections by Tick-Borne Encephalitis Virus. *Viruses* 2021; 14(1).
32. Lommano E, Burri C, Maeder G et al. Prevalence and genotyping of tick-borne encephalitis virus in questing *Ixodes ricinus* ticks in a new endemic area in western Switzerland. *J Med Entomol* 2012; 49(1): 156–64.
33. Burri C, Bastic V, Maeder G et al. Microclimate and the zoonotic cycle of tick-borne encephalitis virus in Switzerland. *J Med Entomol* 2011; 48(3): 615–27.
34. Gäumann R, Mühlemann K, Strasser M, Beuret CM. High-throughput procedure for tick surveys of tick-borne encephalitis virus and its application in a national surveillance study in Switzerland. *Appl Environ Microbiol* 2010; 76(13): 4241–9.
35. Casati S, Gern L, Piffaretti J-C. Diversity of the population of Tick-borne encephalitis virus infecting *Ixodes ricinus* ticks in an endemic area of central Switzerland (Canton Bern). *J Gen Virol* 2006; 87(Pt 8): 2235–41.
36. Wicki R, Sauter P, Mettler C et al. Swiss Army Survey in Switzerland to determine the prevalence of *Francisella tularensis*, members of the *Ehrlichia phagocytophila* genogroup, *Borrelia burgdorferi sensu lato*, and tick-borne encephalitis virus in ticks. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 2000; 19(6): 427–32.
37. Kerlik J, Avdičová M, Musilová M et al. Breast Milk as Route of Tick-Borne Encephalitis Virus Transmission from Mother to Infant. *Emerg Infect Dis* 2022; 28(5): 1060–1.
38. Heinz FX, Stiasny K, Holzmann H et al. Emergence of tick-borne encephalitis in new endemic areas in Austria: 42 years of surveillance. *Euro Surveill* 2015; 20(13): 9–16.
39. Briggs BJ, Atkinson B, Czechowski DM et al. Tick-borne encephalitis virus, Kyrgyzstan. *Emerg Infect Dis* 2011; 17(5): 876–9.
40. Holzmann H, Aberle SW, Stiasny K et al. Tick-borne encephalitis from eating goat cheese in a mountain region of Austria. *Emerg Infect Dis* 2009; 15(10): 1671–3.
41. Bavarian Nordic Switzerland AG. Encepur N, Encepur N Kinder: Fachinformation; 2020. URL: www.swissmedicinfo.ch/ [Stand am 19.09.2022].
42. Pfizer AG Z. FSME-Immun 0.25 Junior: Fachinformation; 2021. URL: www.swissmedicinfo.ch/ [Stand am 23.04.2024].
43. Baroutsou V, Zens KD, Sinniger P et al. Analysis of Tick-borne Encephalitis vaccination coverage and compliance in adults in Switzerland, 2018. *Vaccine* 2020; 38(49): 7825–33.
44. Bundesamt für Gesundheit BAG. Durchimpfung von 2-, 8- und 16-jährigen Kindern in der Schweiz, 1999-2022; 2023. URL: www.bag.admin.ch/durchimpfung [Stand am 04.09.2023].



45. Demicheli V, Debalini MG, Rivetti A. Vaccines for preventing tick-borne encephalitis. *Cochrane Database Syst Rev* 2009; 2009(1): CD000977.
46. WHO Publication. Vaccines against tick-borne encephalitis: WHO position paper--recommendations. *Vaccine* 2011; 29(48): 8769–70.
47. Rampa JE, Askling HH, Lang P et al. Immunogenicity and safety of the tick-borne encephalitis vaccination (2009-2019): A systematic review. *Travel Med Infect Dis* 2020; 37: 101876.
48. Heinz FX, Stiasny K, Holzmann H et al. Vaccination and tick-borne encephalitis, central Europe. *Emerg Infect Dis* 2013; 19(1): 69–76.
49. Bundesamt für Gesundheit BAG, Eidgenössische Kommission für Impffragen EKIF. Empfehlungen zur Impfung gegen Zeckenzephalitis. *BAG Bulletin* 2006(13): 225–31.
50. Schmidt AJ, Altpeter E, Graf S, Steffen R. Tick-borne encephalitis (TBE) in Switzerland: does the prolongation of vaccine booster intervals result in an increased risk of breakthroughs? *J Travel Med* 2022; 29(2).
51. Zens KD, Haile SR, Schmidt AJ et al. Retrospective, matched case-control analysis of tickborne encephalitis vaccine effectiveness by booster interval, Switzerland 2006-2020. *BMJ Open* 2022; 12(4): e061228.
52. Weinberger B, Keller M, Fischer K-H et al. Decreased antibody titers and booster responses in tick-borne encephalitis vaccinees aged 50-90 years. *Vaccine* 2010; 28(20): 3511–5.
53. Zent O, Banzhoff A, Hilbert AK et al. Safety, immunogenicity and tolerability of a new pediatric tick-borne encephalitis (TBE) vaccine, free of protein-derived stabilizer. *Vaccine* 2003; 21(25-26): 3584–92.
54. Wittermann C, Schöndorf I, Gniel D. Antibody response following administration of two paediatric tick-borne encephalitis vaccines using two different vaccination schedules. *Vaccine* 2009; 27(10): 1661–6.
55. Pöllabauer EM, Fritsch S, Pavlova BG et al. Clinical evaluation to determine the appropriate paediatric formulation of a tick-borne encephalitis vaccine. *Vaccine* 2010; 28(29): 4558–65.
56. Pöllabauer EM, Pavlova BG, Löw-Baselli A et al. Comparison of immunogenicity and safety between two paediatric TBE vaccines. *Vaccine* 2010; 28(29): 4680–5.
57. Poellabauer E, Angermayr R, Behre U et al. Seropersistence and booster response following vaccination with FSME-IMMUN in children, adolescents, and young adults. *Vaccine* 2019; 37(24): 3241–50.
58. Hertzell KB, Pauksens K, Rombo L et al. Tick-borne encephalitis (TBE) vaccine to medically immunosuppressed patients with rheumatoid arthritis: A prospective, open-label, multi-centre study. *Vaccine* 2016; 34(5): 650–5.
59. Dengler TJ, Zimmermann R, Meyer J et al. Vaccination against tick-borne encephalitis under therapeutic immunosuppression. Reduced efficacy in heart transplant recipients. *Vaccine* 1999; 17(7-8): 867–74.
60. Jilich D, Maly M, Kosina P et al. Immunogenicity and safety of rapid scheme vaccination against tick-borne encephalitis in HIV-1 infected persons. *Epidemiol Infect* 2021; 149: e41.
61. Bjonholm E, Soderholm S, Stephansson O, Askling HH. Tick-borne encephalitis in pregnant women: A mini narrative review. *New Microbes New Infect* 2022; 48: 101017.
62. Martello E, Gillingham EL, Phalkey R et al. Systematic review on the non-vectorial transmission of Tick-borne encephalitis virus (TBEv). *Ticks Tick Borne Dis* 2022; 13(6): 102028.
63. Zent O, Hennig R, Banzhoff A, Bröker M. Protection against tick-borne encephalitis with a new vaccine formulation free of protein-derived stabilizers. *J Travel Med* 2005; 12(2): 85–93.
64. Pfizer AG Z. FSME-Immune CC: Fachinformation; 2021. URL: www.swissmedicinfo.ch/ [Stand am 23.04.2024].



65. Pöllabauer EM, Kollaritsch H. The TBE book: Prevention: vaccines and immunoglobulins. Chapter 14. In: Dobler G, Erber W, Bröker M, Schmitt HJ, eds. 6. Aufl.: Global Health Press; 2023.
66. Bradt V, Malafa S, Braun A von et al. Pre-existing yellow fever immunity impairs and modulates the antibody response to tick-borne encephalitis vaccination. NPJ Vaccines 2019; 4: 38.